

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO TECNOLÓGICO
COLEGIADO DE ENGENHARIA AMBIENTAL**

DANIEL BEN-HUR SILVA DE OLIVEIRA

**DESAFIOS E POTENCIALIDADES NA INTEGRAÇÃO ENTRE A
GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS E A GESTÃO DE RISCOS E
DESASTRES TECNOLÓGICOS: UM ESTUDO DOS EFEITOS DO
DESASTRE DE MARIANA/MG NO PIRH DOCE**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**VITÓRIA
2021**

DANIEL BEN-HUR SILVA DE OLIVEIRA

**DESAFIOS E POTENCIALIDADES NA INTEGRAÇÃO ENTRE A
GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS E A GESTÃO DE RISCOS E
DESASTRES TECNOLÓGICOS: UM ESTUDO DOS EFEITOS DO
DESASTRE DE MARIANA/MG NO PIRH DOCE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Engenharia Ambiental do Centro Tecnológico da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Edmilson Costa Teixeira

Coorientador: Eng^o. Me. Bruno Peterle Vaneli

VITÓRIA

2021

Dedicado aos meus avós.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Deus Pai, criador e gestor dos Céus e da Terra, que conduz toda a história conforme o seu bom, perfeito e agradável planejamento infalível. Agradeço ao Deus Filho, que no plano eterno, desceu do trono celeste para se tornar vulnerável aos perigos da terra, como nós, mas que diferente de nós, não cooperou com a poluição espiritual e ambiental que existe aqui; mesmo assim sofreu o dano na cruz, para livrar da morte aos culpados do Desastre. Dou graças ao Deus Espírito Santo, que geme de dores dentro de mim, junto a toda a natureza; que em sua comunicação eficaz, me une a esse Deus que é três pessoas, mas um só Deus, e que também me une aos meus irmãos, inspirando em mim o ministério da integração.

Sou grato aos meus pais, Robério e Ina, que desde criança me ensinaram a ser um pesquisador e a respeitar a natureza.

Agradeço aos meus amigos e irmãos, em especial os “amigos irmãos”, que pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) ou pelos caminhos da vida foram os braços que me puxaram quando minha vontade era desistir.

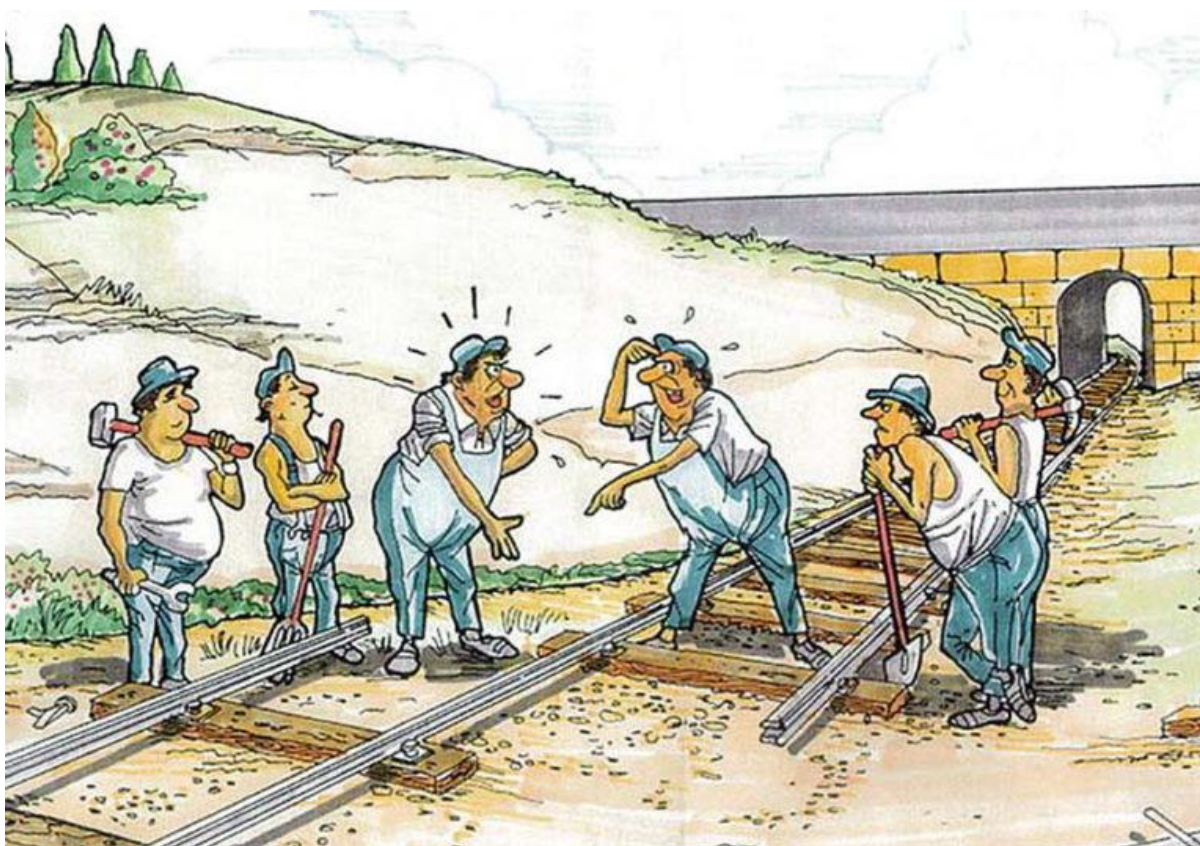
Aos estudantes e voluntários da Avalanche Missões Urbanas Underground, onde esse trabalho de conclusão de curso começou, antes de eu iniciar a faculdade.

Ao meu orientador, Edmilson, e meu coorientador, Bruno, por serem as mentes brilhantes que me mostraram a direção que essa pesquisa precisava tomar e que confiaram em mim desde minha entrada no Laboratório de Gestão de Recursos Hídricos e Desenvolvimento Regional (LabGest).

A equipe do LabGest, parceiros de pesquisa na Rede Rio Doce Mar (RRDM). Em especial cito Eliane e Izabela, pois sem vocês este trabalho não existiria. Vocês são uma inspiração para mim e estão no meu coração.

Por fim agradeço a todos os professores, que foram sempre prontos para ouvir meus questionamentos misturados com sonhos, e aos demais servidores na secretaria, biblioteca, restaurante... vocês são parte da responsabilidade por eu amar a engenharia ambiental, amar a UFES e querer servir.

TEAM WORK



Fonte: Autor desconhecido. Apresentado durante aula do Major Siwany da Defesa Civil do ES no curso de Sistema de Comando em Operações - SCO, no dia 30 de junho de 2021.

RESUMO

O Rompimento da Barragem de Rejeitos de Minério de Fundão, em 2015, impactou a bacia hidrográfica do rio Doce e foi considerado um dos maiores desastres tecnológicos (DTs) envolvendo barragens no mundo. Pela legislação brasileira, eventos adversos que afetem os recursos hídricos devem ser tratados a nível de bacia hidrográfica, mas, na prática, a gestão de recursos hídricos (GRH) tem articulado-se sobretudo com a gestão de riscos e desastres naturais (GRDN), enquanto a gestão de riscos e desastres tecnológicos (GRDT) é geralmente ignorada nos planejamentos. Havendo poucos estudos sobre efeitos de DTs em planos de recursos hídricos e considerando a lacuna na integração entre a GRH e GRDT, objetivou-se apontar aspectos que potencializam ou trazem desafios para essa integração no planejamento de recursos hídricos da bacia do rio Doce, analisando-se efeitos do Rompimento sobre o Plano Integrado de Recursos Hídricos da bacia hidrográfica do rio Doce (PIRH Doce). Para isso, compararam-se os termos de referência (TdRs) de elaboração (2007) e de atualização (2020) do PIRH Doce quanto a presença de aspectos facilitadores da integração entre GRH e GRDT. De forma macro, sintetizaram-se efeitos do Rompimento sobre o diagnóstico, prognóstico e diretrizes do PIRH e, de forma micro, os efeitos em cada grande tema e seus respectivos programas. Verificou-se que apesar de robusto, o Plano não incluiu a GRDT, desde sua concepção no TdR de 2007. Perceberam-se impactos nas metas de qualidade e quantidade de água, e também na consolidação de instrumentos e do arranjo institucional da GRH na bacia. No TdR de 2020, houve articulação com o Termo de Transação e Ajustamento de Conduta (TTAC), mas não se observaram diretrizes para prevenção e/ou preparação para DTs futuros. Dentre os principais desafios encontrados para a integração tem-se a falta de métodos práticos para tal e não se tratar de desastres holisticamente (GRDN+GRDT) no Plano. Entretanto, o aprendizado nacional quanto ao risco de rompimentos e a articulação no PIRH Doce com a Defesa Civil são potencialidades que, se desenvolvidas, podem auxiliar na superação dos desafios. Conclui-se que o PIRH não se mostrou preparado para enfrentar a crise causada por um DT, portanto é necessário incluir uma articulação durante a atualização do Plano com instrumentos da GRDT, junto de mecanismos que o torne adaptável a crises.

Palavras-chave: Desastre de Mariana. Desastre tecnológico. Planejamento de recursos hídricos. Integração entre gestões.

ABSTRACT

The Collapse of the Fundão Ore Tailings Dam, in 2015, impacted the Doce river watershed and was considered one of the biggest technological disasters (TDs) involving dams in the world. Under Brazilian law, adverse events that affect water resources must be treated at the river basin level, but in practice, water resources management (WRM) has been articulated above all with natural risk and disaster management (NRDM), while technological risk and disaster management (TRDM) is generally ignored in planning. There are few studies on the effects of TDs in water resources plans and considering the gap in the integration between WRM and TRDM, the aim was to point out aspects that enhance or bring challenges to this integration in the water resources planning of the Doce river basin, analyzing them. Whether the effects of the Collapse on the Integrated Water Resources Plan of the Doce river basin (PIRH Doce). For this, the terms of reference (ToRs) of creation (2007) and update (2020) of PIRH Doce were compared regarding the presence of facilitating aspects of the integration between WRM and TRDM. In a macro way, the effects of the Collapse on the diagnosis, prognosis and guidelines of the PIRH were synthesized and, in a micro way, the effects on each major theme and their respective programs. It was found that, despite being robust, the Plan has not included the TRDM, since its conception in the 2007 ToR. In the 2020 ToR, there was articulation with the Term of Transaction and Adjustment of Conduct (TTAC), but guidelines for prevention and/or preparation for future TDs were not observed. Among the main challenges encountered for integration is the lack of practical methods for this and the fact that disasters are not dealt with holistically (NRDM+TRDM) in the Plan. However, the national learning about the risk of ruptures and the articulation in PIRH Doce with Civil Defense are potentialities that, if developed, can help to overcome the challenges. It is concluded that the PIRH was not prepared to face the crisis caused by a TD, therefore it is necessary to include articulation during the updating of the Plan with TRDM instruments, together with mechanisms that make it adaptable to crises.

Keywords: Mariana disaster. Technological disaster. Water resources planning. Integration between managements.

LISTA DE FIGURA

Figura 1 – Conexão entre instrumentos internos da GRH no Brasil.....	23
Figura 2 – Bacia Hidrográfica do Rio Doce e seus respectivos comitês.....	26
Figura 3 – Matriz institucional da GRH na bacia do rio Doce.....	27
Figura 4 – Efeitos nas Etapas de Planejamento do PIRH Doce.....	53
Figura 5 – Efeitos sobre as Questões Referenciais do PIRH Doce.....	57

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Instrumentos da PNRH.....	22
Quadro 2 – Grupos e Subgrupos da Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE).....	32
Quadro 3 – Dimensões e indicadores do ISH.....	37
Quadro 4 – Anseio dos gestores por assuntos potencializadores da integração entre GRDT e GRH, expressos nos TdRs para o PIRH Doce.....	45
Quadro 5 – Questões Referenciais e seus objetivos.....	56
Quadro 6 – Efeitos sobre os programas de Qualidade de Água do PIRH Doce.....	59
Quadro 7 – Efeitos sobre os programas de Quantidade de Água e Suscetibilidade a Enchentes do PIRH Doce.....	61
Quadro 8 – Efeitos sobre os programas de Universalização do Saneamento do PIRH Doce.....	64
Quadro 9 – Efeitos sobre os programas de Incremento de Áreas com Restrição de Uso do PIRH Doce.....	65
Quadro 10 – Efeitos sobre os programas de Implementação dos Instrumentos de Gestão de Recursos Hídricos do PIRH Doce.....	68
Quadro 11 – Efeitos sobre os programas de Implementação das Ações do PIRH Doce.....	71
Quadro 12 – Síntese dos desafios e potencialidades na integração entre a GRH e GRDT na bacia do Doce. a) Desafios internos. b) Potencialidades internas. c) Desafios externos. d) Potencialidades externas.....	73
Quadro 13 – Caracterização de documentos atuantes na Bacia do Rio Doce e sua relevância para a pesquisa.....	89
Quadro 14 – Programas conduzidos pela Fundação Renova.....	93

LISTA DE SIGLAS

AGEDOCE	Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, filial de Governador Valadares/Minas Gerais
AGERH	Agência Estadual de Recursos Hídricos
AGEVAP	Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul
ANA	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
APP	Área de Preservação Permanente
ARS Inventory	Inventário de Potenciais Pontos com Risco de Acidentes, do inglês "Inventory of Potential Accidental Risk Spots"
CAFe	Comunidade Acadêmica Federada
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CBH	Comitê de Bacia Hidrográfica
CBH-Doce	Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Doce
CEDE	Centro de Estudos e Debates Estratégicos da Câmara dos Deputados
CIF	Comitê Interfederativo
CNRH	Conselho Nacional de Recursos Hídricos
COBRADE	Classificação e Codificação Brasileira de Desastres
CONPDEC	Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil
DNPM	Departamento Nacional de Produção Mineral
DT	Desastre tecnológico
EM-DAT	Banco de Dados de Eventos de Emergência, do inglês "Emergency Events Database"
ES	Espírito Santo
ETA	Estações de Tratamento de Água
FEAM	Fundação Estadual de Meio Ambiente
FOFA	Forças, Oportunidades, Fraquezas e Ameaças, do inglês "Strength, Weakness, Opportunity and Threats" (SWOT)
Funai	Fundação Nacional do Índio
GAT	Grupo de Acompanhamento Técnico

GIRH	Gestão Integrada de Recursos Hídricos, do inglês "Integrated Water Resources Management" (IWRM)
GRD	Gestão de Riscos e Desastres, do inglês "Disaster risk management" (DRM)
GRDN	Gestão de Riscos e Desastres Naturais
GRDT	Gestão de Riscos e Desastres Tecnológicos
GRH	Gestão de Recursos Hídricos
GWP	Global Water Partnership
Ibama	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBio	Instituto BioAtlântica
ICMBio	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
IDAF	Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal do Espírito Santo
IEF	Instituto Estadual de Florestas
IEMA	Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos
IGAM	Instituto Mineiro de Gestão das Águas
ISH	Índice de Segurança Hídrica
LabGest	Laboratório de Gestão de Recursos Hídricos e Desenvolvimento Regional
MG	Minas Gerais
MOP	Manual Operativo do Plano
P2R2	Plano Nacional de Prevenção, Preparação e Resposta Rápida a Emergências Ambientais com Produtos Químicos Perigosos
PAE	Plano de Ação de Emergência
PAP	Plano de Aplicação Plurianual
PARHs	Planos de Ações para as Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos no Âmbito da Bacia do Rio Doce
PERH	Planos Estaduais de Recursos Hídricos
PIRH Doce	Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Doce
PLANCON	Plano de Contingência de Proteção e Defesa Civil
PMBA	Programa de Monitoramento da Biodiversidade Aquática
PMQQS	Programa de Monitoramento Quali-Quantitativo Sistêmico

PNPDEC	Política Nacional de Proteção e Defesa Civil
PNRH	Política Nacional de Recursos Hídricos
PNSH	Plano Nacional de Segurança Hídrica
PRH	Planos de Recursos Hídricos de Bacia Hidrográfica
RRD	Redução de Riscos e Desastres
RRDM	Rede Rio Doce Mar
SCO	Sistema de Comando de Operação
SEDEC	Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil
SIGA DOCE	Sistema Integrado de Gestão de Águas para a Bacia do Rio Doce
SINGREH	Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
SINPDEC	Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil
SISNAMA	Sistema Nacional do Meio Ambiente
SISPREC	Sistema de Previsão de Eventos Críticos na Bacia do Rio Paraíba do Sul
SNIRH	Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos
SNISB	Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens
TAC GOV	Termo de Ajustamento de Conduta - Governança
TCU	Tribunal de Contas da União
TdR	Termo de Referência
TTAC	Termo de Transação e Ajustamento de Conduta
UFES	Universidade Federal do Espírito Santo
UHE	Usina Hidroelétrica
UNDRR	Escritório das Nações Unidas para a Redução do Risco de Desastres, do inglês "United Nations Office for Disaster Risk Reduction"
UNISDR	Escritório das Nações Unidas para a Redução do Risco de Desastres, do inglês "United Nations Office for Disaster Risk Reduction" (antiga sigla da UNDRR)
WMTF	World Mine Tailings Failures

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
2	OBJETIVOS.....	19
3	FUNDAMENTOS TEÓRICOS E PRÁTICOS.....	20
3.1	GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS.....	20
3.2	BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOCE, O PIRH DOCE E O ROMPIMENTO DA BARRAGEM DE FUNDÃO/MARIANA-MG.....	24
3.3	GESTÃO DE RISCOS E DESASTRES TECNOLÓGICOS.....	29
3.4	INTEGRAÇÃO ENTRE GRH E GRDT.....	32
4	METODOLOGIA.....	40
4.1	COMPARAÇÃO DE COMO A INTEGRAÇÃO ENTRE GRH E GRDT FOI ABORDADA NO PLANEJAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA DO RIO DOCE ANTES E APÓS O ROMPIMENTO DA BARRAGEM DE FUNDÃO.....	40
4.2	DISCUSSÃO DOS EFEITOS DO DESASTRE TECNOLÓGICO ASSOCIADO AO ROMPIMENTO DA BARRAGEM DE FUNDÃO NO PIRH DOCE.....	41
4.3	IDENTIFICAÇÃO DOS DESAFIOS E POTENCIALIDADES PARA A INTEGRAÇÃO ENTRE A GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS E A GESTÃO DE RISCOS E DESASTRES TECNOLÓGICOS NA BACIA DO RIO DOCE.....	43
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	44
5.1	COMPARAÇÃO DE COMO A INTEGRAÇÃO ENTRE GRH E GRDT FOI ABORDADA NO PLANEJAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA DO RIO DOCE ANTES E APÓS O ROMPIMENTO DA BARRAGEM DE FUNDÃO.....	44
5.1.1	Operatividade da GRH na bacia.....	44

5.1.2	Integração com outros atores e instrumentos.....	48
5.1.3	Integração dos instrumentos da GRH com a GRDT.....	50
5.2	DISCUSSÃO DOS EFEITOS DO DESASTRE TECNOLÓGICO ASSOCIADO AO ROMPIMENTO DA BARRAGEM DE FUNDÃO NO PIRH DOCE.....	52
5.2.1	Efeito sobre as etapas de planejamento.....	52
5.2.2	Efeitos no plano de ações.....	55
5.3	IDENTIFICAÇÃO DOS DESAFIOS E POTENCIALIDADES PARA A INTEGRAÇÃO ENTRE A GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS E A GESTÃO DE RISCOS E DESASTRES TECNOLÓGICOS NA BACIA DO RIO DOCE.....	72
6	CONCLUSÃO.....	77
7	RECOMENDAÇÕES.....	80
8	REFERÊNCIAS.....	81
	APÊNDICE A.....	89
	APÊNDICE B.....	93

1. INTRODUÇÃO

O planejamento de recursos hídricos é um desafio em vários aspectos, dos quais podemos citar a dificuldade prática de implementação de ações, questões referentes à outorga e cobrança pelo uso da água, a gestão do conhecimento e problemas culturais geradores de conflitos. Por princípio da Gestão Integrada de Recursos Hídricos (GIRH), cujo marco brasileiro é a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) (RIBEIRO, 2019, p. 29; BRASIL, 1997), esses desafios precisam ser gerenciados visando desenvolvimento econômico aliado à sustentabilidade da bacia — dois dos pilares da GIRH (CAP-NET, GWP, UNDP, 2005, p. 7). Na Política Nacional de Recursos Hídricos, a utilização integrada das águas visando o desenvolvimento sustentável é colocada como um dos seus objetivos (Art. 2º, § II, BRASIL, 1997).

Porém, um dos impasses com o qual o desenvolvimento econômico — e consequentemente o sustentável — se depara é que a “inerente dinâmica dos recursos hídricos” é contrária à “estabilidade requerida para o desenvolvimento socioeconômico” (SPALIVIERO *et al.*, 2001, p. 738, tradução nossa). A situação ainda se agrava com a ocorrência de desastres relacionados à água. Esses desastres, tanto os relacionados a eventos naturais quanto os causados por humanos (tecnológicos), têm potencial de mudar padrões e localizações (SPALIVIERO *et al.*, 2011, p. 738; VANELI *et al.*, em análise¹), afetando assim o desenvolvimento sustentável de regiões (LONDE *et al.*, 2014). Portanto, na dimensão econômica da sustentabilidade, desastres quebram as noções de estabilidade; na dimensão socioambiental, especialmente os desastres tecnológicos, por muitas vezes dispõem componentes “estranhos” ao ambiente e em abundância, podem gerar impactos crônicos sentidos durante anos (VANELI *et al.*, em análise, KOSSOFF *et al.*, 2014), afetando “presentes e futuras gerações” — aspecto comum nas definições de sustentabilidade (FEIL, SCHREIBER, 2017).

Quanto aos desastres tecnológicos, percebe-se relação direta entre questões econômicas e o risco de suas ocorrências. Como destaca o Escritório das Nações

¹ VANELI *et al.* **Conceptual model to analyze the effects caused by technological disaster on the physical-chemical state of the Doce river waters, Brazil.** Em análise.

Unidas para a Redução do Risco de Desastres (UNDRR², do inglês *United Nations Office for Disaster Risk Reduction*),

[...]muitas economias emergentes experimentaram rápido crescimento em operações perigosas pela expansão de segmentos específicos de petróleo e gás, indústrias da química e petroquímica e da mineração, impulsionado por uma combinação de fatores, incluindo aumento da demanda em economias emergentes, acesso a matérias-primas e a necessidade de reduzir os custos de produção, facilitados por um declínio nas barreiras comerciais e incentivos governamentais para atrair investidores estrangeiros (UNISDR, 2009, p. 119, tradução nossa).

Tal desenvolvimento econômico leva a criação de indústrias cuja gestão de riscos é mais complexa, e o que tem se observado é que os avanços tecnológicos e econômicos nos setores da indústria não têm sido sinônimos de diminuição nos casos de desastres (ROCHE *et al.*, 2017; EM-DAT, 2020; VANELI *et al.*, em análise). O Brasil, como uma dessas economias emergentes, tem apresentado crescimento no número de desastres tecnológicos relacionados à água (PAIVA *et al.*, 2020), tendo como dois grandes exemplos: os rompimentos da barragem de rejeitos das minas de Fundão e Germano em Mariana (2015); e a da mina de Córrego do Feijão em Brumadinho (2019) — ambos em cidades do estado de Minas Gerais (MG), com efeitos sobre importantes bacias hidrográficas brasileiras (a bacia do rio Doce e a bacia do rio São Francisco, respectivamente).

O Rompimento da Barragem de Rejeitos de Minério de Fundão³, em novembro de 2015, foi considerado pela *World Mine Tailings Failures* (WMTF, 2019) o maior desastre envolvendo barragem em seus registros até 2019 no quesito de rejeitos despejados (45 milhões de m³). Esse desastre causou grandes impactos ao longo de cerca de 650 km que a lama percorreu do município de Mariana, MG, até a foz do rio Doce no estado do Espírito Santo (ES) (ANA, 2016). Seus efeitos sobre os aspectos físico-químicos, ecológicos e sociais, podem ter afetado significativamente a implementação das ações previstas no Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Doce (PIRH Doce)⁴ (ALVES, *et al.* 2019). Poucos estudos, dentre os quais está o de Alves e outros (2019), trataram de discutir efeitos do desastre tecnológico associado ao Rompimento da Barragem de Fundão no PIRH Doce. Dado a importância de ter um plano de recursos hídricos operativo, verifica-se

² Até 1 de maio de 2019 a sigla utilizada pelo escritório era UNISDR, porém a partir dessa data adotou-se a sigla UNDRR, para corresponder ao seu nome em inglês.

³ O termo “Rompimento” será utilizado ao longo do texto para referir-se a esse evento específico.

⁴ Os termos “Plano” e “PIRH” serão utilizados ao longo do texto para referir-se ao PIRH Doce.

a necessidade de aprofundamento na discussão, analisando-se efeitos sobre as etapas de planejamento e sobre o plano de ações do PIRH.

Situações como de um desastre dessa magnitude são consideradas crises fortes o bastante para transtornar os planos existentes, “testando a resiliência de uma sociedade e expondo as deficiências de suas lideranças e instituições públicas” (BOIN; MCCONNELL; ‘T HART, 2008, p. 3, tradução nossa), podendo evidenciar desvantagens políticas e institucionais que até o momento eram desconhecidas ou desprezadas (BOIN; MCCONNELL; ‘T HART, 2008). Esse aparenta ser o caso do PIRH Doce que, iniciado em 2010, com horizonte de planejamento até 2030, precisou ainda no início (2015) lidar com mudanças ambientais, sociais, econômicas e institucionais bruscas.

Desastres tecnológicos como os citados, por serem geralmente tratados como acidentes (ROCHE *et al.*, 2017; SHALUF, 2007) e em alguns casos serem de difícil previsão (UNDRR, 2019), tendem a ser desconsiderados nas análises de cenário em planejamentos. Eventos assim são muitas vezes chamados “cisnes negros”, ou seja, ocorrências raras e de alto impacto, mas que quando ocorrem não parecem mais inesperáveis (NKLAC-COBRAPE, 2018). Contudo, Bae, Joo e Won (2016) trazem que desastres de baixo risco, porém de alto potencial de destruição, devem ser prioridade na agenda de pesquisa dos governos locais. O desastre de Fundão teve essas características (VANELI, *et al.*, em análise), e nisso está a importância em comparar como a integração entre a gestão de recursos hídricos (GRH) e a gestão de riscos e desastres tecnológicos (GRDT) foi abordada no planejamento de recursos hídricos da bacia do rio Doce antes e depois do Rompimento.

Como se vê, uma gestão de recursos hídricos que visa contribuir para o desenvolvimento regional sustentável precisa considerar os riscos de desastres que possam surgir durante o processo de desenvolvimento tecnológico e industrial da região. Ao analisar o desenvolvimento de um plano de bacia voltado à redução de riscos de desastres relacionados a enchentes na bacia do rio Limpopo — que banha quatro países do sudeste africano, nomeadamente: Botsuana; Moçambique; África do Sul; e Zimbábue — Spaliviero e outros (2011) concluíram que não basta um planejamento dos recursos hídricos como uma ação apenas no ambiente da gestão de recursos hídricos, e expuseram que:

[...] um manejo integrado de bacias hidrográficas é essencial para o manejo da água devido às interações complexas, porém um desenvolvimento integrado da bacia implica numa abordagem holística e multidisciplinar (2011, p. 738, tradução nossa).

Denota-se nesse comentário o princípio da integração na GIRH, que traz o desafio da harmonização dos interesses dos diferentes setores (RABELO, TEIXEIRA, EXPLUGA, 2013), tendo em mente que quando a questão envolve acidentes e desastres tecnológicos, os detentores das informações geralmente não são os órgãos governamentais, mas sim os privados (UNDRR, 2019).

Sob a ótica da legislação brasileira, a integração entre a GRH e a gestão de riscos e desastres (GRD) encontra base em suas duas principais políticas: a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) (BRASIL, 1997) e a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC) (BRASIL, 2012), respectivamente. A PNRH prevê em seus objetivos lidar com eventos extremos, e como dito anteriormente, a PNRH é quem ampara a GIRH no território brasileiro, portanto a descentralização, a participação de vários atores e a integração com outras políticas está na base de sua formação. Quanto à PNPDEC, essa estabelece uma diretriz de atuação conjunta entre entidades privadas e públicas, integrada com as demais políticas setoriais, de modo a promover o desenvolvimento sustentável com ações de prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação voltadas à proteção e defesa civil (BRASIL, 2012). Na seção sobre as diretrizes e objetivos (parágrafo único, artigo 3), a lei traz a necessidade de sua integração com a GRH (BRASIL, 2012, p. 1). Essa interligação se afina ao ser apontado como diretriz no artigo 4, parágrafo IV, a “[...] bacia hidrográfica como unidade de análise das ações de prevenção de desastres relacionados a corpos d’água”(BRASIL, 2012, p. 2).

Verifica-se que na experiência brasileira, quando os planos de recursos hídricos incorporam a GRD como preconiza a PNRH e a PNPDEC, tendem a focalizar apenas nos riscos e desastres relacionados a fenômenos naturais. Enquanto no ambiente internacional existem exemplos de organizações que já perceberam a importância de considerar seriamente os riscos e desastres tecnológicos no planejamento de recursos hídricos após trágicas experiências vividas. Um exemplo é o Inventário de Potenciais Pontos com Risco de Acidentes (ARS Inventory do inglês *Inventory of Potential Accidental Risk Spots*), cujos catalisadores para formação foram os rompimentos das barragens de rejeito de Baía Mare e Baía Borsa na bacia

do rio Tisza, Europa Central, em 2000. Esse instrumento revela instalações industriais associadas a um grande risco de poluição acidental — pela natureza dos produtos químicos produzidos, armazenados ou usados nas fábricas — e locais contaminados, incluindo aterros e lixões, em áreas sujeitas a inundações dos corpos hídricos na bacia do Danúbio (ICPDR, 2001). Em conjunto aos planos de recursos hídricos da região, ele permite que a gestão de riscos nessas bacias não se dê apenas no âmbito dos desastres naturais, como é costume em muitos locais, mas também para desastres causados por humanos.

Percebe-se então uma discordância entre as diretrizes das políticas e a prática da gestão no contexto brasileiro. Essa discordância não é necessariamente por desinteresse dos gestores, visto que um dos grandes empecilhos é a falta de metodologias que guiem essa integração. Tesser e outros (2008, *apud* TEDESCO 2009, p. 42), afirma que “[...] é justamente na escolha das ferramentas e dos procedimentos metodológicos para colocar em prática a gestão integrada de recursos hídricos que existe uma lacuna na experiência brasileira”. De fato, como identificou Londe e outros (2014, p. 143), para uma gestão mais eficiente de desastres relacionados a recursos hídricos no Brasil “[...] o principal desafio, [...] é incentivar estudos sobre as interações entre recursos hídricos, ambiente, população, problemas urbanos, clima e saúde e planejar de acordo com os resultados apresentados por esses estudos”. Podem existir não só outros desafios (pontos fracos), mas também potencialidades (pontos fortes) — internos (próprios da bacia do rio Doce) e externos (devido a características nacionais) — para a integração entre a GRH e a GRDT na bacia do rio Doce, portanto, verifica-se a necessidade de identificá-los para assim planejar considerando esses aspectos. Essa identificação poderá trazer contribuições para atualizações do plano que está em curso e, pelo aprendizado, para outros planos de recursos hídricos.

Dessa forma, o presente estudo tem relevância no contexto científico e prático da GRH ao analisar as potencialidades e desafios na integração entre ela e a GRDT na bacia do rio Doce, enquanto analisa os efeitos do desastre de Mariana sobre o PIRH Doce.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar os desafios e potencialidades na integração entre a gestão de recursos hídricos e a gestão de riscos e desastres tecnológicos, no contexto da bacia do rio Doce, através de um estudo dos efeitos do Rompimento da Barragem de Fundão/Mariana-MG no PIRH Doce, de modo a contribuir para o aprimoramento do planejamento de recursos hídricos.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Comparar como a integração entre a gestão de recursos hídricos e a gestão de riscos e desastres tecnológicos foi abordada no planejamento de recursos hídricos da bacia do rio Doce antes e depois do Rompimento da Barragem de Fundão;
- Discutir efeitos do desastre tecnológico associado ao Rompimento da Barragem de Fundão no PIRH Doce;
- Identificar desafios e potencialidades para a integração entre a gestão de recursos hídricos e a gestão de riscos e desastres tecnológicos na bacia do rio Doce.

3. FUNDAMENTOS TEÓRICOS E PRÁTICOS

3.1 GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

Segundo a Global Water Partnership (GWP), uma das principais divulgadoras da Gestão Integrada de Recursos Hídricos, (GIRH, em inglês “*Integrated Water Resources Management*”, IWRM),

[...] A GIRH é um processo que promove o desenvolvimento coordenado e a gestão da água, da terra e dos recursos relacionados, a fim de maximizar o bem-estar econômico e social resultante de maneira equitativa, sem comprometer a sustentabilidade dos ecossistemas vitais. (GWP, 2000, tradução do autor).

Essa definição teve o intuito de ser uma estrutura comum para as discussões conceituais e as práticas de GIRH nos contextos regionais e nacionais, de forma que as instituições desenvolvam suas próprias práticas de GIRH usando a estrutura colaborativa emergente global e regionalmente (GWP, 2000). Outra definição, apresentada no relatório GEO Brasil, traz a Gestão de Recursos Hídricos (GRH)⁵ como:

[...] o conjunto de ações e atividades que ajustam mutuamente disponibilidades e demandas, proporcionam os padrões apropriados de qualidade hídrica para fins de usos múltiplos, **previnem e mitigam eventos hidrológicos críticos, naturais ou decorrentes de uso inadequado**, articulam a inserção da água como fator de desenvolvimento regional e promovem a integração da gestão das águas com a do meio ambiente, isso tudo mediante modelos institucionais descentralizados e que contemplem a participação dos usuários e das comunidade [...] (MMA, ANA, PNUMA, 2007, grifo do autor).

Em ambas as definições notam-se os princípios para as quais a GIRH foi desenhada, sendo eles a eficiência econômica, a sustentabilidade ambiental e a equidade social (GWP, 2000).

Um ponto importante das definições de GIRH está na palavra “integração”. Ela toma vários significados, referindo-se à busca por tornar grupos interdependentes de itens em um todo uniforme. Estende à integração entre: social e natural; ambiente montante e jusante; partes interessadas no planejamento (*stakeholders*) e no processo de decisão; e a integração intersetorial para desenvolvimento de políticas nacionais e regionais (GWP, 2000; RIBEIRO, 2019). O que não se deve esquecer,

⁵ A GIRH é uma filosofia adotada durante a construção da PNRH. Para distinguir a filosofia da prática de gestão de recursos hídricos, especialmente no contexto brasileiro, essa será referida por GRH.

como ressalta GWP (2000) é que essa integração por si mesmo não garante um desenvolvimento de estratégias, planos e gestão ideal.

No Brasil, a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), instituída pela Lei Federal n.º 9.433, de 8 de Janeiro de 1997, estabeleceu fundamentos, objetivos, diretrizes e instrumentos para a gestão de recursos hídricos e instituiu o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH), configurando-se como o marco legal brasileiro para implantação da GIRH. O SINGREH se estrutura a partir de um dos fundamentos da política, que trouxe a gestão descentralizada, com participação do poder público, usuários e comunidades (Art. 1.º § VI).

Baseado na experiência francesa, a PNRH adotou a bacia hidrográfica como unidade territorial de atuação (Art. 1.º § V). Sobre essa adoção, afirmam Porto e Porto que o cerne da GRH é a abordagem integrada “[...] dos vários aspectos que interferem no uso dos recursos hídricos e na sua proteção ambiental[...]” a qual a gestão por bacia hidrográfica permite (2008, p. 43). Segundo Yassuda (1993, *apud* PORTO, PORTO, 2008, p. 43), “a bacia hidrográfica é o palco unitário de interação das águas com o meio físico, o meio biótico e o meio social, econômico e cultural” (2008, p. 43).

Dentre os objetivos da PNRH, pode-se destacar como relacionado ao escopo deste trabalho, a “prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes de uso inadequado dos recursos naturais” (Art. 2.º § III). Como diretriz destaca-se a busca pela integração entre a gestão de recursos hídricos com a gestão ambiental (Art. 3.º § III) e a articulação do planejamento de recursos hídricos com o dos setores usuários e com os planejamentos regional, estadual e nacional (Art. 3.º § IV).

Quanto aos instrumentos, a política apresenta seis (dentre eles a compensação a municípios), porém discute apenas cinco deles, os quais estão apresentados no Quadro 1. Na Figura 1 é apresentado um fluxograma da conexão entre instrumentos internos à GRH brasileira.

Os instrumentos de gestão adotados pela PNRH se caracterizam por serem altamente integrados pelo Plano de Recursos Hídricos (MMA, ANA e PNUMA, 2007;

CEDE, 2015; PEREIRA *et al.*, em preparação⁶; TUCCI, HESPAGNOL, NETTO, 2001). A implantação dos Planos de Recursos Hídricos pode ser realizada na esfera nacional (Plano Nacional de Recursos Hídricos), estadual (Planos Estaduais de Recursos Hídricos, PERH) e, com base no fundamento V da PNRH, na esfera de bacia/região hidrográfica (Planos de Recursos Hídricos de Bacia Hidrográfica, PRH), conforme artigo 8.º da política.

Quadro 1 — Instrumentos da PNRH.

Instrumento	Objetivo/Finalidade
Plano de Recursos Hídricos	Fundamentar e orientar a implementação da PNRH e o gerenciamento dos recursos hídricos.
Enquadramento de corpos d'água	Assegurar às águas qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas, e diminuir os custos de combate à poluição, mediante ações preventivas permanentes.
Outorga do direito de uso	Assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso à água.
Cobrança pelo uso	Reconhecer a água como bem econômico e dar ao usuário uma indicação de seu real valor; incentivar a racionalização do uso da água; e obter recursos financeiros para o financiamento dos programas e intervenções contemplados nos planos de recursos hídricos.
Sistema de Informação	Reunir, dar consistência e divulgar os dados e informações sobre a situação qualitativa e quantitativa dos recursos hídricos; atualizar permanentemente as informações sobre disponibilidade e demanda hídrica; e fornecer subsídios para a elaboração dos planos de recursos hídricos.

Fonte: Brasil (1997).

Pela sua complexidade, os PRHs são geralmente construídos por organizações privadas ou públicas especializadas, porém são os organismos gestores os que se encarregam de, através de um ou mais documentos, geralmente chamados “termos

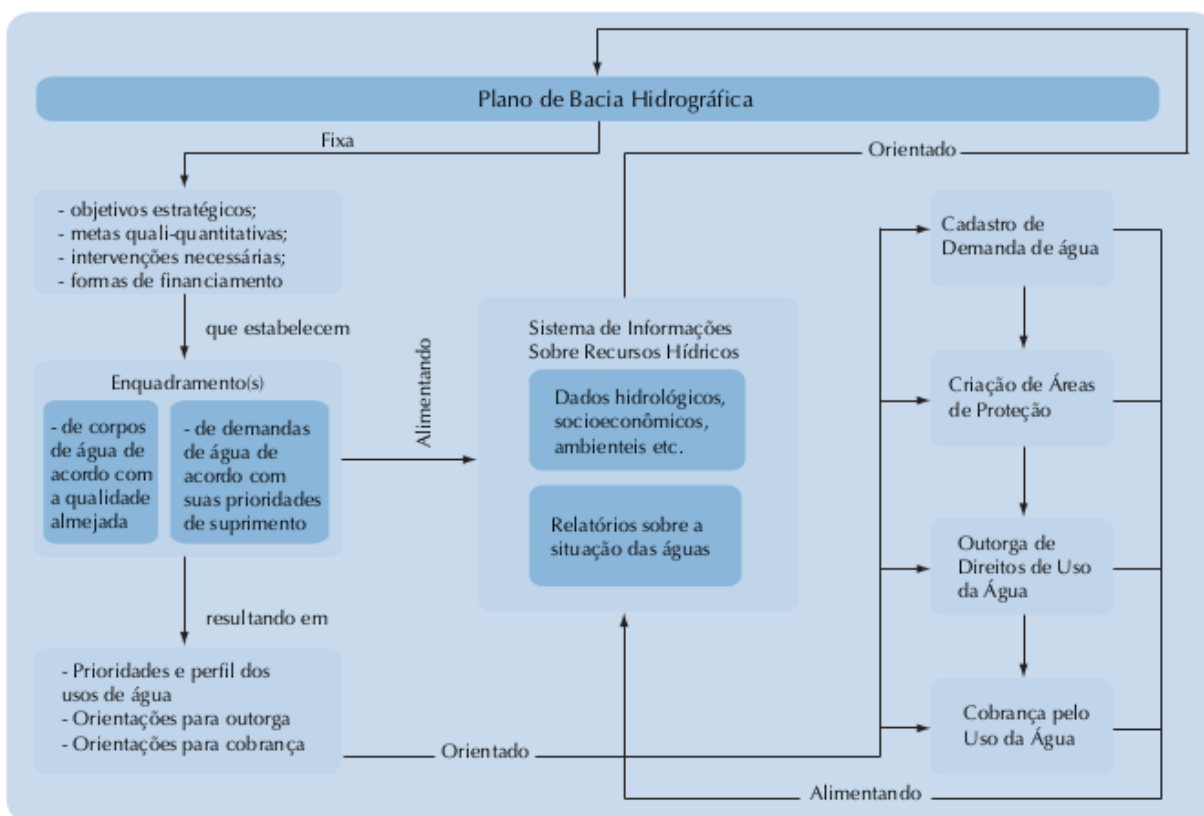
⁶PEREIRA, C. B. *et al.* **Desenvolvimento Sustentável no Planejamento de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Doce**. Em preparação.

de referência” (TdRs) (RABELO, TEIXEIRA, ESPLUGA, 2013; CEDE, 2015; LANNA, 2001; PEREIRA *et al.*, em preparação) descrever as regras para eleger os responsáveis por essa tarefa (RABELO, TEIXEIRA, ESPLUGA, 2013). Dessa forma, pode definir-se TdR como

o contrato ou documento de trabalho que descreve as atividades a serem desenvolvidas pela organização responsável pela elaboração do PRH, incluindo a descrição de cada item de serviços a serem executados, resultados e prazos de execução (RABELO, TEIXEIRA, ESPLUGA, 2013).

Disso, ressalta-se a relevância de se construir bem um TdR, pois se determinadas diretrizes não aparecem claras no TdR, dificilmente serão incorporadas no processo de planejamento.

Figura 1 – Conexão entre instrumentos internos da GRH no Brasil.



Fonte: MMA, ANA e PNUMA (2007), adaptado de Lanna (2001).

De acordo com o Art. 10º da resolução do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) nº145/2012, que estabelece diretrizes para a elaboração de PRHs e dá outras providências, os PRHs devem ser compostos de três etapas: diagnóstico integrado (verificando-se questões estratégicas sobre a situação e os problemas encontrados na bacia), projeção de cenários (com foco em formar uma visão de

futuro da região frente ao crescimento econômico e às ações de gestão) e a etapa de diretrizes e programas (com ações de gestão para minimizar os problemas atuais ou futuros) (MMA, 2012, p. 3). Conforme Zoby, 2012 (*apud* CEDE, 2015, p. 48), o tempo para elaboração dos planos depende da área e complexidade da bacia, mas geralmente dura entre 3 e 4 anos, pois envolve: elaboração do termo de referência (TdR), realização de reuniões com o Comitê de Bacia, processo licitatório e emissão da ordem de serviço (1 ano); execução dos serviços (1,5 a 2,5 anos); discussão e aprovação do PRH: 6 meses.

3.2 BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOCE, O PIRH DOCE E O ROMPIMENTO DA BARRAGEM DE FUNDÃO/MARIANA-MG

A bacia hidrográfica do rio Doce (Figura 2) possui cerca de 84 mil km², dimensões tão grandes quanto as de Portugal (92 mil km²). Seu curso d'água principal nasce em MG e percorre cerca de 880 km até a sua foz, no Oceano Atlântico, localizada no município de Linhares, ES (ANA, 2016). A região é detentora do maior complexo siderúrgico da América Latina e tem forte atuação da indústria de mineração e a do reflorestamento com eucalipto (para a indústria da celulose), responsável por grande parte das exportações brasileiras de minério de ferro, aço e celulose (ECOPLAN-LUME, 2010a).

Conforme Pereira e outros (em preparação), “o início da gestão de recursos hídricos na bacia do rio Doce, nos moldes da PNRH, teve como marco a instauração do Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Doce – CBH-Doce, em 2002”. O SINGREH, de acordo com seu âmbito de atuação na bacia do Doce, está apresentado na Figura 3. O CBH-Doce possui um caráter de Comitê Integrador. Seus integrantes são compostos por membros do poder público, dos setores usuários e da sociedade civil, membros indicados dos comitês das bacias dos rios afluentes ao rio Doce e, por ele ser um rio de domínio da União, que cruza dois estados (ES e MG), também representantes governamentais dos estados que intercepta e da Federação.

Outro grande marco para a GRH da bacia foi a aprovação do PIRH Doce, fruto de um processo participativo empreendido de junho de 2008 ao final do ano de 2009. O objetivo expresso do PIRH Doce foi

[...] produzir um instrumento capaz de orientar o CBH Doce, os CBHs de bacias afluentes, os órgãos gestores dos recursos hídricos da bacia e demais componentes do Sistema de Gestão de Recursos Hídricos com responsabilidade sobre a bacia do rio Doce, com vistas à gestão efetiva dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos da bacia, de modo a garantir o seu uso múltiplo, racional e sustentável em benefício das gerações presentes e futuras. (ECOPLAN-LUME, 2010a, p. 14).

O PIRH foi elaborado pelo Consórcio ECOPLAN-LUME, com participação dos representantes dos dez comitês atuantes na bacia hidrográfica do Rio Doce e do Grupo de Acompanhamento Técnico (GAT), o qual era formado pelos órgãos gestores de recursos hídricos, representados pela Agência Nacional de Águas (atualmente denominada Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, ANA), Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), e Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA), do Espírito Santo (ECOPLAN-LUME, 2010a).

O PIRH Doce foi organizado em três volumes (Volume I – Diagnóstico e Prognóstico da Bacia do Rio Doce, Volume II – Metas e Programas de Ação, Volume III - Diretrizes para a Gestão da Bacia do Rio Doce), sendo constituído por um conjunto articulado de 9 planos de ação para cada uma das bacias dos rios afluentes (Planos de Ações para as Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos no Âmbito da Bacia do Rio Doce, PARHs), ao invés de um plano de bacia nos moldes tradicionais, o que foi considerado por Rabelo, Teixeira e Espluga (2013) uma iniciativa inédita no Brasil.

As diretrizes para elaboração do plano foram definidas no documento “*Termos de referência para a elaboração do plano integrado da bacia hidrográfica do rio Doce e para os planos de ações de recursos hídricos das bacias afluentes ao rio Doce*” (CBH-DOCE, 2007), sendo esse um importante documento para entender os princípios utilizados para construção do plano. Pereira e outros (em preparação) utilizaram o TdR de 2007 para avaliar como as questões sobre o desenvolvimento sustentável foram tratadas na construção PIRH Doce. Como afirma Rabelo, Teixeira e Espluga (2013, p. 185), “Se as diretrizes e leis são a realidade idealizada, o TdR-Doce [TdR de 2007] é a realidade planejada no nível executivo”.

Figura 2 – Bacia Hidrográfica do Rio Doce e seus respectivos comitês.

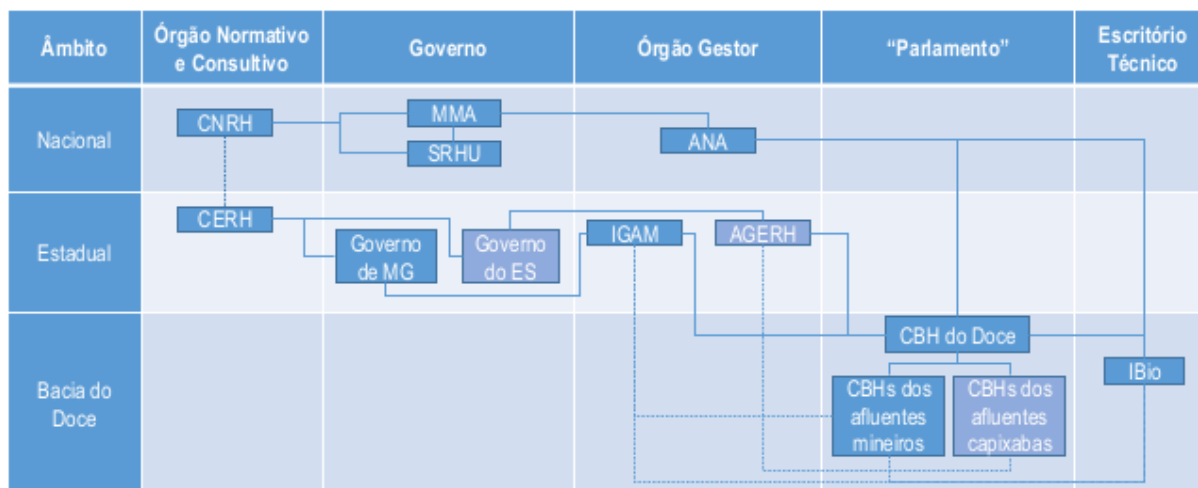


Fonte: ANA (2016).

Em 5 de novembro de 2015, ocorreu um dos eventos mais dramáticos da história da bacia hidrográfica do rio Doce: no município de Mariana/MG, rompeu-se a barragem de rejeitos de minério de ferro de Fundão, propriedade da Samarco Mineradora SA, uma empresa *joint venture* entre as grandes empresas Vale SA e BHP Billiton (ROCHE *et al.*, 2017). Despejou-se em torno de 45 milhões de m³ de rejeitos (WMTF, 2019) que inundaram a cidade de Bento Rodrigues e juntaram material detrítico que passaram pelos rios Gualaxo do Norte, Do Carmo e Doce. Os rejeitos atravessaram os estados de Minas Gerais e Espírito Santo, Brasil, até chegar à foz

do rio Doce no Oceano Atlântico, uma trajetória de mais de 650 km (ANA, 2016; ROCHE *et al.*, 2017).

Figura 3 — Matriz institucional da GRH na bacia do rio Doce⁷



Fonte: ANA (2016, p. 14)

Quando comparado a outros rompimentos, os danos do Rompimento da Barragem de Fundão são bem abrangentes. No âmbito social e econômico houve o registro de 19 mortos (FREITAS; SILVA; MENEZES, 2016), 600 famílias desalojadas, 400.000 com interrupção do abastecimento, embargo da pesca, prejuízos ao turismo, retração na economia local, prejuízos às comunidades indígenas e tradicionais (ROCHE *et al.*, 2017), problemas na captação e tratamento de água (ANA, 2016; FREITAS; SILVA; MENEZES, 2016; ROCHE *et al.*, 2017) perda de empregos (FREITAS; SILVA; MENEZES, 2016), destruição de monumentos do patrimônio cultural (FREITAS; SILVA; MENEZES, 2016; ROCHE *et al.*, 2017), além de grandes danos psicológicos às comunidades afetadas (CRISTIANA *et al.*, 2015). Ambientalmente, houve impactos significativos para os rios e lagoas atingidas, com mortandade da macrofauna aquática e em especial de organismos planctônicos que são base da cadeia alimentar, supressão da mata ciliar no trecho inicial (ROCHE *et al.*, 2017), comprometimento da infiltração de água, bioacumulação de metais

⁷ A partir de 21/12/2020 a entidade delegatária e equiparada à função de escritório técnico/agência de água na bacia hidrográfica do rio Doce tornou-se a Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (AGEVAP), através de sua filial em Governador Valadares/MG, denominada AGEDOCE, sucedendo o Instituto BioAtlântica (IBio) que atuava na região. Disponível em: <<https://agedoce.org.br/apresentacao/>>. Acesso em 22 de setembro de 2021.

pesados (FREITAS; SILVA; MENEZES, 2016) e aumento dos processos de erosão (SEDRU, 2016).

Em 2 de março de 2016, com fim de “[...] recuperação, mitigação, remediação e reparação, inclusive indenização, pelos impactos socioambientais e socioeconômicos, quando possível, causados pelo rompimento [...]” (TTAC, 2016, p. 4), e também para compensar onde não houvesse possibilidade de recuperação (TTAC, 2016, p. 7) firmou-se acordo denominado Termo de Transação e Ajustamento de Conduta (TTAC) entre:

- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama);
- Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio);
- Agência Nacional de Águas (ANA, atual Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico);
- Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM);
- Fundação Nacional do Índio (Funai);
- Instituto Estadual de Florestas (IEF);
- Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM);
- Fundação Estadual de Meio Ambiente (FEAM);
- Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA);
- Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal do Espírito Santo (IDAF);
- Agência Estadual de Recursos Hídricos (AGERH);

e as empresas responsáveis pelo Rompimento:

- Samarco Mineradora SA;
- Vale SA;
- BHP Billiton. (TTAC, 2016, p. 1).

Posteriormente, em 25 de junho de 2018, celebrou-se um Termo de Ajustamento de Conduta - Governança (TAC GOV), com a adesão do Ministério Público e Defensoria Pública Federal, de Minas Gerais e do Espírito Santo (ALVES *et al.*, 2019, p. 4).

A partir do TTAC, criou-se uma fundação privada responsável pela gestão dos projetos de recuperação nos subseqüentes quinze anos, depois denominada Fundação Renova, responsável por operacionalizar os programas socioambientais e

socioeconômicos, de caráter reparatório (para mitigar, remediar e/ou reparar impactos) ou compensatório (para compensar impactos não mitigáveis ou não reparáveis). Também criou-se um comitê interfederativo (CIF), de caráter consultivo e fiscalizador da fundação, composto de representantes governamentais da União, dos Estados de MG e ES, dos municípios atingidos, do CBH-Doce, de instituições de ensino e pesquisa e das comunidades impactadas (ANA 2016, p. 49).

3.3 GESTÃO DE RISCOS E DESASTRES TECNOLÓGICOS

Um desastre pode ser considerado como

[...] um evento concentrado no tempo e espaço, no qual a sociedade ou uma de suas subdivisões sofre danos físicos e perturbações sociais, de tal forma que todas ou algumas funções essenciais da sociedade ou subdivisão desta é prejudicada” (FRITZ, 1961 *apud* LINDELL, 2013, p. 797, tradução nossa).

A área responsável pela gestão nesse tema é denominada Gestão de Riscos e Desastres (GRD, em inglês “*Disaster Risk Management*”, DRM) e pode ser definida como

O processo sistemático de usar diretivas administrativas, organizações e habilidades e capacidades operacionais para implementar estratégias, políticas e melhores capacidades de enfrentamento, de modo a diminuir os impactos adversos de perigos e a possibilidade de desastre (UNISDR, 2009, p. 10, tradução nossa).

Principalmente devido às diferentes concepções teóricas para o termo *hazard*, da literatura inglesa, muitas vezes traduzido para o português como perigo ou ameaça, é possível encontrar diferentes conceituações para esse termo (FURTADO *et al.*, 2012, p. 54). A UNISDR define *hazard* (ou perigo/ameaça) como:

Um fenômeno perigoso, substância, atividade humana ou condição que pode causar perda de vidas, ferimentos ou outros impactos à saúde, danos à propriedade, perda de meios de subsistência e serviços, perturbação social e econômica ou dano ambiental (UNISDR, 2009, p. 17, tradução nossa)

Outro conceito importante na GRD é o de “vulnerabilidade”, que Castro (1999) expressa como a “[...] condição intrínseca ao corpo ou sistema receptor que, em interação com a magnitude do evento ou acidente, define os efeitos adversos, medidos em termos de intensidade dos danos previstos” (p. 9, *apud* FURTADO *et al.*, 2012, p. 55).

Esses dois conceitos são a base para o que denomina-se “risco”, sendo esse a “[...] probabilidade de ocorrência de um evento adverso, causando danos ou prejuízos” (FURTADO *et al.*, 2012, p. 55). O conceito de risco é geralmente expresso como:

$$\text{Risco} = \text{Perigo} \times \text{Vulnerabilidade}$$

Na literatura os desastres são geralmente divididos em duas grandes categorias: desastres naturais e desastres tecnológicos. Os desastres naturais ocorrem devido a perigos naturais — como furacões, chuvas intensas, secas, terremotos e epidemias. Por outro lado, os desastres tecnológicos ocorrem devido a perigos tecnológicos, resultantes de falhas acima do normal em infraestruturas e atividades humanas — como acidentes em transporte de cargas, rompimento de barragens, explosão de reatores e grandes incêndios urbanos (SHALUF, 2007; SOMASUNDARAM *et al.*, 2007; UNISDR, 2018). Londe e outros (2014), ao tratar sobre desastres relacionados à água no Brasil, divide-os como de excesso (inundações graduais ou bruscas e rompimentos de barragens) e de escassez (estiagem, seca, dificuldades no abastecimento de água potável, impactos na agricultura).

Há uma corrente utilização de outros termos relacionados para referir-se a desastres tecnológicos, como acidentes ampliados⁸ (ILO 1988, *apud* SHALUF, 2007) e perigos causados por humanos⁹ (UNISDR, 2018). Subcategorias também são apresentadas pela UNISDR (2018), como perigos químicos/industriais, nucleares e radiológicos, bem como de transporte. UNISDR (2009) define perigo tecnológico como:

[...] um perigo originado de condições industriais ou tecnológicas, incluindo acidentes, procedimentos perigosos, falhas em infraestruturas ou atividades humanas específicas, que pode causar perda de vida, injúria, doenças ou outros impactos na saúde, danos à propriedade, perda de moradias e rupturas social, econômica e de serviços, ou danos ambientais (UNISDR, 2009, p. 29, tradução nossa).

O presente estudo adotará o termo “desastre tecnológico” para referir-se aos desastres advindos de perigos tecnológicos (ou perigos causados por humanos). Evitar-se-á utilizar a designação “acidente” (utilizada em muitas definições, como em “acidentes ampliados”), que induz a um pensamento de eventos que ocorreram por “acaso” ou “coincidência”, preferindo-se em alguns momentos, utilizar o termo “incidente”, como sinônimo de “evento”.

⁸ Major accident

⁹ Man-made hazards

Mundialmente, as instituições de Proteção e Defesa Civil são as encarregadas de coordenar, ao nível governamental, ações voltadas à Redução de Riscos e Desastres (RRD). Essas instituições surgiram em meados de 1940, devido à Segunda Guerra Mundial. No mesmo período, com a declaração de guerra do Brasil contra o Eixo, em 1942, as instituições de Defesa Civil passaram a se desenvolver, evoluindo gradualmente — a partir de diversas leis, decretos e resoluções — de ações relacionadas a questões de guerra para lidar com preservação da moral da população, o restabelecimento da normalidade social e a proteção civil (FURTADO *et al.*, 2012, p. 12, 43). Todavia, apenas em 10 de abril de 2012 foi promulgada a Lei n.º 12.608, que instituiu a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC); dispôs sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC) e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil (CONPDEC), e autorizou a criação de sistema de informações e monitoramento de desastres. A lei também alterou a Lei n. 12.340, de 1º de dezembro de 2010, Lei n. 10.257, de 10 de julho de 2001 (Lei do Estatuto da Cidade), Lei n. 6.766, de 19 de dezembro de 1979 (Lei do Parcelamento do solo urbano), Lei n. 8.239, de 4 de outubro de 1991 (regulamenta o artigo 143, §§ 1º e 2º da Constituição Federal, que dispõem sobre a prestação do Serviço Alternativo ao Serviço Militar Obrigatório), Lei n. 9.394, de 20 de dezembro de 1996 (Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional), e deu outras providências (BRASIL, 2012; FURTADO *et al.*, 2012, p. 15).

No Brasil, a classificação dos desastres tem buscado acompanhar as evoluções na classificação internacional (FURTADO *et al.*, 2012). Uma das classificações utilizadas na época de lançamento da PNPDEC e ainda em vigor é a Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE), onde os desastres são divididos por grupos (Natural e Tecnológico), subgrupos, tipo e subtipos (Quadro 2). Em relação ao desastre de Mariana, segundo a classificação COBRADE se enquadraria no Grupo 2 (Tecnológico), Subgrupo 4 (Relacionado a obras civis), tipo 2 (Rompimento/Colapso de Barragens).

Quadro 2 – Grupos e Subgrupos da Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE).

Grupo	Subgrupo
1) Naturais	1) Geológico
	2) Hidrológico
	3) Climatológico
	4) Biológico
2) Tecnológicos	1) Relacionados a substâncias radioativas
	2) Relacionados a produtos perigosos
	3) Relacionados a incêndios urbanos
	4) Relacionados a obras civis
	5) Relacionados a transporte de passageiros e cargas não perigosas

Fonte: SEDEC, 2012 (*apud*, FURTADO *et al.*, 2012).

3.4 INTEGRAÇÃO ENTRE GRH E GRDT

Conforme Porto e Porto (2008), assim como o Centro de Estudos e Debates Estratégicos da Câmara dos Deputados (CEDE) (2015), os instrumentos da PNRH não possuem caráter obrigatório de implantação conjunta e nem são os únicos que podem ser desenvolvidos. Na análise conduzida no GEO Brasil (MMA, ANA, PNUMA, 2007) perceberam-se outros instrumentos implantados nos estados da Federação além dos contidos na política nacional, a exemplo do rateio de custos das obras de uso múltiplo, adoção de penalidades e Fundos de Recursos Hídricos, entre outros. De acordo com Conejo (1993, *apud* TEDESCO, 2009), instrumentos da gestão de recursos hídricos podem ser definidos como

[...] um conjunto de mecanismos, regras e normas técnicas, econômicas e legais que fornecem a base de atuação e vão condicionar a estruturação das instituições que compõem o sistema de gestão, como as políticas e os planos de recursos hídricos [...] (p. 40)

Tedesco (2009), ao analisar a variedade de instrumentos da GRH apresenta uma proposta de classificação presente na literatura que engloba os instrumentos como de: Comando e Controle (de regulação direta pelo estado, ex.: outorga, fiscalização, licenças); Gestão Social Compartilhada (onde atuam a negociação social e consensos, ex: PRH, Enquadramento de corpos d'água); Econômicos (de regulação pelo comitê e respectivas agências, ex.: Cobrança pelo uso, cobrança pelo uso de produtos que impactam negativamente o meio ambiente, subsídios e incentivos); Adesão voluntária (por parte do mercado e da sociedade civil, ex.: certificações ambientais); e Apoio à Gestão (ex.: Sistema de Informações, sistema de suporte a

decisão, tecnologia). Diante da variedade de instrumentos, pode-se concluir que há vantagem na PNRH tratar de poucos desses, e deixar em aberto para aplicação de outros instrumentos, adaptando-se à realidade de cada bacia.

Ao se tratar da integração entre a GRH e com outras gestões no contexto brasileiro, um dos métodos estudados é a integração através dos instrumentos. Marinato (2008) elaborou um modelo conceitual com essa perspectiva, para integrar a GRH com a gestão municipal urbana. O mesmo modelo foi seguido e adaptado por Tedesco (2009) e Ferraz (2010) em estudos posteriores. Para esses modelos é primordial uma integração interna, entre os instrumentos da própria GRH, sendo que neles os 5 instrumentos definidos na PNRH — Plano de Recursos Hídricos, Cobrança, Outorga, Enquadramento e Sistema de Informações — eram os elos com as demais gestões, tendo o Enquadramento de Corpos d'Água como central.

Por sua vez, a ANA tende a apontar o PRH como instrumento central de planejamento no relatório de 2013 (pode ser observado na figura com demais instrumentos da PNRH em ANA, 2013, p. 277). Como ressaltam Porto e Porto (2008, p. 51), os Planos de Recursos Hídricos e o Enquadramento de Recursos Hídricos têm objetivo de construção de consenso e ampliação do espectro de atores na discussão, e possuem papel especial na integração com a gestão territorial. Sendo instrumentos importantes de planejamento de recursos hídricos, haveria valor em considerar ambos em uma análise dos efeitos do desastre no planejamento, porém no presente trabalho focalizou-se na análise do PRH apenas, pois a bacia do rio Doce não possui Enquadramento (até então).

Verifica-se, um receio geral por parte de gestores e pesquisadores do tema, de que os PRHs deixem de ser de recursos hídricos, apenas, para se tornar um plano dos recursos ambientais ou de desenvolvimento regional (LANNA, 2001, p. 217; ZOBY, 2015, p. 200). Daí se tem o cuidado que é necessário durante integração entre gestões em um PRH: sem um Plano focado em operacionalizar os instrumentos da própria GRH, não há condições de se pensar em integrá-lo com outras gestões. Há aqui uma essência de complementaridade, uma perspectiva sistêmica, onde o fortalecimento de um setor com seus próprios instrumentos se dará concomitante à integração com outro que também esteja consolidando seus respectivos instrumentos.

Existe, portanto, uma necessidade de fortalecer cada setor específico com seus respectivos instrumentos e enquanto isso integrá-los. Marinato (2008) argumenta que instrumentos da gestão municipal, como controle de uso e ocupação do solo, precisam ser utilizados complementarmente aos instrumentos da GRH. Essa importância dos municípios se estende à GRD, tendo em vista a “importância dos governos locais quando se trata de entregar uma gestão eficaz de desastres” (BAE, JOE, WON, 2016, p. 51, tradução nossa). Parte disso é pela região local ser a que mais conhece os perigos que enfrenta, porém, os que menos têm recursos humanos especializados para lidar com os riscos (BAE, JOE, WON, 2016). A interlocução com os municípios, portanto, pode ser também uma porta para a rede de parcerias na GRD.

Além da articulação intergovernamental, há também a importância da articulação com a sociedade civil. Para Porto e Porto (2008) a participação pública é característica intrínseca do Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos, e a “forma mais eficiente de garantir a implantação das decisões tomadas” (PORTO, PORTO, 2008, p. 49). Spaliviero e outros (2011), defendem que uma abordagem participativa auxilia países em desenvolvimento, onde dados são escassos e a capacitação é fraca, a criarem efetivos planos de bacia que integrem a gestão da água, território e desastres.

Esses aspectos fazem parte de uma abordagem descentralizada da GRH, todavia não deve ser confundida com a substituição de um poder central. A esse poder cabe o disciplinamento e garantia do bem comum, enquanto à sociedade cabe a vigilância e construção do pacto de sustentabilidade (PORTO, PORTO, 2008, p. 49). O mesmo é aplicável à GRD de acordo Bae, Joe e Won (2016), que recomendam “uma liderança aprimorada, supervisão e funções de coordenação do governo nacional, para que a governança descentralizada de desastres funcione com sucesso”(BAE, JOO, WON, 2016, p. 52). Outro aspecto é que mesmo que a descentralização da governança seja útil na GRH e na GRD, pela experiência dos sistemas de comandos de operações (SCOs), a existência de diversas vozes no momento da crise pode atrapalhar a resolução do problema.

No Brasil, tanto na Resolução CNRH nº 17 de 29 de maio de 2001 que estabelecia conteúdo mínimo dos PRHs, quanto na Resolução CNRH 145/2012 (MMA, 2012),

que revogou a anterior, não se abordou a questão de riscos e desastres, sendo que o mais próximo sobre o assunto que essa última dispõe é em relação a estabelecer na etapa de prognóstico “as necessidades e alternativas de prevenção, ou mitigação das situações críticas identificadas”, não se referindo especificamente a desastres. Ainda assim, cheias e secas foram assuntos da GRD que receberam enfoque no PIRH Doce de 2010, caso também do PRH de outra grande bacia, a do rio São Francisco, onde ocorreu o Desastre de Brumadinho.

Na América Latina, verifica-se que planos de recursos hídricos, inclinam-se a tratar apenas desastres naturais, o que pode ser uma tendência mundial. Na Colômbia, desastres naturais são integrados aos PRHs, porém tratados em documento especial denominado “Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas”, no entanto, desastres tecnológicos não ganham ênfase ou detalhamento. Convivência como El Niño e La Niña forçam países como Chile, Colômbia e México a considerar desastres devido a mudanças climáticas como questões-chave em sua GRH, mas ainda há pouca interligação dessas informações com a GRDT dentro de seus respectivos planejamentos.

Essa tendência em não considerar desastres tecnológicos parece ser pela baixa percepção do risco, devido a menores ocorrências, registros e danos que os devido a perigos naturais, todavia tais desastres não são necessariamente menos graves. Mesmo com a falta de dados quanto aos desastres tecnológicos, Zúñiga e Villoria (2018) descobriram que no caso do México, 1 a cada 3 desastres registrados no EM-DAT¹⁰ de 1900 a 2016 eram dessa categoria. Conforme Van Loenhout, Below e Horions (2020) de 1980 a 2018, entre os dados sobre desastres tecnológicos, incidentes relacionado a transporte foram os mais registrados no mundo (69%) e desastres industriais foram os que mais afetaram pessoas (65%). Países emergentes e recentemente industrializados são os que encabeçam a lista dos 10 países com maior número de ocorrência de desastres tecnológicos.

No Brasil, desastres envolvendo barragens têm sido os grandes catalisadores da integração entre a GRH e a GRDT. Um dos primeiros documentos formulados para

¹⁰ O Banco de Dados de Eventos de Emergência (EM-DAT, do inglês “*Emergency Events Database*”), foi criado em 1988 pelo Centro de Pesquisa em Epidemiologia de Desastres (do inglês *Centre for Research on the Epidemiology of Disasters*) com o apoio da Organização Mundial da Saúde e do Governo Belga. O EM-DAT contém dados essenciais sobre a ocorrência e os efeitos de desastres ocorridos de 1900 até os dias atuais. Disponível em: <<https://www.emdat.be/>>.

lidar com esses eventos no país, foi o Plano Nacional de Prevenção, Preparação e Resposta Rápida a Emergências Ambientais com Produtos Químicos Perigosos (P2R2), criado pelo Decreto n.º 5.098 de 2004 atrelado à Política Nacional de Meio Ambiente (BRASIL, 2004). Seu surgimento foi devido ao rompimento de uma barragem de resíduos industriais da indústria de papel em Cataguases/MG em 2003, que contaminou os rios Pomba e Paraíba do Sul, quando se percebeu a deficiência na estrutura de atendimento a incidentes desse tipo (ABEMA *et al.*, 2007, p.6).

Em 2012, um acordo de cooperação técnica entre ANA e a Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (SEDEC) colocava ambos de frente das articulações em casos de emergência envolvendo rompimento de barragem. Em 2018, com aproximação do término da vigência desse acordo, um novo foi firmado entre as instituições fiscalizadoras da segurança de barragens no nível federal — ANA, Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), Agência Nacional de Mineração (ANM), Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) — e a SEDEC, após percepção da “desarticulação dos agentes governamentais e de baixa capacidade de fornecer respostas à altura [dos desastres]”(ANA *et al.*, 2020, p. 9). Nesse arranjo, a ANA assume responsabilidade de

[...] órgão fiscalizador de segurança de barragens, [...] organizar, implantar e gerir o SNISB [Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens]; promover a articulação entre os órgãos fiscalizadores de barragens; coordenar a elaboração do Relatório de Segurança de Barragens (RSB); e receber denúncias, em conjunto com Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC), dos demais órgãos ou entidades fiscalizadoras sobre qualquer não conformidade que implique risco imediato à segurança bem como qualquer acidente que ocorra em barragens no Brasil (ANA *et al.*, 2020, p. 14).

Uma das primeiras atuações do grupo foi no desastre de Brumadinho (ANA *et al.*, 2020).

Apesar de elementos da gestão de risco de rompimento de barragens aparecerem em documentos da defesa civil visando integração entre gestões, mesmo antes dos eventos de Mariana e Brumadinho (exemplo: no Plano Estadual de Defesa Civil do Espírito Santo, versão de outubro de 2015), observa-se uma conscientização maior após os desastres — como o pedido aos municípios do ES para incorporar Planos

de Ação de Emergência (PAEs) de barragens como anexos em seus respectivos Planos de Contingência de Proteção e Defesa Civil (PLANCONs)¹¹

Em 2019 outro avanço surgiu com o Plano Nacional de Segurança Hídrica (PNSH). O novo instrumento cria o Índice de Segurança Hídrica (ISH), calculado a partir de quatro dimensões (Quadro 3): a humana e a econômica que “permitem quantificar os déficits de atendimento às demandas efetivas (abastecimento humano e setor produtivo) e riscos associados”, e a ecossistêmica e a de resiliência que “possibilitam identificar as áreas mais críticas e vulneráveis” (ANA, 2020a, p. 7). A dimensão ecossistêmica traz como um de seus indicadores a “segurança das barragens de rejeito de mineração”. Como o PNSH incentiva que os estados elaborem seus próprios planos, incorporando maior detalhamento, o estado de MG requereu através do TdR de seu Plano Mineiro de Segurança Hídrica a avaliação de risco de rompimento de barragens de água, de rejeitos e resíduos perigosos, estabelecendo grau de vulnerabilidade (IGAM, 2021).

Quadro 3 — Dimensões e indicadores do ISH.

Indicadores do ISH	
DIMENSÃO	INDICADOR
Humana	Garantia de água para abastecimento humano
Econômica	Garantia de água para irrigação e pecuária Garantia de água para atividade industrial
Ecossistêmica	Quantidade adequada de água para usos naturais Qualidade adequada da água para usos naturais Segurança das barragens de rejeito de mineração
Resiliência	Reservação artificial Reservação natural Potencial de armazenamento subterrâneo Variabilidade pluviométrica

Fonte: ANA (2019, p. 21).

¹¹ Informação obtida verbalmente pelo Sub. Ten. BM Geocimar Martins De Castro, do departamento de Respostas da Defesa Civil do ES, no curso “Elaboração e Inserção do Plano de Contingência no S2ID”, ocorrido nos dias 9 e 10 de junho de 2021.

Lanna (2001), em seu modelo para formulação de TdR para PRHs, traz a análise de riscos como parte do diagnóstico, com foco em eventos que apresentem interesse às deliberações do PRH. Segundo o autor:

Cabe ao planejador assegurar-se de que suas propostas resultem em situações onde a sociedade e o ambiente sejam confrontados com riscos tolerados de eventos deletérios, como secas, cheias, **poluições acidentais**, e diversos outros tipos de eventos incertos que estabelecem crises no atendimento das diversas demandas. A análise de risco verifica se as propostas de intervenção geram um sistema de recursos hídricos robusto, no sentido de poder confrontar-se satisfatoriamente com estes eventos incertos, e resilientes, no sentido de que possam se recuperar rapidamente, caso eles ocorram. (Lanna, 2001, p. 86, grifo nosso).

Baseado nas concepções de Quarantelli (1999), há mais valor em tratar a GRD de forma holística (naturais e tecnológicos conjuntamente), pois as mesmas ações que trariam preparação para um desastre traria para outro (como os sistemas de alerta e de alarme). Quarantelli (1999) também aborda que uma das semelhanças entre os desastres e os demais problemas ambientais, como a poluição, é que ambos tendem a vir das mesmas fontes de estresse. Podemos concluir que as mesmas fontes que causam a poluição “corriqueira” é a que causa a poluição “acidental”, reforçando de que há lugar para a GRDT no PIRH Doce.

Certamente, há alguns desafios quanto à GRDT que dificultam sua integração com a GRH. Por exemplo, diversos dados da GRD utilizados em PRHs vem de órgãos gestores atuantes na bacia ou adquiridos através de estudos hidrológicos, meteorológicos e geológicos contratados, que tendem a se basear em muitos dados públicos, como imagens de satélite. Mas, enquanto essas informações para a gestão de desastres naturais são amplamente divulgadas e estão em mãos de órgãos públicos ou organizações não governamentais, muitos dos dados referentes a desastres tecnológicos estão de posse de empreendimentos privados (UNDRR, 2019). Essas empresas podem esconder informações para evitar multas e para não atrapalhar a sua imagem, e mesmo quando são disponibilizadas, geralmente não são suficientes, ou não estão sistematizadas pelos órgãos fiscalizadores.

Outra questão é de que ao se tratar de desastres tecnológicos, os responsáveis pela reparação/recuperação são os poluidores (princípios da responsabilidade e do poluidor pagador), diferente dos desastres naturais onde o governo (incluindo o SINGREH) tende a se responsabilizar e promover as ações. Porém, a

responsabilidade dos empreendimentos causadores dos desastres não isenta os governos de aplicarem para prevenção, instrumentos de comando e controle (como a fiscalização) disciplinadores da GRH e da gestão territorial.

O PERH do ES, ao trazer sua base teórica para proposição de cenários, assemelhando-o ao ataque às Torres Gêmeas, considerou o desastre de Mariana como um “cisne negro”, ou seja, um evento inesperado, mas que após ocorrer mostra-se bem plausível e, até certo ponto, explicável. Contudo, Roche e outros (2017) ressaltam que desastres com barragens têm se tornado recorrentes e invalidam o argumento de que desastres como o de Mariana são inesperados.

Uma forma de incorporar a possibilidade de desastres além dos envolvendo barragens é a identificação de empreendimentos com potencial de contaminação dos recursos hídricos. Isso foi realizado na bacia do rio Tisza, afluente do rio Danúbio, sobretudo com os sistemas de informação, montando um grande inventário, o ARS Inventory, de áreas contaminadas e de riscos de poluição de corpos d’água por substâncias perigosas que atua unido ao Plano de Manejo Integrado da Bacia do Rio Tisza (do inglês *Integrated Tisza River Basin Management Plan*) (ICPDR, 2001; INTERREG, 2019). A bacia do rio Danúbio, bem como outras regiões da Europa, possui um inventário de instalações perigosas e de liberação de substâncias¹². Um sistema parecido ao ARS Inventory, de previsão de eventos críticos, foi elaborado na bacia do rio Paraíba do Sul¹³, incorporando atividades com potencial de risco ambiental, pontos vulneráveis e barramentos existentes na bacia.

¹² EEA (European Environment Agency). **European Pollutant Release and Transfer Register (E-PRTR)**. Disponível em <<https://prtr.eea.europa.eu/#/home>>. Acesso em 21 de setembro de 2021.

¹³ Sistema de Previsão de Eventos Críticos na Bacia do Rio Paraíba do Sul (SISPREC), elaborado pela Engecorps Engenharia S.A., mesma empresa contratada para atualização do PIRH Doce. Disponível em <<http://gripbsul.ana.gov.br/Sisprec.html>>. Acesso em 22 de setembro de 2021

4. METODOLOGIA

As etapas metodológicas que nortearam a execução deste trabalho foram agrupadas por objetivo específico e serão apresentadas a seguir.

4.1 COMPARAÇÃO DE COMO A INTEGRAÇÃO ENTRE GRH E GRDT FOI ABORDADA NO PLANEJAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA DO RIO DOCE ANTES E APÓS O ROMPIMENTO DA BARRAGEM DE FUNDÃO

Com o fim de compreender o funcionamento da GRH e a da GRDT, e quais características podem facilitar a integração entre essas duas gestões, realizou-se uma extensiva pesquisa bibliográfica na literatura científica nacional e internacional, em bases disponíveis pelo acesso via Comunidade Acadêmica Federada (CAFe) do Portal Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), como Scopus e Web of Science, e pelo Google Academics. Os assuntos pesquisados relacionaram-se à GRH, GRD, desastres tecnológicos, mecanismos e instrumentos de gestão, gestão de crises e integração entre gestões.

Em seguida, realizou-se *pesquisa documental*, elencando-se documentos relevantes para indicar como desastres de natureza tecnológica foram ou têm sido tratados durante o planejamento e execução de ações no âmbito do PIRH Doce. Os documentos foram caracterizados em planilha disposta em apêndice quanto ao tipo, objetivo (o que?), área de abrangência (onde?), prazos e períodos de vigência/atuação (quando?), responsáveis pela aplicação (quem?), interferência no planejamento e execução de ações na bacia (como?) e relevância para a pesquisa. Escolheu-se realizar a análise a partir dos Termos de Referência de elaboração (CBH-Doce, 2007) e de atualização (ANA, 2020)¹⁴ do plano, por serem as bases para o PIRH Doce.

Foi analisado se os TdRs de 2007 e de 2020 continham aspectos/diretrizes, elencados a partir da literatura científica estudada, que facilitassem a integração entre a GRH e a GRDT. Esses aspectos/diretrizes foram escolhidos de modo que pudessem apontar os anseios dos gestores de recursos hídricos, especificamente o

¹⁴ A ANA denominou “Projeto Básico” o que na presente monografia está sendo chamado “termo de referência”, no que tange ao documento base para atualização do PIRH Doce. Adotou-se essa outra nomenclatura com intuito de facilitar a leitura.

CBH-Doce, manifestados nos TdRs, quanto à cada critério estabelecido. O resultado dessa análise foi exposto em um quadro comparativo, de como os aspectos foram abordados antes e depois do Rompimento da Barragem de Fundão nos TdRs.

Com isso, discutiram-se os resultados por grupos de critérios, segregados por similaridade, dispostos de modo a possibilitar uma análise gradual, expondo primeiro os aspectos de integração e fortificação interna da gestão (operatividade da GRH na bacia), depois a articulação e fortalecimento com outros atores e gestões (integração com outros atores e instrumentos), e então a articulação com uma gestão específica (integração dos instrumentos da GRH com a GRDT). Na primeira coluna do quadro colocaram-se os grupos de critérios, na segunda os critérios individuais, separados pelos grupos, e nas seguintes, por ordem de publicação dos TdRs, foi respondida se “os seguintes anseios foram expressos nos TdRs?”, referindo-se aos aspectos/diretrizes escritos na segunda coluna de cada linha, respondendo sim ou não seguido de um comentário a partir de avaliação do autor. As células com respostas positivas foram destacadas com cor diferente das com resposta negativa.

4.2 DISCUSSÃO DOS EFEITOS DO DESASTRE TECNOLÓGICO ASSOCIADO AO ROMPIMENTO DA BARRAGEM DE FUNDÃO NO PIRH DOCE

Para analisar e discutir os efeitos do Rompimento da Barragem de Fundão no PIRH Doce, foi realizada pesquisa bibliográfica semelhantemente à descrita na seção 4.1, acrescentando-se a busca por relatórios nacionais ou internacionais. A literatura pesquisada focou em análises do rompimento de Mariana, seus efeitos sobre os recursos hídricos e sobre o planejamento destes, bem como outros casos semelhantes de desastres tecnológicos e suas consequências sobre o planejamento de recursos hídricos.

A partir do quadro de documentos atuantes sobre a gestão de recursos hídricos da bacia do rio Doce (descrito na seção 4.1), analisou-se a importância para a pesquisa, e devido ao tempo disponível para a realização do estudo, considerou-se como suficiente, para a análise dos efeitos do Desastre de Mariana sobre o PIRH Doce, analisar apenas o Plano, que se divide em relatório executivo (ECOPLAN-LUME, 2010a) e mais 3 volumes:

- Volume I — Diagnóstico e Prognóstico da Bacia do Rio Doce (ECOPLAN-LUME, 2010b);
- Volume II — Metas e Programas de Ação (ECOPLAN-LUME, 2010c); e
- Volume III — Diretrizes para a Gestão da Bacia do Rio Doce (ECOPLAN-LUME, 2010d)

Esforço maior foi despendido na análise do relatório executivo — por ser o resumo dos principais pontos do PIRH Doce, conforme a visão do CBH-Doce, do GAT e da empresa contratada para elaboração do Plano — e na análise do Volume II, — por conter o que o TdR de 2007 chama de “o plano propriamente dito”, isto é, os planos para concretização dos objetivos e que foram baseados nos pontos do diagnóstico e prognóstico considerados como mais importantes durante sua elaboração.

Então, dirigido pelas informações referentes às consequências sociais, econômicas e ambientais do desastre de Mariana, analisou-se o PIRH Doce, realizando-se compilação de possíveis efeitos do Rompimento da Barragem de Fundão sobre o PIRH Doce. Para isso partiu-se de uma análise macro para micro do PIRH.

No nível macro, buscou-se identificar os efeitos sobre as etapas comuns de PRHs, dispostas como conteúdos mínimos na Resolução CNRH nº 145, de 12 de dezembro de 2012 (MMA, 2012, p.3), sendo: diagnóstico integrado; projeção de cenários; e diretrizes e programas. Os resultados foram dispostos em uma figura em forma de diagrama com 3 blocos, sintetizando-se nele os efeitos e identificando quais volumes do PIRH correspondem a cada etapa. O artigo de Alves e outros (2019), que tratou dos efeitos do desastre sobre os três volumes em que foi escrito o PIRH Doce (ECOPLAN-LUME, 2010b, c, d), contribuiu para a análise.

No nível micro, primeiramente elaborou-se um quadro, disposto em um apêndice, com os objetivos dos programas da Renova e outro com os objetivos dos grandes temas (Questões Referenciais) descritas no PIRH Doce. Em seguida identificaram-se os efeitos sobre os objetivos das Questões Referenciais, dispondo-as em figura em forma de diagrama, contendo uma síntese dos principais efeitos identificados. Concomitantemente, analisou-se o efeito sobre seus respectivos programas, subprogramas e projetos, através de uma planilha no *Google Planilhas*, elaborando-se quadros, onde caracterizou-se os programas

quanto ao nome e sigla identificadora (Id), objetivo, como o objetivo foi afetado e programa da Fundação Renova com o qual ele possui relação.

4.3 IDENTIFICAÇÃO DOS DESAFIOS E POTENCIALIDADES PARA A INTEGRAÇÃO ENTRE A GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS E A GESTÃO DE RISCOS E DESASTRES TECNOLÓGICOS NA BACIA DO RIO DOCE

Com base nas análises feitas dos TdRs e do PIRH Doce, identificaram-se aspectos que trazem auxílio (potencialidades) ou dificuldades (desafios) para integrar a GRH e a GRDT na bacia do rio Doce. A característica que o rio Doce tem de ser de domínio da União fez com que alguns aspectos nacionais também pudessem ser percebidos.

Dessa forma, os aspectos identificados durante as análises das etapas anteriores foram apresentados em um quadro e em seguida discutidos. O quadro foi composto por quatro blocos, onde verticalmente os blocos foram divididos entre potencialidades e desafios, e horizontalmente divididos entre influências internas (controláveis, a nível de bacia) e externas (não controláveis, a nível nacional). O quadro se assemelha a apresentação de uma matriz FOFA (Forças, Oportunidades, Fraquezas e Ameaças, do inglês “*Strength, Weakness, Opportunity and Threats*”, SWOT).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 COMPARAÇÃO DE COMO A INTEGRAÇÃO ENTRE GRH E GRDT FOI ABORDADA NO PLANEJAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA DO RIO DOCE ANTES E APÓS O ROMPIMENTO DA BARRAGEM DE FUNDÃO

Nessa seção, foram estudados os termos de referência de elaboração (CBH-DOCE, 2007) e de atualização (ANA, 2020) do PIRH Doce. Analisaram-se como aspectos que facilitam a integração entre a GRH e a GRDT foram expressos por gestores de recursos hídricos da bacia do rio Doce antes e após o Rompimento da Barragem de Fundão. Essa comparação permitiu identificar se os anseios dos gestores com a elaboração do plano demonstram uma cultura de prevenção/preparação e aprendizagem relacionada à GRDT.

Os resultados estão dispostos no Quadro 4, onde as células destacadas de verde representam que as características foram encontradas no respectivo TdR. O primeiro grupo de características trata da operatividade do plano ao lidar com necessidades da GRH; o segundo grupo aborda o desejo de integração com outras gestões que interfiram significativamente nos recursos hídricos; e o terceiro trata do anseio para integrar-se à GRD, especialmente à GRDT. O conjunto desses assuntos capacita o plano a estar melhor preparado para crises como a causada pelo Rompimento da Barragem de Fundão.

A seguir serão discutidos os principais aspectos evidenciados no Quadro 4.

5.1.1 Operatividade da GRH na bacia

Até a publicação do TdR de 2020, dentre os instrumentos da PNRH, estavam implantados na bacia hidrográfica do rio Doce o Plano de Recursos Hídricos, a outorga de direito de uso da água, a cobrança pelo uso da água (no trecho federal e nos afluentes mineiros) e alguns dados no Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH) (ANA, 2020c, p. 41). No TdR de 2007, conforme o Quadro 4, observou-se a intenção por parte do CBH-Doce em utilizar o PIRH Doce como documento integrador entre esses instrumentos, abordagem condizente com o que a ANA expressa de PRH como instrumento central de planejamento (ANA, 2013).

Quadro 4 – Anseio dos gestores por assuntos potencializadores da integração entre GRDT e GRH, expressos nos TdRs para o PIRH Doce.

(continua)

Os seguintes anseios foram expressos nos TdRs?		TdR de 2007*	TdR de 2020**
Operatividade da GRH na bacia	Integração entre instrumentos da GRH	Sim, incluindo a Compensação a Municípios. PIRH como documento integrador.	Sim, com foco na implementação do Enquadramento e trazendo também Alocação de Água.
	Operatividade e foco	Sim, considerando os anseios dos CBHs das bacias afluentes, mas focando em ações que sejam parte do escopo de um PRH.	Sim, em especial com o Manual Operativo do Plano (MOP) e foco em planos e ações da alçada do SINGREH.
Integração com outras gestões	Integração entre instrumentos da GRH com outros atores, instrumentos e políticas/áreas de gestão	Sim, “uma atitude proativa”(p. 19), para aproveitar dados e informações, como para participação de outros setores na elaboração do PIRH e auxiliar a definir o arranjo institucional.	Sim, seguindo a mesma proposta da PNRH e do TdR de 2007, agora articulando-se com a Fundação Renova (como ator), e o TTAC e Pacto para a Gestão Integrada de Recursos Hídricos (como instrumentos).
	Integração de ação entre níveis governamentais (federal, estadual, municipal)	Sim, das diversas instâncias, que “[...] executam ou planejam a realização de projetos e programas na bacia que estabeleçam relação direta ou indireta com os recursos hídricos” (p. 56).	Sim, com acréscimo da recomendação do Tribunal de Contas da União (TCU) no Acórdão nº 1749/2018 para a promoção de tal interlocução.
	Participação social	Sim, sendo “[...] entendida como essencial para a sua validação” (p. 64).	Sim, inclusive com ciclos de reuniões onde se daria a participação social para construção do plano. (pág. 70).
	Descentralização da governança	Sim, tendo evoluído do modelo tradicional para “[...] um conjunto articulado dos planos de ação [...]” (RABELO, TEIXEIRA, EXPLUGA, 2013, p. 119), dividindo assim a governança entre os comitês das bacias afluentes.	Sim, tendo o CBH-Doce como central no processo de gestão participativa, democrática e descentralizada dos recursos hídricos da bacia (pág. 40).

Quadro 4 – Anseio dos gestores por assuntos potencializadores da integração entre GRDT e GRH, expressos nos TdRs para o PIRH Doce.

(conclusão)

Os seguintes anseios foram expressos nos TdRs?		TdR de 2007*	TdR de 2020**
Integração dos instrumentos da GRH com a GRDT	Integração dos instrumentos da GRH com a GRD	Sim, porém voltado para a gestão de desastres naturais.	Sim, ainda com maior foco em desastres naturais.
	Integração dos instrumentos da GRH com a GRDT	Não. Porém, foi levantada a possibilidade de se incorporar no planejamento ações contra riscos de acidentes industriais pelo CBH do rio Piranga.	Sim, porém uma integração voltada ao pós-desastre (de Mariana).
	Integração de risco de rompimento de barragens com a GRH	Não como uma diretriz para o PIRH Doce. Apenas algumas sub-bacias (Piranga e Santa Maria do Doce) relataram preocupação de contaminação por rejeitos de indústrias e/ou atividades mineradoras.	Não explicitamente, mas fala sobre as indústrias de mineração na bacia e sobre o rompimento.
	Identificação dos empreendimentos com potencial de contaminação dos cursos d'água em caso de acidentes	Não, mas na etapa de diagnóstico, na caracterização dos usos múltiplos, havia o interesse de identificar as fontes de poluição pontuais e difusas.	Não. Abordou-se apenas o mínimo para realizar simulações ou para identificar fontes de poluição pontuais e difusas, mas não explicita as cargas acidentais.

Fonte: Autoria Própria. *CBH-Doce, 2007. **ANA, 2020c.

Pelo TdR de 2007 percebe-se que o estabelecimento do enquadramento de corpos d'água era almejado pelos gestores, porém, a proposta apresentada em 2010 no PIRH Doce foi considerada sem condições de ser adotada, necessitando de estudos complementares, e não foi levada adiante, de modo que apenas a bacia do Piracicaba possui enquadramento¹⁵. Com os impactos do rompimento, os gestores ressaltaram a necessidade de estabelecer metas de qualidade de água através do enquadramento dos cursos d'água principais da bacia, dando um enfoque maior para tal instrumento no novo TdR (ANA, 2020c, p. 37).

Como mostrado no Quadro 4, a compensação a municípios foi um instrumento levantado no TdR de 2007 para consideração na formulação do PIRH Doce, pois as legislações dos estados banhados pelo rio Doce preveem a compensação a municípios (MG) e a outras entidades (ES). A recomendação levou ao estabelecimento de diretrizes para implementação do instrumento no PIRH Doce. Já no TdR de 2020 traz a Alocação de Água como outro instrumento a ser considerado (ANA, 2020c, p. 64).

No quadro ainda é apontado que no TdR de 2007, os problemas, necessidades e expectativas das bacias afluentes, expressos pelos anseios de seus respectivos CBHs, foram descritos para incorporá-los, se viável, ao PIRH Doce. Todavia, algumas intervenções recomendadas e mantidas no documento a título de registro não faziam parte do escopo de um plano de recursos hídricos. O Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do rio Doce (CBH-Doce) preferiu focar em ações da alçada do SINGREH, mesmo articulando com demais setores atuantes nos recursos hídricos.

Percebeu-se uma preocupação com o foco e operatividade do Plano, nos documentos avaliados. Como expressam os gestores da bacia no TdR de 2020:

Com respeito à exequibilidade dos planos, observa-se comumente a elaboração de planos de recursos hídricos com programas bastante genéricos, carecendo de detalhamento sobre o arranjo institucional e as estratégias necessárias para a efetiva implementação das ações propostas. Ademais, os programas e os investimentos costumam focar principalmente

¹⁵ Na época da formulação do PIRH Doce, o enquadramento da bacia do Piracicaba já existia, instituído pela Deliberação Normativa 09 do Conselho Estadual de Política Ambiental de Minas Gerais - COPAM em 27/04/1994.

em ações cuja governança extrapola o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH), como aquelas relacionadas às obras e medidas estruturantes necessárias. Observa-se, portanto, uma implementação deficitária em muitos planos. (ANA, 2020c, p. 37)

Para trazer maior agilidade na execução das ações PIRH Doce atualizado, foi diretriz do novo TdR a criação do MOP que visa ser um mecanismo de planejamento para evitar atrasos na implementação, em especial nos primeiros anos. Ele foi considerado no TdR de 2020 como indispensável para orientar e viabilizar a implementação de ações para recuperação da qualidade e quantidade de água na bacia após o Rompimento (ANA, 2020c, p. 37).

5.1.2 Integração com outros atores e instrumentos

A necessidade de foco não impediu o diálogo com atores e instrumentos fora do SINGREH. Para Rabelo, Teixeira e Espluga (2003, p. 119), o convite no TdR de 2007 à participação de outros gestores e do reconhecimento de dados produzidos por outras instituições, revela a intenção em se construir uma política de recursos hídricos coerente e integrada com demais políticas. De fato nele preconizava-se “[...] integrar planos, programas, projetos e demais estudos setoriais [...]” (CBH-DOCE, 2007, p. 31), bem como “[...] a articulação lógica do PIRH Doce com as demais instâncias de planejamento, governamentais ou privadas, na área de recursos hídricos e nas áreas afins” (CBH-DOCE, 2007, p. 52).

No TdR de 2020 manteve-se a mesma proposta, seguindo o exposto na PNRH sobre a relação com outras políticas. A exemplo tem-se que a atualização do PIRH Doce deverá recomendar “[...] ajustes e adequações nas políticas, planos, programas e projetos setoriais [...]” (ANA, 2020c, p. 65). Essa articulação vinculante, do qual aborda Lanna (2001), permite uma atuação onde cada ente trabalhe na área e com os instrumentos que lhe são devidos, sem sobrecarregar o PRH e o SINGREH.

Outro aspecto destacado no quadro é que no TdR de 2007, a interação com outros atores durante a elaboração do PIRH foi considerada uma promotora de relacionamentos que auxiliaria a definir o incipiente arranjo institucional para a bacia. Espindola, Nodari e Santos (2019, p. 154) discutem que após o rompimento, o TTAC se tornou na prática o instrumento central da gestão da bacia, e o PIRH Doce perdeu seu protagonismo, deixando de ser representativo diante da nova realidade

dos corpos hídricos afetados pelo desastre. De fato, percebe-se que mesmo tendo o TTAC caráter de gestão ambiental, não de recursos hídricos apenas, ele concorreu com o PIRH em muitos aspectos da GRH. Adicionalmente, o surgimento do CIF e da Fundação Renova como novos atores alterou o arranjo institucional da bacia. Dessa forma verifica-se a necessidade de que a atualização do plano se dê em diálogo com esses outros atores e instrumentos, o que foi de fato abordado pelos gestores no TdR de 2020, onde se demonstrou anseio de que o PIRH Doce atualizado:

[...] contemple de maneira organizada as diversas ações relacionadas a recursos hídricos que já estão sendo realizadas pelas instituições envolvidas, passando a ser o documento de referência para a gestão de recursos hídricos na bacia. (ANA, 2020c, p. 36).

A conversa, porém, não se restringe aos novos atores, mas também aos antigos das esferas governamentais e sociedade civil.

No Quadro 4 observa-se que o TdR de 2007 aborda a integração das iniciativas das diversas instâncias governamentais (federal, estaduais e municipais). Para integrar-se à gestão local, buscou-se uma articulação com os municípios “envolvendo o uso do solo com as diretrizes e intervenções relacionadas ao uso dos recursos hídricos” (CBH-Doce, 2007, p. 32). Observa-se também que no TdR de 2020 ocorre uma busca por integração com o Pacto para a Gestão Integrada de Recursos Hídricos, firmado em 2019 entre Ministério do Desenvolvimento Regional, ANA e órgãos gestores dos Estados e do Distrito Federal para promoção da segurança hídrica no Brasil a partir do fortalecimento da gestão e da cooperação federativa. Também essa integração vem com mais força devido ao TCU ter recomendado à ANA, no Acórdão n.º 1749/2018, que

[...] promova a interlocução entre as esferas de governo federal e estadual (MG e ES) e os demais agentes envolvidos na gestão da bacia do rio Doce, tais como o IBIO e os comitês de bacia federal e afluentes estaduais, de forma a assegurar a efetiva implementação da PNRH na bacia do rio Doce. (TCU, 2018, *apud* ANA, 2020c, p. 37)

Conforme argumentado na seção 3.4, essa interação com municípios é incentivada também na GRD e pode ser útil para identificação de riscos a serem administrados no PRH. Por outro lado, verifica-se que ao incorporar a participação da gestão estadual e federal¹⁶, pode haver expansão da cultura de RRD para outras regiões além da bacia, e isso torna-se positivo para a ampliação do conhecimento na área

¹⁶ Não se deve esquecer que o rio Doce é um curso d'água de domínio da União.

da integração entre GRH e GRDT. Como exemplo temos as capacitações realizadas pela Defesa Civil¹⁷ e pela ANA¹⁸.

Quanto à participação social no plano, é buscada nos TdRs pelas diversas reuniões com a sociedade e pelo modelo representativo dos colegiados (conselhos e comitês). Diante das complexidades e incertezas na GRH, o debate social quanto ao plano permite a análise dos custos e benefícios das propostas, bem como alternativas e soluções (RABELO, TEIXEIRA, EXPLUGA, 2013), logo, esse debate social será ainda mais fundamental diante da complexidade pós Rompimento.

Também a oportunidade de que as empresas atuantes na bacia façam parte dos CBHs é uma característica positiva que pode auxiliar na integração da GRH com a GRDT. Elas são as que retêm parte importante das informações sobre perigos tecnológicos em seus empreendimentos e assim o ambiente dos comitês podem servir também como um local de formação de acordos que visem compromissos quanto a GRDT por parte das empresas.

Esse aspecto de descentralização da governança entre CBHs afluentes, em articulação com governos, sociedade civil e demais atores é o que permite ao CBH-Doce ser um efetivo comitê de integração. Conforme Rabelo, Teixeira e Espluga (2013, p. 119), “[...] a evolução da proposta de um plano de bacias nos moldes tradicionais para um conjunto articulado dos planos de ação das bacias de rios afluentes foi uma iniciativa inédita no Brasil”.

5.1.3 Integração dos instrumentos da GRH com a GRDT

Seguindo a proposta de integração com outros instrumentos atuantes na região, verificou-se do Quadro 4 que ambos os TdRs trouxeram em seu escopo a avaliação de riscos de eventos críticos que pudessem ocorrer sobre a bacia, todavia, essa preocupação tende a limitar-se a desastres naturais. Os dois documentos enfatizam cuidados com os eventos hidrológicos críticos (cheias, secas), destaque especial

¹⁷ Como a palestra sobre segurança de barragens apresentada no 7º Seminário Capixaba de Gestão de Riscos e Desastres, realizado em 10 de agosto de 2018, disponível em: <<https://defesacivil.es.gov.br/palestras>>. Acesso em 21 de setembro de 2021.

¹⁸ Como os cursos a distância “Políticas e Práticas de Segurança de Barragens para Entidades Fiscalizadoras” e “Guia de Orientação e Formulários do Plano de Ação de Emergência - PAE”, disponíveis em: <<https://capacitacao.ead.unesp.br/index.php/a-distancia-ead>>. Acesso em 21 de setembro de 2021.

para a integração do Sistema de Informação sobre Recursos Hídricos com o Sistema de Alerta de Cheias da Bacia do Rio Doce — diretriz do TdR de 2007 (CBH-DOCE, 2007, p. 56).

Também o modo de escrita dos TdRs analisados parece limitar os planos a serem elaborados, ao utilizarem termos como “eventos hidrológicos extremos”, ao invés de adotarem um termo mais geral como “eventos críticos de desastres envolvendo recursos hídricos”.

A base metodológica para “planejamento” apresentado no TdR de 2007 trouxe a necessidade de o plano conter um mecanismo de controle, correção/revisão, sempre que efeitos instabilizadores externos fossem detectados. O Rompimento não foi um evento externo à bacia, ainda assim há de se perceber seu efeito instabilizador, porém nenhum mecanismo foi acionado e a atualização de que trata o TdR de 2020 era apenas revisão rotineira prevista em 2010.

Como dito anteriormente, o TdR de 2007 foi elaborado buscando articular-se com os anseios dos CBHs das bacias afluentes e os problemas, necessidades e expectativas dessas regiões foram relatados no TdR, para incorporá-las, se viável, ao PIRH Doce. Pôde-se notar, então, um caso interessante para a bacia do rio Piranga, onde ocorreu o Rompimento da Barragem de Fundão e cuja região hidrográfica, juntamente a do rio Piracicaba, eram as mais industrializadas da bacia do Doce na época de elaboração do TdR: O CBH Piranga havia identificado como um dos problemas de sua região, o risco de acidentes ambientais devido às atividades industriais sem controle de rejeitos, sem modelo de gestão ambiental integrada e falta de responsabilidade social das indústrias, e sugeriu que o PIRH Doce buscasse adequação das atividades industriais a um modelo de gestão ambiental e de responsabilidade social (CBH-Doce, 2007, p. 21).

Apesar de o CBH Piranga ter dado ênfase em rejeitos de matadouros, frigoríficos, laticínios e curtumes — visto que para a bacia do rio Santa Maria do Doce, menos industrializada, especificou-se preocupação com a mineração — o pensamento poderia ser estendido à atividade mineradora, também produtora de rejeitos, e de forte atuação na região. Entretanto, o TdR de 2007, ao considerar os grandes temas e os seus respectivos programas, não incorporou tal preocupação. É possível que, a falta de percepção do risco, o receio em incorporar assuntos fora do SINGREH e a

falha em não considerar a fiscalização possam ser alguns dos motivos para esse ocorrido.

De acordo com o Quadro 4, o Rompimento da Barragem de Fundão é o único assunto da GRD tratado fora do âmbito “desastres naturais” no TdR de 2020. Não houve diretrizes explícitas para considerar o risco de mais rompimentos de barragem ou outros perigos tecnológicos, que possam causar danos aos recursos hídricos da bacia, portanto, o surgimento e consideração dessa temática no planejamento dependerá do grau de relevância alcançado pelo referido tema nas discussões ao longo da atualização do Plano. Semelhantemente, não foi possível perceber um direcionamento em realizar-se identificação de empreendimentos com potencial de contaminação da água em caso de incidentes.

5.2 DISCUSSÃO DOS EFEITOS DO DESASTRE TECNOLÓGICO ASSOCIADO AO ROMPIMENTO DA BARRAGEM DE FUNDÃO NO PIRH DOCE

5.2.1 Efeitos sobre as Etapas de Planejamento

A partir de análise do Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Doce (ECOPLAN-LUME, 2010a, b, c, d), e dos resultados discutidos por Alves e outros (2019), sistematizou-se na Figura 4 os efeitos do desastre tecnológico devido ao Rompimento da Barragem de Fundão sobre as etapas de planejamento de recursos hídricos, tendo por base as etapas mínimas estabelecidas na Resolução CNRH nº145/2012 (MMA, 2012, p. 3) — diagnóstico integrado; projeção de cenários; diretrizes e programas.

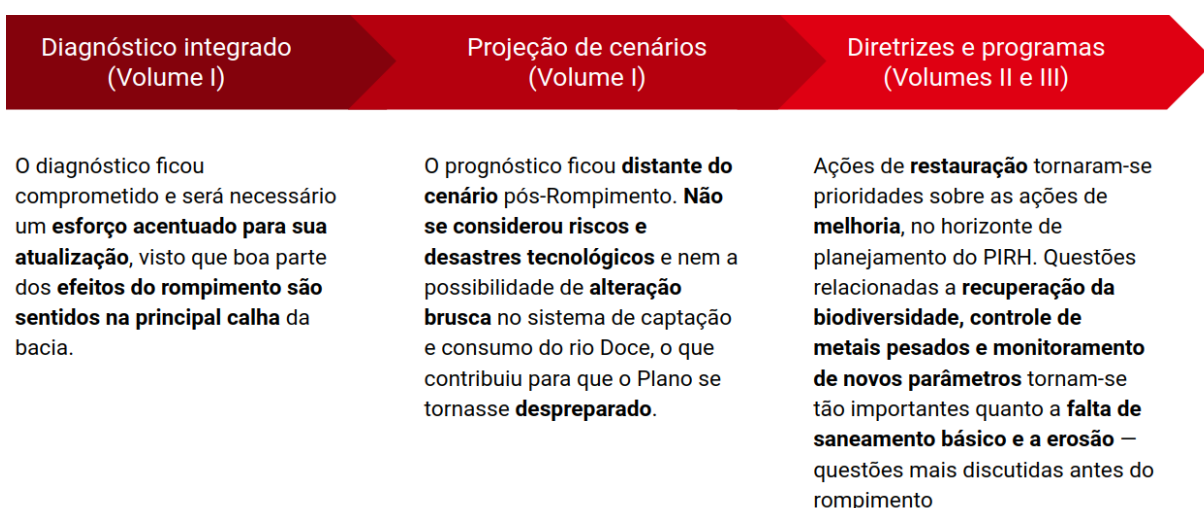
Sendo o diagnóstico integrado uma etapa primordial para entender a conjuntura da bacia no momento de construção do plano, então alterações bruscas no ambiente podem comprometer não só o diagnóstico elaborado, como também comprometer a validade dos cenários projetados, e conseqüentemente das diretrizes e programas baseados nesses estudos.

Conforme destacado na Figura 4, pela gravidade e incertezas que surgiram do Rompimento, pode-se esperar um esforço acentuado para elaboração do novo diagnóstico, demandado no TdR de 2020, se comparado à atualização do

diagnóstico de um PRH onde todos os parâmetros mais relevantes para o estudo já estivessem sendo devidamente monitorados, seguindo diretrizes do PRH anterior, e cuja situação dos recursos hídricos e sua gestão não tenham se distanciado significativamente além do previsto para a região.

Como destacaram Alves e outros (2019), a calha principal da bacia foi uma das mais impactadas. Efeitos nas etapas de planejamento que puderam ser identificados são especialmente identificáveis quando relacionados aos trechos diretamente afetados pelo rompimento, mas não se restringem a eles. O esforço para construção do diagnóstico, por exemplo, não se refere apenas à análise do rio Doce, mas também de seus afluentes, pois será condição necessária para indicar como esses podem interferir na melhora daquele.

Figura 4 – Efeitos nas Etapas de Planejamento do PIRH Doce



Fonte: Autoria Própria.

Quanto ao prognóstico, no Volume I do PIRH Doce (ECOPLAN-LUME, 2010b) foi descartada a proposição de que no horizonte de planejamento ocorresse destruição da infraestrutura de captação e consumo, devido a situações extremas como guerras ou catástrofes naturais. Alves e outros (2019) concluem que esse descarte foi uma das causas de o PIRH Doce tornar-se despreparado para o Rompimento. Todavia, pôde-se inferir, da prática de formulação de prognósticos em outros planos — como o Plano Estadual de Recursos Hídricos do ES (NKLAC-COBRAPE, 2018) — que ao descartarem determinados cenários extremos, os formuladores do Plano estavam apenas considerando que nessas situações o SINGREH não teria nenhum

grau de controle sobre a implementação dos seus instrumentos. Dessa forma, o PRH perderia seu caráter estratégico, no sentido de planejar ações, não havendo nessa situação motivo para formular um prognóstico, senão para alertar os gestores sobre a ineficiência do sistema.

Em parte, porém, o argumento de Alves e outros (2019) se sustenta, porque o Plano de fato não trouxe cenários próximos ao do Rompimento, não considerou a possibilidade de ocorrerem desastres tecnológicos e, além disso, o sistema de captação e consumo na calha principal foi afetado. Percebe-se também, que apesar de não ter chegado ao extremo de descontrole causado por uma guerra, as projeções consideraram um nível de atuação dos instrumentos superior ao que foi atingido, tornando o prognóstico ineficiente em preparar o PIRH Doce para possíveis necessidades de mudanças bruscas em seu escopo. Não se percebeu como incluso no Plano o “acionamento de mecanismo de controle, correção/revisão” para lidar com situações onde “efeitos instabilizadores da condição externa (supostas estáveis e controláveis na formulação dos seus programas)” fossem detectados, mesmo sendo previsto no TdR de 2007 (CBH-DOCE, 2007, p. 20).

Os programas e diretrizes do PIRH Doce (o plano de recursos hídricos propriamente dito) foram baseados na situação da bacia até 2010 e nas expectativas de necessidades no horizonte de planejamento, ambas abarcadas nas seções de Diagnóstico e Prognóstico. As metas que daí se seguiram visavam a melhoria da qualidade, quantidade e gestão dos recursos hídricos. Notou-se, porém, que o desastre de Mariana gerou impactos crônicos na bacia (RRDM, 2019; VANELI *et al.*, em análise) que alteraram muitas relações e características diagnosticadas pelo PIRH Doce.

Em concordância com Alves e outros (2019), e conforme exposto na Figura 5.1.1, pôde-se elencar ao menos dois efeitos sobre as diretrizes e programas apresentadas no PIRH: primeiro, o aumento da relevância de parâmetros antes considerados secundários (como o monitoramento da biodiversidade aquática e de metais). O plano havia considerado parâmetros relacionados ao saneamento (Coliformes Termotolerantes) e parâmetros relacionados à erosão natural (turbidez), como prioritários em uma subsequente proposta de enquadramento (ECOPLAN-LUME, 2010d).

O segundo efeito constatado diz respeito à dificuldade para se cumprir as metas estabelecidas antes do Rompimento, fazendo com que o foco, que era na melhora geral dos recursos hídricos, se voltasse à recuperação do que foi perdido (tanto em qualidade da água, quanto em força institucional).

Todavia, vale destacar que isso não é um motivo para que não haja projeção de melhorias na bacia. Inclusive, podemos levantar ainda outro efeito, que será discutido mais à frente, relacionado à alavancagem de ações voltadas ao saneamento e à recuperação florestal, em sinergia com as de compensação por parte da Fundação Renova, firmadas no TTAC. O TdR de 2020 (ANA, 2020c) considera o TTAC como uma das fontes de recursos para ações do PIRH Doce.

Em suma, percebe-se que mudanças acentuadas na bacia que não tenham sido previstas em seu respectivo PRH, podem levar a uma necessidade urgente de realinhamento e atualização do planejamento de ações, corroborando com a percepção de Alves e outros (2019, p. 8) para o caso do Doce.

5.2.2 Efeitos no plano de ações

Com a finalidade de diagnosticar os efeitos que o Rompimento trouxe sobre os programas, subprogramas e projetos definidos no PIRH Doce, focou-se na análise do plano de ações apresentado no Relatório Executivo (ECOPLAN-LUME, 2010a) e no Volume II (ECOPLAN-LUME, 2010c).

Baseado no diagnóstico e prognóstico, expostos no Volume I (ECOPLAN-LUME, 2010b), o Volume II do PIRH Doce (ECOPLAN-LUME, 2010c), apresenta sete Questões Referenciais ou grandes temas, onde estão distribuídos os programas do plano. No Quadro 5 são apresentadas as Questões Referenciais e seus objetivos. No Quadro 14, no APÊNDICE B, foram elencados os programas da Renova, os quais podem ter interferência nos programas do PIRH.

Observou-se que dentre as Questões Referenciais, nenhuma traz em seu escopo a preparação quanto a desastres tecnológicos, ainda que haja preparação para desastres naturais (“II - Quantidade de Água - Balanços Hídricos” e “III - Suscetibilidade a Enchentes”) e preocupação com poluição na bacia (“I - Qualidade da Água”).

Quadro 5 – Questões Referenciais e seus objetivos.

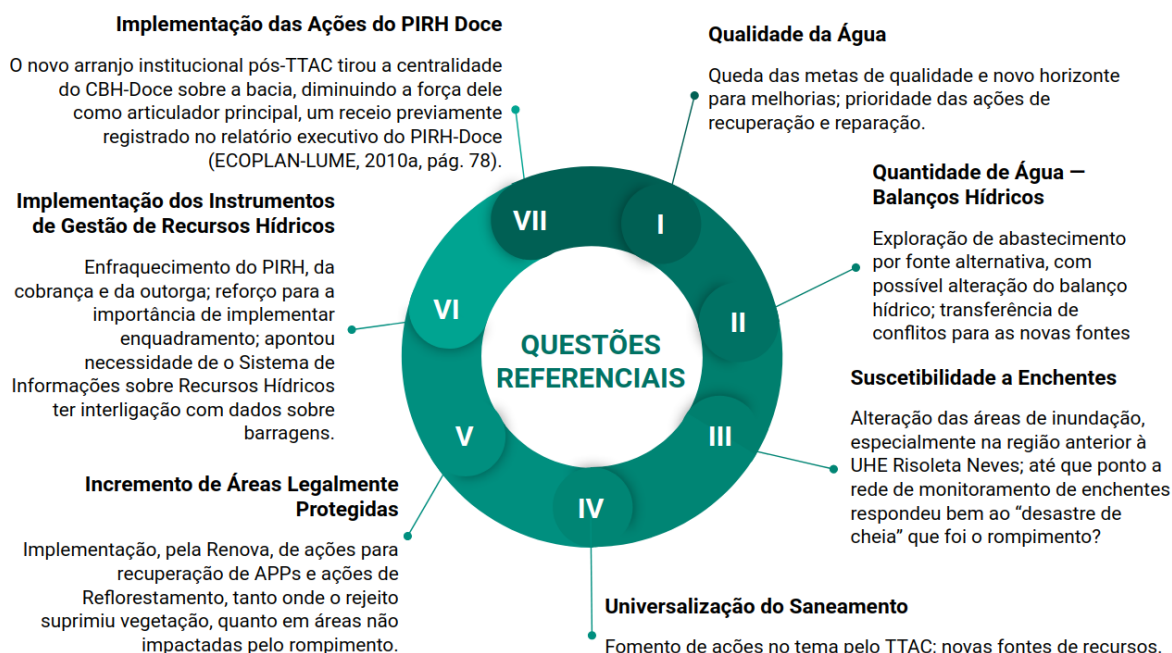
Questões Referenciais	Objetivos
I - Qualidade da Água	Melhoria gradativa da qualidade da água nos trechos mais críticos. Atendimento ao Enquadramento.
II - Quantidade de Água — Balanços Hídricos	Atingir um cenário onde não ocorram déficits hídricos. Nesta situação, haveria o atendimento dos usos consuntivos. Eliminar, reduzir ou gerenciar as situações de conflito de uso, durante todo o ano, predominando os usos mais nobres.
III - Suscetibilidade a Enchentes	Redução de danos quando da ocorrência de enchentes.
IV - Universalização do Saneamento	Aumento dos indicadores de saneamento ambiental até o atingimento da média Estadual
V - Incremento de Áreas Legalmente Protegidas	Atingir o valor de 10% de áreas sob proteção formal, com pelo menos uma unidade de conservação de proteção integral em cada bacia afluente. Instituir uma ação consistente de recomposição de APP na área da bacia.
VI - Implementação dos Instrumentos de Gestão de Recursos Hídricos	Implementação de todos os Instrumentos de Gestão dos Recursos Hídricos (plano de bacia, enquadramento, outorga, cobrança, sistema de informações).
VII - Implementação das Ações do PIRH Doce	Estabelecer uma estrutura organizacional (material, recursos humanos e de procedimentos) que dê suporte ao gerenciamento das ações do PIRH Doce.

Fonte: Adaptado de ECOPLAN-LUME (2010a, p. 44).

Na Figura 5 são elencados os efeitos identificados sobre os grandes temas (i.e., em como eles afetam os objetivos globais do plano), enquanto os Quadros 6 a 11 auxiliam com uma visão sobre efeitos possíveis nos programas do plano, com a lista de programas da Renova que possam trazer interferências.

Ao analisar o tema de qualidade da água, percebeu-se que esse foi aquele onde os efeitos do Rompimento foram mais aparentes e, conseqüentemente, puderam ser observados nas metas e ações referentes aos programas que fazem parte da Questão Referencial “I - Qualidade da água”, como expresso na Figura 5.

Figura 5 – Efeitos sobre as Questões Referenciais do PIRH Doce.



Fonte: Autoria Própria.

Conforme descrito no Volume II do PIRH Doce:

A questão é que o que se almeja com um Plano de Recursos Hídricos de Bacia Hidrográfica é planejamento de determinada bacia para que se garanta recursos hídricos de boa qualidade e quantidade a todos, e que estes possam atender a seus usos múltiplos. (ECOPLAN-LUME, 2010c, p. 111).

O desejo por trás da formulação do PIRH Doce em 2010 era de que nos 10 anos seguintes a situação dos recursos hídricos na bacia estivesse melhor, mas o contrário ocorreu especialmente nos trechos impactados após o Rompimento em 2015, apenas 5 anos desde a elaboração do plano.

Novamente salienta-se que efeitos são mais percebidos nas regiões diretamente impactadas pelo Rompimento, mas não se restringem a elas. O próprio cuidado com os trechos que mais sofreram com o desastre em detrimento das outras localidades não diretamente afetadas pode trazer problemas para a GRH na bacia.

A meta estabelecida para essa Questão Referencial (qualidade da água) era de melhora gradativa nos trechos mais críticos e atendimento do enquadramento. Todavia, não se estabeleceu Enquadramento para a bacia e ações diversas ações de saneamento previstas não foram implementadas (PEREIRA *et al.*, em

preparação). Assim, a qualidade da água já estava comprometida e isso aumentou com o Desastre de Mariana, quando questões mais complexas (como metais pesados) surgiram. Diante disso também há a dificuldade de que se alcancem metas de melhoria e gera-se a necessidade de foco em ações para recuperação e reparação do pós-desastre, das quais o TTAC trata.

Parte dessas ações acordadas no TTAC consistem no manejo dos rejeitos que se alojaram na calha e margem dos corpos hídricos atingidos. No entanto, destaca-se que o processo de revolvimento dos rejeitos também tem potencial de causar impactos por retornar à coluna d'água sólidos que já estavam sedimentados, afetando o programa de controle de sedimentos, como apontado no Quadro 6.

Tais impactos na qualidade podem dificultar a proposição de enquadramento tratada no TdR de 2020. A exemplo, o PIRH Doce trouxe o “[...] controle da erosão e do processo acelerado de sedimentação verificado nos corpos de água da bacia [...]” como “[...] o maior desafio técnico e operacional do programa [...]” (ECOPLAN-LUME, 2010a, p. 81). O Rompimento eleva a dificuldade ao trazer outro indutor de turbidez, pelos rejeitos dispostos intra e extra calha (VANELI, *et al.*, em análise). Como a erosão tratada no plano relacionava-se ao modelo de uso e ocupação do solo, é preciso refletir sobre o nível de comprometimento que as bacias afluentes deverão ter para garantir a qualidade na calha do rio Doce numa proposta de enquadramento. Igualmente, alguns critérios que em enquadramento não são usuais, como metais pesados e biodiversidade, agora podem ser importantes, e assim trazer uma maior complexidade técnica ao processo (quanto a modelagem desses parâmetros, por exemplo).

Pode-se deduzir do Quadro 6 que a GRDT poderia ser incorporada em programas estabelecidos para garantir a qualidade da água. O cuidado com o risco de rompimento de barragens poderia ser abordado como parte do “Programa de Controle das Atividades Geradoras de Sedimentos (P12)”. Pode também estender-se ao risco de poluição por outros empreendimentos ampliando-se o “Programa de Apoio ao Controle de Efluentes em Pequenas e Microempresas (P13)”, de modo a agregar à GRDT de médias e grandes empresas, e também os riscos devido a transportes de cargas.

Quadro 6 – Efeitos sobre os programas de Qualidade de Água do PIRH Doce.

Grande Tema	Programa PIRH	Id	Objetivo	Como o objetivo foi afetado?	Programa da Fundação Renova que possui relação
Qualidade de água	Programa de Saneamento da Bacia	P11	Melhoria gradativa da qualidade da água na bacia, com redução de índices de DBO e de coliformes fecais e totais. A meta específica foi reduzir em 90% a carga orgânica dos esgotos sanitários até o ano de 2020 (baseada na CIPE rio Doce).	O Rompimento afetou a qualidade através do aporte de rejeito. A passagem da onda de rejeitos movimentou o lodo de fundo do rio. Ao mesmo tempo, muitas ações relacionadas a saneamento surgiram como compensação após o TTAC.	31 – COLETA E TRATAMENTO DE ESGOTO E DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS 32 – MELHORIA DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA
	Programa de Controle das Atividades Geradoras de Sedimentos	P12	Melhorar gradativamente a qualidade da água pela redução de sólidos suspensos e sedimentos grosseiros, além da redução da turbidez e manutenção de cores naturais dos cursos d'água.	O Rompimento acrescentou problemas relacionados à turbidez e erosão (na fase aguda dos impactos devido à onda de rejeitos e supressão da mata ciliar; no período crônico, pela ressuspensão do material depositado e carreamento das margens)	9 – RECUPERAÇÃO DO RESERVATÓRIO DA UHE RISOLETA NEVES 23 – MANEJO DE REJEITOS 24 – IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS DE CONTENÇÃO DOS REJEITOS E DE TRATAMENTO NOS LOCAIS DE IMPACTO NOS RIOS 25 – REVEGETAÇÃO, ENROCAMENTOS E OUTROS MÉTODOS 26 – RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE (APPS) 39 – UNIDADES DE CONSERVAÇÃO 40 – CAR E PRAS
	Programa de Apoio ao Controle de Efluentes em Pequenas e Microempresas	P13	Melhoria gradativa da qualidade da água pela redução do lançamento de contaminantes e resíduos nas redes pluviais e coletivas de esgoto doméstico.	Apesar de ações previstas pela Fundação Renova para auxiliar no desenvolvimento de Pequenas e Microempresas, a crise na economia de muitas delas a partir do rompimento pode ter afetado o compromisso das mesmas com práticas ambientalmente corretas	18 – ECONOMIA REGIONAL 19 – MICRO E PEQUENOS NEGÓCIOS

Fonte: Autoria Própria.

Perceberam-se efeitos também na questão referencial “II - Quantidade de água” que trata de balanço hídrico e gerenciamento de conflitos, conforme a Figura 5. Tendo afetado a qualidade, o Desastre de Mariana diminuiu a disponibilidade de água para os usuários que dependiam dos corpos hídricos afetados, mesmo não tendo contribuído diretamente para diminuição da quantidade de água na bacia.

Como exposto na Figura 5 e no Quadro 7, pelas incertezas quanto à qualidade da água (especialmente referente a metais pesados) a captação para abastecimento público, irrigação, agropecuária e algumas indústrias foi transferida dos corpos

hídricos afetados para fontes alternativas, superficiais e subterrâneas. Quanto ao abastecimento público, ações foram desenvolvidas pelos municípios e pela Fundação Renova voltadas à construção e melhoria de estações de tratamento de água (ETAs). Ressaltou-se na Figura 5 que essa troca repentina de mananciais para captação de água pode transferir, gerar ou intensificar conflitos pelo uso da água para essas novas regiões.

Adentrando no assunto de águas subterrâneas, percebeu-se que o PIRH Doce tinha interesse em aproveitá-las, pois:

O PIRH Doce foi desenvolvido com o objetivo geral de produzir um instrumento capaz de orientar o CBH Doce, os CBHs de bacias afluentes, os órgãos gestores dos recursos hídricos da bacia e demais componentes do Sistema de Gestão de Recursos Hídricos com responsabilidade sobre a bacia do rio Doce, com vistas à gestão efetiva dos recursos hídricos superficiais e **subterrâneos** da bacia, de modo a garantir o seu uso múltiplo, racional e sustentável em benefício das gerações presentes e futuras. (ECOPLAN-LUME, 2010a, p. 14, grifo nosso).

O cenário de fontes de captação de água alternativas deve fazer com que a atualização do plano dê atenção especial a essas fontes, que agora mais do que antes são recursos de grande valor para a bacia.

Os problemas e conflitos em relação às fontes de captação podem se agravar em situação de eventos extremos, relacionados às secas. Com propósito de antecipar-se à persistência de secas, estudos relacionados a mudanças climáticas se tornam necessários, de forma que ambos os assuntos são tratados em programas específicos da questão referencial “II - Quantidade de Água”, como percebe-se no Quadro 7. Se por algum tempo as projeções consideravam aumento da demanda, mas com oferta hídrica constante, as mudanças climáticas fizeram com que nos prognósticos da GRH começasse a se considerar queda na quantidade de água em alguns cenários (ZOBY, 2015, p. 207). Junto do grande tema “III - Suscetibilidade a Enchentes”, são os assuntos no PIRH Doce mais assimilados da GRD.

Quadro 7 – Efeitos sobre os programas de Quantidade de Água e Suscetibilidade a Enchentes do PIRH Doce.

(continua)

Grande Tema	Programa PIRH	Id	Objetivo	Como o objetivo foi afetado?	Programa da Fundação Renova que possui relação
Quantidade de água	Programa de Incremento de Disponibilidade Hídrica	P21	Melhoria gradativa da quantidade de água disponível para usos múltiplos, com a redução de conflitos atuais e futuros.	Houve alteração nas fontes de captação de água para vários dos municípios afetados, e até 2019 muitos municípios estavam sendo abastecidos por sistema emergencial. Algumas ETAs passaram a usar a captação de água subterrânea como solução alternativa. O uso de água subterrânea que já era elevado para as zonas rurais pode ter aumentado ainda mais. Apesar da exploração de água subterrânea ser uma das opções apresentadas pelo PIRH para aumento de disponibilidade hídrica, conflitos podem surgir por um possível uso acelerado dessas fontes. As ações de conservação ambiental (reflorestamento e APPs) implementadas pela Fundação Renova, possuem sinergia com esse programa.	26 – RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE (APPS) 27 – RECUPERAÇÃO DE NASCENTES 32 – MELHORIA DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA
	Programa de Incentivo ao Uso Racional de Água na Agricultura	P22	Melhoria gradativa da disponibilidade e da qualidade da água pela redução de demanda na irrigação; com vistas a uma redução de conflitos pelo uso da água entre este e outros usos.	A qualidade da água superficial ficou questionável após o rompimento, especialmente devido ao risco de contaminação por metais pesados. É possível que proprietários rurais tenham buscado novas fontes de captação de água (especial subterrânea), mudando o quadro real de utilização de água dos rios atingidos. Esse quadro de incertezas pode trazer entraves para a aceitação do instrumento de cobrança.	16 – RETOMADA DAS ATIVIDADES AQUÍCOLAS E PESQUEIRAS 17 – RETOMADA DAS ATIVIDADES AGROPECUÁRIAS 26 – RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE (APPS) 27 – RECUPERAÇÃO DE NASCENTES 32 – MELHORIA DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA 39 – UNIDADES DE CONSERVAÇÃO ** 40 – CAR E PRAS
	Programa de Redução de Perdas no Abastecimento Público de Água	P23	Redução de perdas reais e aparentes nos sistemas de abastecimento de água existentes na bacia, atingindo, até o ano de 2015, o patamar de perda de 210 litros por ligação por dia e, até o ano de 2020, o índice de perda de 200 litros por ligação por dia em todos os municípios da bacia.	Houve ações da Renova voltadas para melhoria da estrutura de ETAs e construção de adutora em Governador Valadares. Porém, não foram encontradas ações de melhoria de redes de abastecimento, onde geralmente ocorrem a maior parte das perdas.	32 – MELHORIA DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Quadro 7 – Efeitos sobre os programas de Quantidade de Água e Suscetibilidade a Enchentes do PIRH Doce.

(conclusão)

Grande Tema	Programa PIRH	Id	Objetivo	Como o objetivo foi afetado?	Programa da Fundação Renova que possui relação
Quantidade de água	Programa Produtor de Água	P24	Melhoria gradativa da vazão mínima e redução da vazão máxima a partir do aumento dos processos de infiltração e armazenamento de água no solo e de retenção do escoamento superficial.	Ações da Renova de proteção de nascentes e reflorestamento podem ter contribuído para o objetivo desse programa.	16 – RETOMADA DAS ATIVIDADES AQUÍCOLAS E PESQUEIRAS 17 – RETOMADA DAS ATIVIDADES AGROPECUÁRIAS 26 – RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE (APPS) 27 – RECUPERAÇÃO DE NASCENTES 32 – MELHORIA DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA 39 – UNIDADES DE CONSERVAÇÃO 40 – CAR E PRAS
	Programa Convivência com as Secas	P25	Criar um ambiente de convivência com os períodos de seca, com a análise de medidas estruturais e não-estruturais contra as secas e redução de perdas de rebanhos, lavouras e de efeitos econômicos devido a ocorrência de secas.	A qualidade da água no manancial principal da bacia foi alterada, reduzindo a disponibilidade de água para abastecimento, fato que pode ser agravado em eventos climáticos extremos de seca.	26 – RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE (APPS) 27 – RECUPERAÇÃO DE NASCENTES 34 – PREPARAÇÃO PARA EMERGÊNCIAS AMBIENTAIS 37 – GESTÃO DE RISCOS AMBIENTAIS 38 – MONITORAMENTO DA BACIA DO RIO DOCE
	Estudos para avaliação dos efeitos das possíveis mudanças climáticas globais nas relações entre disponibilidades e demandas hídricas e proposição de medidas adaptativas	P25.a	Criar um quadro comparativo entre a situação climática pretérita, atual e previsível no futuro, de acordo com a aplicação de modelos de previsão climática de longo período, de forma a possibilitar a definição de medidas adaptativas às novas situações.	Esse projeto foi considerado no PIRH como de urgência baixa, com início previsto para 2018. As novas urgências devido ao rompimento podem fazer com que esse tema fique ainda mais em segundo plano.	38 – MONITORAMENTO DA BACIA DO RIO DOCE
Suscetibilidade a Enchentes	Programa de Convivência com as Cheias	P31	Alerta contra inundações e redução de perdas humanas e econômicas devido a cheias, a partir de ações estruturais e não estruturais	Ações da Renova para melhorar sistemas de alerta e preparação para emergências ambientais podem contribuir para o sistema de alerta e alarmes contra enchentes já existente no PIRH. Entretanto, estudos sobre riscos de inundação pré-rompimento podem ter sido prejudicados, especialmente no percurso anterior à Usina Hidroelétrica (UHE) Risoleta Neves.	34 – PREPARAÇÃO PARA EMERGÊNCIAS AMBIENTAIS 37 – GESTÃO DE RISCOS AMBIENTAIS 38 – MONITORAMENTO DA BACIA DO RIO DOCE

Fonte: Autoria própria.

Na hierarquização de metas do PIRH Doce (ECOPLAN-LUME, 2010a, p. 46), enquanto estudos voltados às mudanças climáticas estavam dentre as menores prioridades, a integração com a Defesa Civil, em especial para lidar com enchentes, estava em prioridade máxima para implantação, considerando critérios de relevância e urgência. Após o rompimento é possível que esses extremos tenham se acentuado, trazendo mudanças climáticas como assunto ainda mais em segundo plano, porém aumentando as relações com a Defesa Civil e a preocupação com eventos de cheias.

Observou-se que o diagnóstico do PIRH Doce dá destaque ao Sistema de Alerta da Bacia do Rio Doce em operação desde 1997 (ECOPLAN-LUME, 2010b, p. 408). Sendo o rompimento de barragens um desastre de excesso (LONDE *et al.*, 2014) e apesar da utilidade objetiva do Sistema de Alerta para a redução de riscos e desastres naturais, fica o questionamento de até que ponto o sistema foi útil para durante a passagem da onda dos rejeitos desse desastre tecnológico. Também fica a pergunta de se não seria adequado, a partir do ocorrido, aperfeiçoá-lo para subsidiar melhor a GRDT envolvendo barragens.

Como registrou-se no Quadro 7, ainda quanto a riscos de enchentes, é possível que estudos de mapeamento de áreas de risco anteriores ao rompimento tenham sido prejudicados, especialmente na região impactada a montante da UHE Risoleta Neves, onde a descaracterização da calha foi maior. Por outro lado, a Fundação Renova foi criada com a obrigação de atuar com programas de preparação para emergências, gerenciamento de riscos ambientais e monitoramento da bacia, que podem auxiliar o sistema de alerta da GRD.

Tratando-se dos grandes temas “IV - Universalização do Saneamento” e “V - Incremento de Áreas Legalmente Protegidas”, os efeitos sobre ambos (Figura 5, Quadro 8 e Quadro 9) estão bem relacionados aos efeitos discutidos sobre a primeira questão referencial (I - Qualidade da Água). Como já foi argumentado, “[...] o Plano considerou as ações de saneamento e controle de erosão como uma das metas mais ambiciosas incorporadas em seu escopo [...]” (ECOPLAN-LUME, 2010a, p. 81).

O controle da erosão na bacia estava interligado às ações de incremento de áreas legalmente protegidas. Como áreas de preservação permanente (APPs) ao longo

das margens dos rios atingidos foram suprimidas pela onda de rejeitos, pôde-se considerar isso como um dos impactos do Rompimento sobre esse programa (Quadro 9).

Outro ponto que é necessário comentar refere-se a característica do TTAC definir recursos financeiros para ações de compensação que seriam implantadas pela Renova e que acabaram por alavancar, em certa medida, algumas metas do PIRH Doce. Alguns programas da Fundação Renova que podem ter alavancado programas do PIRH foram: Recuperação de APPs; Recuperação de Nascentes; Coleta e Tratamento de Esgoto e Destinação de Resíduos Sólidos; Melhoria do Sistema de Abastecimento de Água; Unidades de Conservação.

Porém, é necessário cuidado para que não se crie uma mentalidade de que a ocorrência de desastres é uma porta para entrada de recursos. O que pode sim ser interessante é que PRHs — como o PIRH Doce — sejam também uma referência na definição de medidas mitigadoras e/ou compensatórias de desastres tecnológicos que afetem os recursos hídricos para instrumentos de planejamento dessas ações — como o TTAC.

Quadro 8 – Efeitos sobre os programas de Universalização do Saneamento do PIRH Doce.

Grande Tema	Programa PIRH	Id	Objetivo	Como o objetivo foi afetado?	Programa da Fundação Renova que possui relação
Universalização do Saneamento	Programa de Universalização do Saneamento	P41	Ampliar o abastecimento público de água. Implantar aterros sanitários e unidades de triagem e compostagem em todas as sedes municipais na bacia do rio Doce. Desenvolver projetos-piloto e práticas de drenagem urbana	Sendo as ações de saneamento as que contavam com os maiores custos para implantação, os programas realizados pela Renova, como compensação pelos danos do rompimento, trouxeram diversas ações voltadas ao saneamento, especialmente para os municípios nos trechos diretamente afetados.	31 – COLETA E TRATAMENTO DE ESGOTO E DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS 32 – MELHORIA DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA 42 – RESSARCIMENTO DE GASTOS PÚBLICOS EXTRAORDINÁRIOS
	Programa de Expansão do Saneamento Rural	P42	Melhoria gradativa da qualidade de vida no meio rural; redução de material contaminante ou redutor da qualidade da água arrastado para os rios; redução da incidência de doenças de veiculação hídrica	Devido ao rompimento, a preocupação com a qualidade dos rios atingidos para a irrigação pode ter tirado a prioridade de programas de saneamento rural.	16 – RETOMADA DAS ATIVIDADES AQUÍCOLAS E PESQUEIRAS 17 – RETOMADA DAS ATIVIDADES AGROPECUÁRIAS 31 – COLETA E TRATAMENTO DE ESGOTO E DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Fonte: Autoria própria.

Quadro 9 – Efeitos sobre os programas de Incremento de Áreas com Restrição de Uso do PIRH Doce.

Grande Tema	Programa PIRH	Id	Objetivo	Como o objetivo foi afetado?	Programa da Fundação Renova que possui relação
Incremento de Áreas com Restrição de Uso	Programa de Avaliação Ambiental para Definição de Áreas com Restrição de Uso	P51	Melhoria gradativa da qualidade dos recursos hídricos, ampliação da proteção de áreas de interesse específico ou prioritárias para a preservação ambiental da bacia	Diversas ações voltadas à identificação de áreas de APP foram efetuadas pela Renova como compensação.	25 – REVEGETAÇÃO, ENROCAMENTOS E OUTROS MÉTODOS 26 – RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE (APPS) 27 – RECUPERAÇÃO DE NASCENTES 39 – UNIDADES DE CONSERVAÇÃO
	Projeto Restrição de Uso das Áreas de Entorno de Aproveitamentos Hidrelétricos	P51.a	Estabelecimento de diretrizes e práticas ambientais para as áreas de entorno dos reservatórios que possibilitem a preservação da qualidade da água nos rios e lagos afetados ou gerados pelos aproveitamentos hidrelétricos, a partir da observação da legislação ambiental vigente	A UHE Risoleta Neves se tornou local onde grande parte dos rejeitos foram retidos, o que tornou necessária a implantação de ações de desassoreamento na área de alagamento da hidrelétrica e de reparo de infraestrutura por parte da Renova.	9 – RECUPERAÇÃO DO RESERVATÓRIO DA UHE RISOLETA NEVES 39 – UNIDADES DE CONSERVAÇÃO
	Programa de Recomposição de APPs e Nascentes	P 52	Melhoria gradativa da qualidade ambiental, com redução do arraste de sedimentos pelo efeito da presença da mata ciliar e aumento da disponibilidade de água	Verifica-se impacto do rompimento por ter suprimido matas ciliares e aportado rejeitos na calha e margens dos rios atingidos. Mesmo algumas atividades de manejo do rejeito, como a dragagem, podem afetar a qualidade da água (RRDM, 2020, p. 73). Quanto ao segundo objetivo, aumento da disponibilidade hídrica, ações de recuperação e implantação de APPs foram realizadas após o rompimento, pela Renova, inclusive através de convênio com a World Wide Fund for Nature. O PIRH de 2010 tinha interesse em realizar parceria institucional com a VALE para auxiliar nesse programa.	25 – REVEGETAÇÃO, ENROCAMENTOS E OUTROS MÉTODOS 26 – RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE (APPS) 27 – RECUPERAÇÃO DE NASCENTES 39 – UNIDADES DE CONSERVAÇÃO 40 – CAR E PRAS
	Projeto de Recuperação de Lagoas Assoreadas e Degradadas	P 52.a	Identificação e caracterização das lagoas da bacia que se encontram degradadas e assoreadas, por vezes com infestação de macrófitas aquáticas.	Esse programa continha muitas indefinições no PIRH. O Programa de Monitoramento da Biodiversidade Aquática (PMBA) aponta indicadores de presença de rejeitos advindos do rompimento em algumas lagoas (RRDM, 2020, p. 210), o que pode ter aumentado as incertezas para esse programa.	-

Fonte: Autoria própria.

No Plano reconhecia-se a fragilidade em concentrar 70% do investimento orçado em poucos programas voltados ao tratamento de esgotos, cuja responsabilidade não era do arranjo institucional proposto para a GRH na bacia (ECOPLAN-LUME, 2010a, p. 72, 81). Por isso, linhas de financiamento seriam buscadas para viabilizar sua implantação (ECOPLAN-LUME, 2010a, p. 81). Inclusive a Vale era visada para auxiliar na implantação de ações de recuperação de APPs e nascentes (ECOPLAN-LUME, 2010c, p. 121).

Agora para atualização do plano, no TdR de 2020, apoiou-se no TTAC como fonte de financiamento. Porém, ressalta-se que os recursos do TTAC são limitados, com fins específicos para recuperar ou compensar danos causados pelo Rompimento e têm um prazo de vigência de apenas 15 anos após 2016 (TTAC, 2016, p. 104). Portanto os atores-chave precisam estar articulados de tal modo que garantam sempre outras fontes de recursos para implantar as ações previstas no PIRH, considerando as metas intermediárias estabelecidas no planejamento. Também vale lembrar que a dependência de recursos de outros atores é nociva ao fortalecimento do arranjo institucional, assunto levantado no PIRH Doce e que será tratado mais a frente.

Por fim, têm-se as questões “VI - Implementação dos Instrumentos de Gestão de Recursos Hídricos” e “VII - Implementação das Ações do PIRH Doce”, voltadas a aprimorar a GRH para garantir integração entre atores e entre instrumentos. O PIRH Doce enfatiza a importância de uma gestão integrada. Como destaca o documento:

[...] há uma rede de dependência entre as diferentes metas e entre os programas, sub-programas e projetos que foram concebidos, de forma que a não execução ou ainda a execução incompleta ou não efetiva de uma ação proposta poderá comprometer o alcance de outras metas. (ECOPLAN-LUME, 2010a, p. 50).

Diante disso, entender que o Desastre de Mariana afetou diretamente certos programas importantes (como os relacionados à melhoria da qualidade de água e controle de erosão) é concluir que todo o plano foi afetado.

Quanto à “fiscalização” e ao “monitoramento”, percebeu-se um aumento em sua implantação pós-Rompimento. Mesmo que ANA tenha um papel bem delimitado na fiscalização de barragens — ela fiscaliza apenas barragens de água em rios de domínio da união com outorga emitida por ela e que não sejam para geração de

energia — ainda assim, tê-la como ponto focal para o SNISB e para construção do Relatório de Segurança de Barragens é um avanço para a integração entre GRH e GRDT. Conforme o Quadro 10, o Programa de Monitoramento Quali-Quantitativo Sistêmico (PMQQS), o Programa de Monitoramento da Biodiversidade Aquática (PMBA) e outras pesquisas demandadas pela Fundação Renova, bem como pesquisas independentes, trouxeram um esforço para preencher lacunas de dados de séries históricas e unir informações, de modo a auxiliar no entendimento dos impactos do Rompimento e dos programas iniciados após ele. Esses dados e informações podem ser de grande utilidade ao Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos da bacia, mais especificamente ao Sistema Integrado de Gestão de Águas para a Bacia do Rio Doce (SIGA DOCE), lançado em maio de 2021.

Segundo Pereira e outros (em preparação) houve dificuldade para implantar os instrumentos e ações do PIRH Doce no período pré-Rompimento, observado em um baixo nível de implementação orçamentária. Dos 26 programas analisados por eles, que representavam 98% do investimento total, 17 não foram iniciados até 2015. Frente ao novo cenário, os desafios para implantação das ações e instrumentos poderão ser maiores. Há possibilidades de que parte dessa dificuldade se dê pelo conflito de informações pós-Rompimento, que gera incertezas quanto à real qualidade da água (ESPINDOLA, NODARI, SANTOS, 2019, p. 149) e traz desconfiança dos usuários. Conseqüentemente, os critérios para outorga e cobrança pelo uso da água poderão demandar revisão (Quadro 10 e Quadro 11).

Como afirma o PIRH, mesmo sendo as questões de ordem financeira um dos grandes obstáculos que se apresentavam à implementação do plano, “a falta de recursos financeiros para um Plano de Bacias não é uma prerrogativa exclusiva da Bacia do Rio Doce” (ECOPLAN-LUME, 2010a, p. 78). O PIRH Doce considerou, então, que era prioritário iniciar um arranjo institucional que, ao aprovar o funcionamento de uma Agência de Bacia do Rio Doce, possibilitaria a aquisição de recursos próprios, produtos da cobrança pelo uso das águas. Sem isso não haveria garantias de articulação para aplicação dos recursos e nem envolvimento de outros parceiros. Portanto, um arranjo institucional adequado e fortalecido era essencial para que a GRH da bacia fosse eficiente, conforme o planejamento (ECOPLAN-LUME, 2010a, p. 78).

Quadro 10 – Efeitos sobre os programas de Implementação dos Instrumentos de Gestão de Recursos Hídricos do PIRH Doce.

(continua)

Grande Tema	Programa PIRH	Id	Objetivo	Como o objetivo foi afetado?	Programa da Fundação Renova que possui relação
Implementação dos Instrumentos de Gestão de Recursos Hídricos	Programa de Monitoramento e Acompanhamento da Implementação da Gestão Integrada dos Recursos Hídricos	P 61	Apoiar a criação de um ambiente de gestão integrada dos recursos hídricos, a partir de ações de apoio gerencial, legal, institucional e de realizações de estudos específicos demandados pelos atores da bacia, com a implantação auxiliar de uma estrutura de acompanhamento e monitoramento da implantação do PIRH Doce e dos respectivos PARHs	Apesar de ser um programa criado para se adaptar rapidamente aos desafios da execução do plano, diversas outras ações da Renova ocorreram simultaneamente às ações do PIRH, causando “potenciais sinergias e eventuais antagonismos”(ANA, 2020c, p. 51), o que pode ter interferido nos indicadores do plano.	41 – GERENCIAMENTO DOS PROGRAMAS SOCIOAMBIENTAIS
	Subprograma Cadastramento e Manutenção do Cadastro dos Usos e dos Usuários de Recursos Hídricos da Bacia	P 61 1	Montar a base operacional para a aplicação dos instrumentos de gestão integrada dos recursos hídricos	As fontes de captação mudaram para muitos usuários, podendo trazer desatualização para o sistema de cadastros.	-
	Subprograma Fortalecimento dos Comitês na Bacia Seguindo o Arranjo Institucional Elaborado no Âmbito do Plano e Objetivando a Consolidação dos Sistemas Estaduais de Gerenciamento de Recursos Hídricos	P 61 2	Divulgar, esclarecer, fortalecer e ampliar a visibilidade da ação dos Comitês de Gerenciamento de Bacia Hidrográfica, objetivando uma maior participação da sociedade e das instituições no sistema e uma melhor identificação do papel institucional dos Comitês, favorecendo o diálogo e as articulações institucionais	Com a assinatura do TTAC, houve um impacto no arranjo institucional, pois o CIF foi formado, ganhando aparente protagonismo sobre o planejamento na Bacia, especialmente nos trechos impactados, tendo o CBH-Doce como apenas um dentre outros integrantes. O CIF precisa reconhecer de fato o papel do CBH, dado que grande parte das ações previstas no TTAC tem relação direta com a GRH na bacia e o próprio CIF é um ente efêmero (que pode ser extinto a qualquer momento). A situação atual pode levar a um comprometimento da GRH em bacias afluentes não afetadas pelo rompimento, por exemplo.	-
	Subprograma Gestão das Águas Subterrâneas	P 61 3	Identificar, caracterizar e mapear os aquíferos explotados, suas zonas de recarga, a qualidade de suas águas e os riscos de contaminação e comprometimento deste manancial por superexploração	Houve exploração de água subterrânea para abastecimento por sistemas alternativos após o rompimento, devido à contaminação dos rios atingidos. Pelo mesmo motivo, proprietários rurais podem ter recorrido à exploração de poços.	-

Quadro 10 – Efeitos sobre os programas de Implementação dos Instrumentos de Gestão de Recursos Hídricos do PIRH Doce.

(continuação)

Grande Tema	Programa PIRH	Id	Objetivo	Como o objetivo foi afetado?	Programa da Fundação Renova que possui relação
Implementação dos Instrumentos de Gestão de Recursos Hídricos	Subprograma Revisão e Harmonização dos Critérios de Outorga	P 61.4	Apoiar e instrumentalizar o debate e os esforços para definição de critérios harmônicos de outorga de usos da água a serem adotados na bacia do rio Doce	Previam serviços técnicos de consultoria nas áreas de modelagem hidrológica e de qualidade de água. O rompimento alterou a qualidade da água do rio de maneira crônica, o que pode gerar novos conflitos e necessitar da utilização de novos parâmetros para uma devida harmonização dos critérios de outorga.	-
	Projeto Desenvolvimento de um Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos da Bacia do Rio Doce	P 61.a	O Sistema de Informação sobre Recursos Hídricos deverá valer-se do SIG-Plano e poderá beneficiar-se do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos, em organização pela Agência Nacional das Águas, incluindo o Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos.	Diversas informações foram produzidas no âmbito do TTAC e sistematizadas pela Renova, a exemplo da rede que foi implantada de monitoramento da qualidade dos rios, mas não só essa ação. Não está claro se esse novo volume de informações foi implantado no Sistema de informações sobre Recursos Hídricos da Bacia do Rio Doce.	35 – INFORMAÇÃO PARA POPULAÇÃO 38 – MONITORAMENTO DA BACIA DO RIO DOCE 41 – GERENCIAMENTO DOS PROGRAMAS SOCIOAMBIENTAIS
	Estudos complementares para elaboração de proposta de enquadramento dos corpos d'água	P 61.b	Ampliar os estudos para os afluentes de menor porte, nas diferentes sub-bacias, além de elaborar programa de efetivação e submetê-lo à apreciação dos respectivos comitês e conselhos de recursos hídricos, de maneira que o instrumento possa ser adotado em toda a sua extensão, não só como instrumento de gestão de recursos hídricos, mas também como norma de controle ambiental	O enquadramento não estava implantado na bacia, senão para o rio Piracicaba. O novo cenário impõe necessidade urgente de um enquadramento, conforme recomendação do TCU.	-
	Projeto Diretrizes para a Gestão da Região do Delta do Rio Doce, assim como da Região da Planície Costeira do Espírito Santo na Bacia do Rio Doce	P 61.c	Diretrizes que devem ser fixadas para a gestão desta região da bacia devem permitir o uso dos recursos hídricos de forma a preservar a dinâmica hidrológica local.	A região estuarina tende a reter parte da poluição que chega à montante. Estudos sobre o novo cenário dessa região foram realizados e precisam ser considerados para proposição de ações efetivas.	38 – MONITORAMENTO DA BACIA DO RIO DOCE 39 – UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

Quadro 10 – Efeitos sobre os programas de Implementação dos Instrumentos de Gestão de Recursos Hídricos do PIRH Doce.

(conclusão)

Grande Tema	Programa PIRH	Id	Objetivo	Como o objetivo foi afetado?	Programa da Fundação Renova que possui relação
Implementação dos Instrumentos de Gestão de Recursos Hídricos	Projeto - Consolidação de Mecanismos de Articulação e Integração da Fiscalização Exercida pela ANA, IGAM e IEMA na Bacia	P 61.d	Contratação de consultoria para consolidação dos mecanismos de articulação e da integração dos processos de fiscalização entre os três organismos	A fiscalização de barragens se mostrava frágil antes do rompimento. Em 2018, com o acordo entre ANA, IBAMA, ANM, ANEEL e SEDEC, a fiscalização de barragens se fortaleceu, podendo ter impulsionado a fiscalização em outras frentes.	-
	Projeto Avaliação da Aceitação da Proposta de Cobrança	P 61.e	Avaliar a aceitação da proposta de cobrança estruturada para atender de forma eficiente as necessidades geradas pela implantação do arranjo proposto e de um plano de gestão, compatível com o porte e a complexidade da bacia hidrográfica do rio Doce	O cenário da qualidade da água pós-rompimento pode demandar revisão dos critérios então adotados para cobrança pelo uso da água. Pode haver sensibilização ou rejeição para a cobrança pelo uso da água, por parte de alguns usuários. Mesmo se houver manutenção da receita onde a cobrança é efetiva, a necessidade de aperfeiçoar os instrumentos diante do novo cenário pode deixar os programas e ações associados a ela mais caros.	-
	Programa de Monitoramento dos Recursos Hídricos – Quantidade e Qualidade	P 62	Melhoria gradativa da qualidade da informação disponível para planejamento, gestão e avaliação	Ações relacionadas a esse programa foram alavancadas após o rompimento, devido a uma grande rede de monitoramento dos recursos hídricos montada na bacia. O PIRH já considerava uma parceria em potencial com a VALE para auxiliar nesse monitoramento.	38 – MONITORAMENTO DA BACIA DO RIO DOCE
	Subprograma de Levantamentos de Dados para Preenchimento de Falhas ou Lacunas de Informações Constatadas no Diagnóstico da Bacia	P 62 1	Obter séries consistentes de informações nas áreas de hidrologia, climatologia, qualidade das águas e sedimentometria	O problema de identificar os reais impactos do rompimento trouxe a necessidade de um preenchimento de falhas de informações. A implantação de programas como o PMQQS e o PMBA, iniciaram o monitoramento sistemático da biodiversidade e de metais na bacia, dando base para formulação de cenários e implantação de ações de compensação e recuperação de danos antrópicos.	-

Fonte: Autoria própria.

Quadro 11 – Efeitos sobre os programas de Implementação das Ações do PIRH Doce.

Grande Tema	Programa PIRH	Id	Objetivo	Como o objetivo foi afetado?	Programa da Fundação Renova que possui relação
Implementação das Ações do PIRH Doce	Programa Comunicação do Programa de Ações	P 71	O Programa pretende proporcionar a integração entre os atores do Sistema de Gestão de Recursos Hídricos da bacia e os diferentes segmentos da sociedade e usuários, divulgando informações referentes ao PIRH que favoreçam e subsidiem a concepção, planejamento e implementação das ações e estratégias do Plano	O estabelecimento de novos atores sobre a bacia pode em certos momentos ter gerado conflito de informações, destaque especial às informações incertas e por vezes conflitantes sobre os reais impactos do rompimento e o tempo necessário para sua recuperação. Entretanto, verifica-se que é um programa com potencial de diminuir conflitos de ações nesse novo cenário.	35 – INFORMAÇÃO PARA POPULAÇÃO 36 – COMUNICAÇÃO NACIONAL E INTERNACIONAL
	Programa de Educação Ambiental	P 72	Mobilizar e contribuir para um comportamento mais adequado para a preservação dos recursos hídricos através da preparação e disseminação de conhecimentos e informações que permitem compreender e refletir sobre aspectos dos ciclos hidrológicos que não são evidentes para os atores sociais e produtivos.	Outros programas de educação ambiental surgiram na bacia, por aplicação da Renova e outras entidades.	33 – EDUCAÇÃO AMBIENTAL
	Programa Treinamento e Capacitação	P 73	Desenvolver os recursos humanos envolvidos na gestão dos recursos hídricos da bacia, bem como naqueles alocados às tarefas e ações de implementação, gestão, acompanhamento e monitoramento da implementação do PIRH Doce e Planos de Ação	O rompimento e o novo cenário do PIRH requereu novas capacitações. Diversas ações de capacitação ocorreram no âmbito de segurança de barragens, organizadas pela ANA, Defesa Civil e outras entidades.	-

Fonte: Autoria Própria.

O receio era porque, segundo o documento:

A tradição mostra que ao não contar com recursos financeiros próprios, o sistema de recursos hídricos e de gestão da bacia deixa de ser referência e os atores da bacia, os interessados em obras para seus municípios, os interessados em preservação ambiental, e os mais distintos protagonistas passam a freqüentar outros ambientes em busca de recursos e de apoio às suas demandas. (ECOPLAN-LUME, 2010a, p. 78).

Com a ocorrência do Desastre, um novo arranjo se formou, novos atores tomaram o protagonismo (Fundação Renova e CIF), o TTAC concorreu com o PIRH Doce e o TdR de 2020 expõe a preocupação quanto a isso, ao querer retomar o PRH como

instrumento central do planejamento da bacia (Figura 5). Portanto, esse é mais um motivo para que se tenha cuidado em apoiar-se demais no TTAC como financiador de programas, pois confiar em um recurso esporádico sem fortalecer a cobrança por recursos hídricos poderá gerar dificuldades em manter o CBH-Doce como órgão central da GRH na bacia.

É possível que atrasos e retenções nos repasses dos recursos da cobrança (e também a falta de cobrança nos afluentes do ES) tenham trazido dificuldade para o IBio implementar ações previstas no PIRH com esses recursos, e até mesmo na articulação para buscar outros meios de financiamento. Como dito nos parágrafos anteriores, isso é uma questão problemática, sendo interessante analisar outros documentos, como os Planos de Aplicação Plurianual (PAPs) dos recursos arrecadados com a cobrança e consultar o CBH e/ou atas de reuniões, para compreender como foram aplicados os recursos e como outras dificuldades não observáveis apenas com a análise do PIRH e TdRs podem ter influenciado na GRH pós-desastre e podem ser deletérios para o CBH e o PIRH Doce.

Diante da análise dos TdRs e do PIRH Doce, concorda-se com Alves e outros (2019) de que o Plano publicado em 2010 é robusto. Decerto, muitos dos assuntos que o presente trabalho considerou como potencializadores da integração entre a GRH e a GRDT foram considerados tanto no PIRH como nos TdRs. Entretanto, o plano desconsiderou assuntos referentes a desastres tecnológicos, como o rompimento de barragens, e mesmo em sua força, foi despreparado para o enfrentamento de crises.

5.3 IDENTIFICAÇÃO DOS DESAFIOS E POTENCIALIDADES PARA A INTEGRAÇÃO ENTRE A GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS E A GESTÃO DE RISCOS E DESASTRES TECNOLÓGICOS NA BACIA DO RIO DOCE

Com base nas análises feitas dos TdRs e do PIRH Doce, pôde-se identificar aspectos que auxiliam (potencialidades) e que dificultam (desafios) a integração entre GRH e a GRDT na bacia do rio Doce. A característica que o rio Doce possui de ser rio de domínio da União fez com que alguns aspectos nacionais também pudessem ser percebidos. Dessa forma, semelhante a uma matriz FOFA

(Forças-Oportunidades, Fraquezas-Ameaças), pode-se elencar pontos fracos e fortes, internos e externos, que facilitam a integração entre as gestões estudadas.

Quadro 12 – Síntese dos desafios e potencialidades na integração entre a GRH e GRDT na bacia do Doce. a) Desafios internos. b) Potencialidades internas. c) Desafios externos. d) Potencialidades externas.

	Desafios	Potencialidades
Interno (Bacia do rio Doce)	<p>a)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Falta de incorporação de diretrizes no novo TdR de prevenção e preparação para desastres tecnológicos; • Receio de GRDT causar desfoque nos objetivos do PIRH; • GRD nos documentos é focada em perigos naturais e não tratam os riscos e desastres que afetam os recursos hídricos de modo holístico; • Falha na percepção quanto ao risco de contaminação dos recursos hídricos por acidentes tecnológicos; • Dificuldade em aplicar e operacionalizar os instrumentos da GRH, especialmente em cenários de eventos extremos; • Carência de um gatilho para atualização do plano em casos de crises. 	<p>b)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Integração interna entre instrumentos da GRH, não se restringindo a instrumentos rotineiros; • PIRH-Doce robusto e atualização focada em operatividade; • Participação social e dos governos em modelo de comitê de integração (CBH-Doce); • Integração existente do CBH-Doce (e do PIRH) com a Defesa Civil para gestão de riscos e desastres naturais pode ser uma ponte para incorporar a GRDT; • A incorporação do TTAC no PIRH (para ações de recuperação e compensação); • Projetos de pesquisa e monitoramento que geram informações para os gestores.
Externo (Brasil)	<p>c)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Falta de métodos práticos para integração entre GRH e GRDT; • Pouca incorporação nos planos de recursos hídricos de temas relacionados acidentes tecnológicos que podem comprometer a qualidade dos rios, como acidentes de transporte, áreas degradadas por lixões e reservatórios fora do rio (off-stream). 	<p>d)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Crescimento na aprendizagem nacional quanto a riscos de rompimento de barragem, explicitando a necessidade de prevenção; • ANA como agente articulador na gestão de riscos de rompimento de barragens; • Ocorrência de ações de capacitação no tema.

Fonte: Autoria Própria.

Como se observa no Quadro 12b, dentre as potencialidades identificadas na GRH da bacia do rio Doce, percebeu-se que o planejamento na bacia não se restringe a implementar instrumentos rotineiros. Isso devido ao fato de o Plano e os TdRs se referirem à “Compensação a Municípios” e “Alocação de Água” – por certo, a PNRH não limita que os instrumentos a serem utilizados sejam apenas os que ela lista (PORTO, PORTO, 2008, p. 51). Outrossim, no Plano seguiu-se a proposta de que os instrumentos da GRH sejam trabalhados integradamente.

Há também anseio por operatividade que é um aspecto potencializador para a integração da GRH com a GRDT, pois o desejo de construir um plano que funciona, leva a uma necessidade implícita de pensar nos riscos que podem fazê-lo não funcionar. Os desastres tecnológicos são um risco para o planejamento de recursos hídricos, portanto aí se tem uma ponte para unir a GRH com a GRDT.

Outra potencialidade interna é quanto à integração com outros atores e instrumentos de outras gestões atuantes na bacia. A participação social, garantida pelo sistema de colegiados, é essencial tanto para a GRH quanto para a GRDT. Também há as articulações com a Defesa Civil nos assuntos de gestão de riscos e desastres naturais, ao qual o plano dá como prioridade sua articulação. Não menos importante, tem-se a integração com o instrumento TTAC, que é um início para a integração com a GRDT.

Quanto aos desafios internos à bacia do rio Doce para a integração entre GRH e GRDT (Quadro 12a), um dos identificados foi que apesar de em certo ponto o TTAC apoiar a fase de preparação para desastres (ajuste da conduta para não ocorrer novamente eventos semelhantes), ele tem pouca ênfase na prevenção e preparação contra outros riscos tecnológicos na bacia, especialmente os que não forem relacionados às empresas responsabilizadas pelo Rompimento. Assim, o TdR de 2020 — que dá diretrizes para a atualização do PIRH Doce — ao dar tanta ênfase ao TTAC, mas pouca à interligação com outros instrumentos da GRDT, lida apenas com a gestão do desastre tecnológico causado pelo Rompimento da Barragem de Fundão, mas não com a gestão dos riscos de outros desastres.

Também observou-se que a falta de incorporação da gestão do risco de desastres tecnológicos nos PRHs possa ser por um receio em acrescentar muitos assuntos no plano somado à falta de percepção de risco.

Quanto ao primeiro aspecto, verifica-se uma preocupação comum na elaboração de planos de recursos hídricos em não estender seu escopo além do objetivo desse instrumento (LANNA, 2001, p. 217; ZOBY, 2015, p. 200), e isso é um ponto positivo de modo a trazer foco ao planejamento (Quadro 12b). O TdR novo, em diversos pontos, traz que as ações propostas precisam ser as quais exista governabilidade do SINGERH, notadamente, CBH-Doce, CBHs afluentes, órgãos gestores de recursos hídricos e entidades delegatárias (ANA, 2020c).

Quando uma ação é de interesse da gestão de recursos hídricos, deve ser tratada no PRH, mesmo sendo responsabilidade de outro setor ou política pública. No PIRH Doce verifica-se esse fato por ele conter diretrizes sobre proteção integral e formação de unidades de conservação que são competência do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), ou seja, da política de meio ambiente.

Outro exemplo é o saneamento básico na bacia, que está diretamente associado à política de saneamento, cujo financiamento geralmente não advém da cobrança pelo uso da água, mas que o PIRH tratou de articular, devido à importância do tema para a política de recursos hídricos. Assim, questões sob responsabilidade de outros atores, porém relevantes por afetarem a qualidade e quantidade de recursos hídricos, também precisam ser tratadas.

Nesse contexto, a gestão de desastres tecnológicos não deve ser deixada de lado, pois é um acréscimo necessário à gestão de desastres naturais que já existe no PIRH. Considerar ambas é um caminho promissor na proteção a bacia do Doce, visto a articulação já existente do CBH-Doce com a Defesa Civil (uma das metas de maior hierarquia no PIRH) e os sistemas de alerta e alarme implantados na bacia (Quadro 12b). Como exemplo da conclusão em que se chegou no Plano de Manejo Integrado da Bacia do Rio Tisza, duas décadas após o rompimento das barragens de rejeito de mineração de Baia Mare e Baia Borsa:

A principal lição aprendida com esses eventos é que, apesar de várias soluções técnicas rápidas e eficazes serem encontradas durante as fases de emergência e remediação dos derramamentos, os custos de qualquer atividade de remediação são sempre muito maiores do que introduzir medidas adequadas de segurança e prevenção. (INTERREG, 2019, p. 35, tradução nossa).

Destaca-se que se em algum momento preocupação recair em acrescentar custos na elaboração do plano, ao considerar em seu escopo a preparação e prevenção para desastres tecnológicos, mais custoso poderá ser a recuperação e mitigação de um risco omitido.

É compreensível que as dificuldades em operacionalizar a integração entre os próprios instrumentos da GRH na bacia gere todos esses receios de “inchar” o plano com muitas ações (Quadro 12c), quanto aos desafios externos à bacia do rio Doce, ao nível nacional). Porém, é observável que com o estabelecimento da crise gerada pelo Rompimento, operacionalizar o Plano é ainda mais complicado. De fato, incorporar assuntos novos quando os comuns são difíceis de se tratar pode ser o desafio principal na integração entre GRH e GRDT.

Nesse ponto é que se encaixa a necessidade de um mecanismo no plano que possibilite sua atualização e correção durante crises, como um desastre tecnológico (Quadro 12a). A falta desse mecanismo pode fazer com que, caso ocorra um

desastre poucos meses depois do lançamento do PRH, por não ter nenhuma previsão de ações para essa situação, todo plano seja fadado a ineficácia. Portanto, precisa-se estudar um modelo de gestão adaptativa para os PRHs, que os torne prontos a adaptar-se e estar preparado ao risco de novos incidentes, há exemplo dos PLANCONs, que são geralmente atualizados de ano em ano ou a cada ocorrência de desastre.

Também observou-se a potencialidade das pesquisas e do monitoramento que geram informação para os gestores e desenvolvem o conhecimento sobre a integração entre a GRH e GRDT (Quadro 12b). Esse foco crescente após o Rompimento pode subsidiar a suplantação do desafio de existirem nacionalmente poucos métodos práticos e pouca experiência quanto à integração entre as duas gestões (Quadro 12c). Um exemplo dessa deficiência é que durante a etapa de fundamentação teórica (Seção 4.1) não se encontrou nenhuma metodologia adaptada à integração entre as duas gestões estudadas neste trabalho.

Conforme exposto no Quadro 12d — quanto às potencialidades externas, ao nível nacional, para integração entre a GRH e a GRDT — a crescente aprendizagem em segurança de barragens, a integração dessa com a GRH, percebida no caso da ANA como órgão focal na segurança de barragens nacional a partir de 2018, e as capacitações realizadas pela Defesa Civil e pela ANA nesse tema, tendem a ser bastante úteis à bacia do Doce. Mesmo assim, conforme o Quadro 12c, há muito que ser desenvolvido quanto a incorporar outros desastres, pois apenas os relacionados a rompimento de barragens é que tem sido focados no planejamento, enquanto os riscos de desastre quanto a transporte de produtos perigosos, e acidentes relacionados a outros tipos de empreendimentos tem ficado esquecidos na integração da GRH com GRDT.

6. CONCLUSÃO

Nesse trabalho avaliaram-se desafios e potencialidades na integração entre a gestão de recursos hídricos (GRH) e a gestão de riscos e desastres tecnológicos (GRDT) na bacia do rio Doce, trazendo assim, subsídios para aprimorar o planejamento de recursos hídricos. Dentre os principais resultados, obteve-se quais foram/são os principais impactos causados pelo Rompimento da Barragem de Fundão sobre o Plano Integrado de Recursos Hídricos da bacia do rio Doce (PIRH Doce) e pôde-se compreender algumas falhas no planejamento e atualizações necessárias no plano, diante de um desastre tecnológico.

Conclui-se que em ambos os Termos de Referência (TdRs) — de elaboração (CBH-DOCE, 2007) e atualização do Plano (ANA, 2020c) — há características que facilitam a integração entre a GRH e a GRDT. Neles, há um anseio dos gestores da bacia por integração entre os instrumentos da GRH, seguindo princípios de foco e operatividade para implantação. Também é alvo a sinergia com demais atores, documentos e políticas na bacia. Isso se buscou dentro de uma gestão descentralizada, gerenciada por um Comitê de Integração da Bacia do rio Doce (CBH-Doce) e no diálogo com setores governamentais dos vários níveis da federação, participação social e demais setores/atores que interferem nos recursos hídricos. Esses assuntos, abordados como diretrizes no TdR de 2007, foram incorporados no PIRH Doce.

Em suma, a Gestão de Riscos e Desastres (GRD) foi um assunto com destaque no TdR de 2007 e no Plano, porém ambos limitaram-se a tratar a GRD quanto a perigos naturais (secas e cheias). No TdR de 2020 acrescentou-se a necessidade de articulação com a Fundação Renova como ator e com o Termo de Transação e Ajustamento de Conduta (TTAC) como instrumento, não especificando, porém, um anseio por ampliar uma integração que se una à GRDT e não só cuide dos impactos do Desastre já ocorrido.

Não se observou no TdR de 2020 diretrizes que visem lidar com o risco de novos desastres tecnológicos. Nesse caso, o surgimento e consideração dessa temática no planejamento ficam implicitamente dependentes do grau de evolução que o assunto tomará durante as discussões no processo de atualização do PIRH, isso se o

assunto for levantado por algum dos envolvidos. Conjuntamente, não foi possível notar diretrizes relacionadas à identificação de outros empreendimentos com potencial de contaminação dos cursos d'água em caso de acidentes. Tal deficiência poderia ser evitada com a descrição no TdR para atualização de que o Plano deveria lidar com a possibilidade de outros desastres/acidentes tecnológicos atingirem a calha do rio Doce.

Em resumo, houve efeitos do Rompimento sobre as etapas de construção do PIRH Doce (“Diagnóstico”, “Prognóstico” e “Diretrizes e Programas”). O diagnóstico e o prognóstico não se aproximam do cenário pós-rompimento, assim a atualização do PIRH necessitará de um esforço maior para formulá-los. Quanto às diretrizes, novos parâmetros como “biodiversidade” e “metais” (relacionados aos impactos do Rompimento) serão tão necessários de ser incorporados no planejamento quanto os parâmetros “Coliformes Termotolerantes” (relacionados ao saneamento) e “turbidez” (ligado à erosão natural e padrões de uso do solo).

No plano de ações, os impactos na qualidade da água na calha principal afetaram negativamente as metas de vários programas das sete Questões Referenciais (Grandes Temas), e também foram responsáveis por diminuir a quantidade de água disponível que poderá gerar, transferir ou potencializar conflitos pelo uso de recursos hídricos. Outro impacto foi que o surgimento do Comitê Interfederativo (CIF), da Fundação Renova e do TTAC abalaram o arranjo institucional planejado, bem como a centralidade do PIRH Doce sobre a GRH da bacia. Ainda assim o CIF e a Renova são entes com prazo de existência e que podem ser extintos a qualquer momento, reforçando a importância em se fortalecer os CBHs, por serem eles os responsáveis legais pela GRH nas bacias conforme a Lei Federal 9433/97.

Conclui-se que mesmo com sua robustez, o Plano não se mostrou preparado para o enfrentamento de uma crise causada por um desastre tecnológico. Se esse aspecto não for trabalhado através da busca por uma gestão adaptativa, a implantação dos instrumentos da GRH estará constantemente ameaçada por um desastre tecnológico “inesperado” qualquer.

Os desafios gerados por não se tratar a GRD de forma holística (desastres naturais+tecnológicos) podem ser suplantados pelo potencial de que a importância que o Plano dá à articulação com Defesa Civil para gerir riscos e desastres naturais

se amplie à GRDT. Semelhantemente, a evolução nacional na percepção dos riscos de desastres envolvendo barragens e as capacitações no tema é um fator que pode auxiliar a integração entre GRH e GRDT, apesar da tendência de que outros riscos e desastres tecnológicos, como envolvendo transporte de produtos perigosos, sejam deixados em segundo plano.

Não se deve esquecer que o PIRH Doce de 2010 se tratou do primeiro plano de recursos hídricos elaborado para a bacia, por isso espera-se um aprimoramento durante atualização do mesmo. Ressalta-se que a atualização do PIRH não deve apenas considerar a mitigação e recuperação pós-rompimento, mas também considerar a possibilidade de ocorrer outros desastres (além dos rompimentos de barragens). Essa é uma atitude de aprendizagem e um princípio bastante utilizado no planejamento da gestão de riscos e desastres (ex.: os planos de contingência atualizados após desastres) com objetivo de prevenir-se e preparar-se para novos eventos.

O que se argumenta aqui não é que o Plano precise lidar com todos os riscos possíveis, mas que de fato desastres tecnológicos podem ser deletérios a PRHs, portanto precisam ser considerados no planejamento. Assim, é necessário que no PIRH haja articulação com outros instrumentos/políticas que lidem com esse tema e também mecanismos para correção/atualização do Plano na ocorrência de uma crise para manter a operacionalidade dos instrumentos da GRH. É importante que essas diretrizes sejam abordadas na atualização do PIRH Doce, para reforçar o desenvolvimento de um plano que objetive a sustentabilidade, mesmo diante das pressões que o desenvolvimento econômico impõe sobre os recursos hídricos da bacia, dentre as quais se encontram os desastres tecnológicos.

7. RECOMENDAÇÕES

Para futuros estudos recomenda-se:

- Aprofundar a análise dos efeitos do Rompimento no planejamento de recursos hídricos através de exame dos PAPs dos períodos anterior e posterior ao incidente e consulta ao CBH e/ou suas atas, inclusive para identificar o que foi demanda dele no âmbito do TTAC.
- Analisar a relevância em inserir no conteúdo mínimo de PRHs, previstos na resolução do CNRH 145/2012, a consideração de cenários que contemplem os riscos de desastres naturais e tecnológicos e de diretrizes para sua prevenção e mitigação.
- Elaborar modelo conceitual que aborde possibilidades de integração entre os instrumentos da GRH com a GRDT, como os desenvolvidos por Marinato (2008), Tedesco (2009) e Ferraz (2010).
- Aprofundar estudo do planejamento de recursos hídricos em bacias onde a integração entre a GRH e a GRDT estão em estágios mais avançados (como a bacia do rio Tisza na Europa Central e a do rio Paraíba do Sul, no sudeste brasileiro).
- Desenvolver modelo de gestão adaptativa que permita que os PRHs sejam capazes de se adaptar e estejam mais bem preparados a crises, como as geradas por desastres tecnológicos.

8. REFERÊNCIAS

- ABEMA *et al.* **Plano Nacional de Prevenção, Preparação e Resposta Rápida a Emergências Ambientais com Produtos Químicos Perigosos**. Brasília, 2007.
- ALVES, F. H. D. S. *et al.* **Impactos do Rompimento da Barragem de Fundão, no Município de Mariana/MG, no Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Doce - PIRH Doce**. In: 31. XXIII Simpósio Brasileiro De Recursos Hídricos. Foz do Iguaçu: ABRHidro, 2019. P. 1–10.
- ANA. **1º Boletim de Monitoramento: Plano Nacional de Segurança Hídrica**. Brasília, 2020.
- _____. **Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil 2013**. Brasília, 2013. P. 432. ISBN 978-85-882100-15-8.
- _____. **Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil 2020: informe anual**. Brasília, 2020. P. 118.
- _____. **Edital de Concorrência do tipo Técnica e Preços nº 01/ANA/2020. Processo nº 02501.004736/2019-50 [Projeto Básico]**. Brasília: Agência Nacional de Águas, 2020.
- _____. **Encarte Especial sobre a Bacia do Rio Doce Rompimento da Barragem em Mariana/MG**. Brasília, 2016. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/RioDoce/EncarteRioDoce_22_03_2016v2.pdf>. Acesso em 03 de março de 2020.
- _____. **Plano Nacional de Segurança Hídrica**. Brasília, 2019.
- ANA *et al.* **Acordo de Cooperação Técnica para Atuação Conjunta em Segurança de Barragens**. ACT nº31/2018. Relatório 2019. Brasília, 2020.
- ANA; MMA; PNUMA. **GEO Brasil Recursos Hídricos**. Brasília, 2007.
- BAE, Y.; JOO, Y. M.; WON, S. Y. **Decentralization and collaborative disaster governance: Evidence from South Korea**. Habitat International, v. 52, p. 50–56, 2016. Disponível em:

<<http://dx.doi.org/10.1016/j.habitatint.2015.08.027>>. Acesso em 21 de maio de 2021.

BIRKLAND, T. A. **Lessons of disaster: Policy change after catastrophic events.** January 2008, p. 1–216, 2006.

BOIN, A.; MCCONNELL, A.; HART, P. 't. **Governing after crisis.** Cambridge University Press, 2008. p. 3–30. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/product/identifier/CBO9780511756122A011/type/book_part>. Acesso em 21 de maio de 2021.

BRASIL. Decreto Nº 5.098, de 3 de junho de 2004. **Dispõe sobre a criação do Plano Nacional de Prevenção, Preparação e Resposta Rápida a Emergências Ambientais com Produtos Químicos Perigosos - P2R2, e dá outras providências.** 2021

_____. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. **Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.** Brasília, Diário Oficial da União, 1997.

_____. Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012. **Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC); dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC) e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil (CONPDEC); autoriza a criação de sistema de informações e monitoramento de desastres; altera as Leis nos 12.340, de 1º de dezembro de 2010, 10.257, de 10 de julho de 2001, 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.239, de 4 de outubro de 1991, e 9.394, de 20 de dezembro de 1996; e dá outras providências.** Brasília, Diário Oficial da União, 2012, vol. 70.

CAP-NET; GWP; UNDP. **Integrated Water Resources Management Plans - Training Manual and Operational Guide.** [S.l: s.n.], 2005.

CBH-DOCE. **Termos de Referência para a Elaboração do Plano Integrado da Bacia Hidrográfica do Rio Doce e para os Planos de Ações de Recursos**

Hídricos das Bacias Afluentes ao Rio Doce. [S.I.]: Comitê da Bacia do Rio Doce, 2007.

CEDE. **Instrumentos de gestão das águas. Série estudos estratégicos.** Brasília: [s.n.], 2015. Disponível em: <<http://www.camara.leg.br/editora>>.

CRISTIANA, L. *et al.* **Sem-Terra, Sem-Água e Sem-Peixe – Impactos socioambientais da ruptura da barragem de rejeitos da Samarco no Espírito Santo.** WATEELAT-GOBACIT Network Working Papers, v. 2, n. 17, p. 111, 2015.

DE PAIVA, R. C. D. *et al.* **Advances and challenges in the water sciences in brazil: A community synthesis of the xxiii brazilian water resources symposium.** Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 25, p. 1–28, 2020.

ECOPLAN-LUME. **Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Doce e Planos de Ações para as Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos no Âmbito da Bacia do Rio Doce - Relatório Executivo.** [S.I.], 2010.

_____. **Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Doce e Planos de Ações para as Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos no Âmbito da Bacia do Rio Doce - Volume I.** [S.I.], 2010.

_____. **Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Doce e Planos de Ações para as Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos no Âmbito da Bacia do Rio Doce - Volume II.** [S.I.], 2010.

_____. **Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Doce e Planos de Ações para as Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos no Âmbito da Bacia do Rio Doce - Volume III.** [S.I.], 2010.

EM-DAT. **Emergency Events Database.** Disponível em: <<https://www.emdat.be/database>>. Acesso em 20 de abril de 2020.

- ESPINDOLA, H. S.; NODARI, E. S.; SANTOS, M. A. **Rio Doce: riscos e incertezas a partir do desastre de Mariana (MG)**. *Revista Brasileira de História*. São Paulo, v. 39, nº 81, 2019. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/1806-93472019v39n81-07>>. Acesso em 21 de setembro de 2021.
- FEIL, A. A.; SCHREIBER, D. **Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável: desvendando as sobreposições e alcances de seus significados**. *Cadernos EBAPE.BR*, v. 15, n. 3, p. 667–681, jul. 2017. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-39512017000300667&lng=pt&tlng=pt>. Acesso em 9 de setembro de 2019.
- FERRAZ, K. C. **Subsídio metodológico à integração da gestão de recursos hídricos com a gestão territorial, considerando as políticas florestal, agrícola e municipal urbana**. 2010. Diss. (Mestrado) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória.
- FREITAS, C. M.; SILVA, M. A.; MENEZES, F. C. **O desastre na barragem de mineração da Samarco: fratura exposta dos limites do Brasil na redução de risco de desastres**. *Ciência e Cultura*, v. 68, n. 3, p. 25–30, set. 2016. Disponível em: <http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252016000300010&lng=pt&tlng=pt>. Acesso em 7 de fevereiro de 2020.
- FURTADO, J. *et al.* **Capacitação básica em Defesa Civil**. Florianópolis: CAD UFSC, 2012. 122 p.
- GWP. **Integrated Water Resources Management - TAC Background Papers n o 4**. Global Water Partnership, Technical Advisory Committee, Stockholm, 2000.
- ICPDR. **Inventory of Potential Accidental Risk Spots in the Danube River Basin**. n. Analysis of Accidental Risk Spots (ARS) in the catchment area of the Danube, 2001.
- IGAM. **Termo de Referência do PMSH**. 2021. Disponível em: <<http://compras.mg.gov.br/images/stories/arquivoslicitacoes/2021/IGAM/19.03.2021/termo-de-referencia-pmsh.pdf>>. Acesso em 12 de julho de 2021.

- INTERREG. **Updated Integrated Tisza River Basin Management Plan**. [S.l.], 2019.
- KOSSOFF, D. *et al.* **Mine tailings dams: Characteristics, failure, environmental impacts, and remediation**. *Applied Geochemistry*, v. 51, p. 229–245, 1 dez. 2014. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0883292714002212>>. Acesso em 13 de fevereiro de 2020.
- LINDELL, M. K. **Disaster studies**. *Current Sociology*, v. 61, n. 5–6, p. 797–825, 2013.
- LANNA, E. **Introdução à Gestão das Águas no Brasil**. Edição: AlfaSigma Consultoria. Porto Alegre: [s.n.], 2001.
- LOENHOUT, J. van; BELOW, R.; HORIONS, M. **Technological disasters**. Brussels. 2020.
- LONDE, L. R. *et al.* **Desastres Relacionados à Água no Brasil: Perspectivas e Recomendações**. *Ambiente & Sociedade*, v. XVII, n. 4, p. 133–154, 2009.
- LOPES, I. T. P. **Gestão de Risco de Desastres: Integrando os Riscos de Acidentes Industriais à Gestão Territorial**. 2017. Diss. (Mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- MARINATO, C. F. **Integração entre a gestão de recursos hídricos e a gestão municipal urbana : estudo da inter-relação entre instrumentos de gestão**. 2008. Diss. (Mestrado) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória.
- MMA. Resolução CNRH Nº 145, de 12 de dezembro de 2012. **Estabelece diretrizes para a elaboração de Planos de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas e dá outras providencias**. 2012.
- NKLAC-COBRAPE. **Plano Estadual de Recursos Hídricos do Espírito Santo: Produto 3, Prognóstico dos Recursos Hídricos do Espírito Santo, Revisão Final**. [S.l.]. 2018.
- PEREIRA, C. B. *et al.* **Desenvolvimento Sustentável no Planejamento de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Doce**. [S.l.: s.n.]. Em preparação.

- PORTO, M. F.; PORTO, R. L. L. **Gestão de bacias hidrográficas**. Estudos Avançados, v. 22, n. 63, p. 43–60, 2008. ISSN 18069592. DOI: 10.1590/s0103-40142008000200004.23
- QUARANTELLI, E. L. **Implications for Programmes and Policies From Future Disaster Trends**. v. 1, p. 9–19, 1999. ISSN 1460-3799. DOI:10.1057/palgrave.rm.8240011.
- RABELO, D. C.; TEIXEIRA, E. C.; ESPLUGA, J. L. **A participação cidadã no plano de bacia do rio Doce: análise a partir do Termo de Referência**. Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional, v. 9, n. 3, p. 184–204, 2013.
- RIBEIRO, A. P. L. **Análise multicriterial, teoria dos jogos e indicadores de água e solo na avaliação da intensificação agrícola sustentável em pequenas bacias hidrográficas**. 2019. Universidade Federal do Espírito Santo, 2019.
- ROCHE, C. *et al.* **Mines tailings storage : Safety is no accident**. United Nations Environment Programme. Nairobi and Arendal: [s.n.], 2017. Disponível em: <http://www.indiaenvironmentportal.org.in/files/file/RRA_MineTailings_hires.pdf>. Acesso em 24 de janeiro de 2020.
- RRDM. **Relatório Anual 2020 do PMBA/Fest-RRDM, Evolução Espaço-Temporal na Qualidade Ambiental e na Biodiversidade no Ambiente Dulcícola**. Vitória, 2020.
- _____. **Relatório Anual: Anexo 3 Dulcícola – Ações na Bacia**. Vitória, 2019.
- SEDRU. **Relatório: Avaliação dos efeitos e desdobramentos do rompimento da Barragem de Fundão em Mariana - MG. Avaliação dos efeitos e desdobramentos do rompimento da Barragem de Fundão em Mariana - MG**. Belo Horizonte, Brasil: [s.n.], 2016.
- SHALUF, I. M. **An overview on the technological disasters**. *Disaster Prevention and Management*, v. 16, n. 3, p. 380–390, 2007. Disponível em: <www.emeraldinsight.com/0965-3562.htm>. Acesso em 29 de janeiro de 2020.

- SPALIVIERO, M. *et al.* **Participatory Approach for Integrated Basin Planning with Focus on Disaster Risk Reduction: The Case of the Limpopo River.** *Water*, MDPI AG, v. 3,n. 3, p. 737–763, jun. 2011. ISSN 2073-4441. DOI:10.3390/w3030737. Disponível em:<http://www.mdpi.com/2073-4441/3/3/737/>.
- SOMASUNDARAM, D. *et al.* **Natural and Technological Disasters.** *Trauma Interv. War Peace*. [S.l.: s.n.], 2007. p. 291–318.
- TEDESCO, A. N. S. **Subsídios para integração da gestão das águas com a gestão urbana : desenvolvimento de um modelo conceitual para a conexão de mecanismos e instrumentos de gestão.** 2009. Diss. (Mestrado) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória.
- TTAC. **Termo de transação e de ajustamento de conduta.** 2016. Disponível em: <<https://www.fundacaorenova.org/wp-content/uploads/2016/07/ttac-final-assinado-para-encaminhamento-e-uso-geral.pdf>>. Brasília. Acesso em 21 de setembro de 2021.
- TUCCI, C. E. M.; HESPANHOL, I.; NETTO, O. d. M. C. **Gestão da Água no Brasil.** Edição: UNESCO. [S.l.: s.n.], 2001
- UNDRR. **Global Assessment Reports for Disaster Risk Reduction - GAR.** Geneva: [s.n.], 2019. Disponível em <<https://www.undrr.org/publication/global-assessment-report-disaster-risk-reduction-2019>>. Acesso em 21 de set de 2021.
- UNISDR. **Man-made and Technological Hazards.** p. 84, 2018. Disponível em: <https://www.unisdr.org/files/54012_manmadetechhazards.pdf>. Acesso em 21 de set de 2021.
- _____. **Terminology on Disaster Risk Reduction.** Geneva. 2009. Disponível em: <https://www.unisdr.org/files/7817_UNISDRTerminologyEnglish.pdf>. Acesso em 18 de setembro de 2021.
- VANELI, B. P. *et al.* **Conceptual Model to Analyze the Effects Caused by Technological Disaster on the Physical-Chemical state of the Lower Doce River Waters, Brazil.** [S.l.: s.n.]. Em análise.

WMTF. **World Mine Tailings Failures—from 1915 – supporting global research in tailings failure root cause, loss prevention and trend analysis.**

Disponível em: <<https://worldminetailingsfailures.org/>>. Acesso em 28 de janeiro de 2020.

ZANDONADE, S. S. **Modelo conceitual para elaboração de Acordos de Cooperação Comunitária (ACCs) no âmbito da gestão de recursos hídricos do Estado do Espírito Santo.** 2020. Universidade Federal do Espírito Santo, 2020.

ZOBY, J. L. G. **Planos de Recursos Hídricos.** In: INSTRUMENTOS de Gestão das Águas. Brasília: [s.n.], 2015. ISBN 978-85-402-0334-1.

ZÚÑIGA, R. A. A.; VILLORIA, A. M. G. **Desastres en México de 1900 a 2016: patrones de ocurrencia, población afectada y daños económicos.**

Revista Panamericana de Salud Pública, Pan American Health Organization, v. 42, 2018. DOI:10.26633/rpsp.2018.55

APÊNDICE A

Quadro 13 — Caracterização de documentos atuantes na Bacia do Rio Doce e sua relevância para a pesquisa.

(continua)

Documento	Tipo	Objetivo (o que?)	Área de abrangência (Onde?)	Prazos e períodos de vigência/atuação (Quando?)	Responsáveis pela aplicação (Quem?)	Interferência no planejamento e execução de ações na bacia (Como?)	Relevância para a pesquisa
Edital de Concorrência nº 01/ANA/2020 – Revisão PIRH Doce	Edital e Termo de Referência (Projeto Básico)	Escolha da proposta mais vantajosa para a contratação de empresa especializada para apoio à revisão e atualizar do Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Doce (PIRH Doce), incluindo seus respectivos Planos Diretores de Recursos Hídricos (PDRHs)/Planos de Ações de Recursos Hídricos (PARHs), e elaborar a proposta de enquadramento dos corpos de água da bacia em classes segundo os usos preponderantes e a atualização do enquadramento dos cursos d'água da bacia do rio Piracicaba.	Bacia hidrográfica do rio Doce e respectivas bacias afluentes	Pré atualização (publicado em 2021)	O Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Doce (CBH-Doce) e os comitês de rios afluentes mineiros e capixabas que integram a Bacia tiveram participação ativa no processo de construção do Termo de Referência para essa contratação, aprovado por meio da Deliberação Normativa CBH-Doce nº 75, durante reunião plenária ocorrida em 16 de abril de 2019. ¹⁹ A empresa vencedora da licitação foi a EngeCorps de Barueri, São Paulo ²⁰	É a atualização já prevista para o PIRH Doce (que terá horizonte de planejamento de 20 anos).	Apresenta o que foi considerado como atualizações importantes para o PIRH Doce e para os PARHs/ PDRHs na opinião do CBH-Doce e dos comitês dos rios afluentes que integram a bacia. Aponta entendimento dos gestores como atualizações necessárias após o Rompimento.

¹⁹ **EDITAL DE CONCORRÊNCIA Nº 01/ANA/2020 – REVISÃO PIRH-DOCE.** Disponível em:

<[http://www.cbhdoce.org.br/noticias/edital-de-concorrencia-no-01-ana-2020-revisao-PIRH Doce](http://www.cbhdoce.org.br/noticias/edital-de-concorrencia-no-01-ana-2020-revisao-PIRH%20Doce)>. Acesso 4 de junho de 2021.

²⁰ **REUNIÃO EXTRAORDINÁRIA DO CBH-DOCE - 13/05/2021.** Disponível em: <https://youtu.be/pXVBu_N5ODk>. Acesso 4 de junho de 2021.

Quadro 13: Caracterização de documentos atuantes na Bacia do Rio Doce e sua relevância para a pesquisa.

(continuação)

Documento	Tipo	Objetivo (o que?)	Área de abrangência (Onde?)	Prazos e períodos de vigência/ atuação (Quando?)	Responsáveis pela aplicação (Quem?)	Interferência no planejamento e execução de ações na bacia (Como?)	Relevância para a pesquisa
Termos de Referência para a Elaboração do Plano Integrado da Bacia Hidrográfica do Rio Doce e Para os Planos de Ações de Recursos Hídricos das Bacias Afluentes ao Rio Doce	Termo de Referência	[...] "orientar a elaboração do PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA DO RIO DOCE – PIRH e dos PLANOS DE AÇÕES DE RECURSOS HÍDRICOS – PARHs - das bacias afluentes ao rio Doce a serem licitados e contratados pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas - IGAM e deverá servir para orientar as propostas técnicas das instituições que vierem a participar do certame." (ANA, 2020c, p. 5)	Bacia hidrográfica do rio Doce e respectivas bacias afluentes	Pré elaboração (publicado em 2007)	Foi construído pelo CBH-Doce em conjunto com os comitês de rios afluentes mineiros e capixabas. Vencedor da licitação foi o Consórcio Ecoplan-Lume	O projeto básico para o PIRH Doce atual (2010 à 2020)	Apresenta a base na qual o PIRH Doce foi construído e mostra como os gestores viam a incorporação da esfera dos riscos de desastres/eventos críticos no plano.
Termo de Transação e de Ajustamento de Conduta	Termo de Ajustamento de Conduta	O TTAC tem como objeto o estabelecimento de programas socioambientais e socioeconômicos, a serem desenvolvidos e executados por uma fundação, com o objetivo de recuperar o meio ambiente e as condições socioeconômicas da área de abrangência impactada pelo evento, definida no próprio documento, de forma a restaurar a situação anterior. Cabe ressaltar, que as medidas de reparação socioeconômica e socioambiental compreendem medidas e ações com o objetivo de recuperar, mitigar, remediar e/ou reparar impactos advindos do Rompimento da Barragem de Fundão, tendo como referência a situação anterior ao evento. Os programas e as medidas deles decorrentes serão, como regra, compreendidos como reparatórios e em alguns casos como compensatórios, quando o estado anterior não puder mais ser alcançado. (ANA, 2020c, p. 50)	Bacia hidrográfica do rio Doce, especialmente regiões afetadas pelo Rompimento	Pós Rompimento Vigência de 15 anos a partir de 2016	Acordado entre empresas responsabilizadas pelo rompimento e o poder público, órgãos ambientais e órgãos de gestão de recursos hídricos. É implantado pela Fundação Renova e fiscalizado pelo CIF.	Instituiu acordo para implementação de ações de compensação e recuperação.	É o instrumento pelo qual implantou-se diversas ações pós rompimento, as quais podem interferir nos programas do PIRH.

Quadro 13: Caracterização de documentos atuantes na Bacia do Rio Doce e sua relevância para a pesquisa.

(continuação)

Documento	Tipo	Objetivo (o que?)	Área de abrangência (Onde?)	Prazos e períodos de vigência/ atuação (Quando?)	Responsáveis pela aplicação (Quem?)	Interferência no planejamento e execução de ações na bacia (Como?)	Relevância para a pesquisa
Pacto para a Gestão Integrada de Recursos Hídricos	Declaração de Pacto	Promoção da segurança hídrica no Brasil a partir do fortalecimento da gestão e da cooperação federativa	Nacional	A partir de fevereiro de 2019.	Ministério do Desenvolvimento Regional, ANA e órgãos gestores dos Estados e do Distrito Federal	Incentiva ação integrada na GRH entre a Federação e os Estados.	Um dos instrumentos com o qual se espera haver articulação no PIRH atualizado, conforme diretriz do TdR de 2020. entre seus tópicos está a segurança de barragens e a segurança hídrica.
PIRH Doce	Plano de Recursos Hídrico de Bacia	[...] produzir um instrumento capaz de orientar o CBH Doce, os CBHs de bacias afluentes, os órgãos gestores dos recursos hídricos da bacia e demais componentes do Sistema de Gestão de Recursos Hídricos com responsabilidade sobre a bacia do rio Doce, com vistas à gestão efetiva dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos da bacia, de modo a garantir o seu uso múltiplo, racional e sustentável em benefício das gerações presentes e futuras." (ECOPLAN-LUME, 2010a, p. 14	Bacia hidrográfica do rio Doce e respectivas bacias afluentes	2010 - 2020.	CBH-Doce	É o PRH, onde são elencados os programas e diretrizes para GRH na bacia.	O objeto de estudo do presente trabalho, por ser um documento com potencial de integrar-se com outros instrumentos (internos ou externos a GRH)
PAP-Doce (Relatório Anual de Acompanhamento das Ações Executadas com os Recursos da Cobrança Pelo Uso de Recursos Hídricos na Bacia Hidrográfica do Rio Doce)	Plano de Aplicação Plurianual	Priorizar programas de investimentos previsto para a Bacia Hidrográfica do Rio Doce a serem realizados com os recursos financeiros oriundos da cobrança pelo uso dos Recursos Hídricos na Bacia pelos Comitês de Bacia Hidrográfica do Rio Doce.	Bacia hidrográfica do rio Doce e respectivas bacias afluentes	2012 - 2015 e 2016 - 2020	CBH-Doce	Priorização das ações	Aponta como os recursos foram gastos e dá sinais de situação da implantação dos instrumentos

Quadro 13: Caracterização de documentos atuantes na Bacia do Rio Doce e sua relevância para a pesquisa.

(conclusão)

Documento	Tipo	Objetivo (o que?)	Área de abrangência (Onde?)	Prazos e períodos de vigência/ atuação (Quando?)	Responsáveis pela aplicação (Quem?)	Interferência no planejamento e execução de ações na bacia (Como?)	Relevância para a pesquisa
PDRHs(MG)/PARHs(ES)	Plano de Recursos Hídrico de Bacia	<p>Plano de Ações de Recursos Hídricos de cada bacia afluente, elaborado junto com o Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Doce – PIRH - e preparado como um produto do processo de elaboração do Plano de Recursos Hídricos - PRH-Doce. Contém um diagnóstico sumário e um programa de intervenções estruturais, não estruturais, regulatórias e institucionais para cada bacia afluente, de modo a permitir sua implementação pelo CBH de bacia afluente respectiva de forma harmônica com o PIRH Doce (CBH-Doce, 2007, p. 10).</p> <p>Os PDRHs/PARHs são parte integrante do PIRH e devem considerar os mesmos objetivos, metas básicas, horizonte de planejamento e a realidade desejada para a bacia. Cada PDRH/PARH é, dessa forma, um desdobramento do Plano Integrado de Recursos Hídricos, de acordo com as especificidades de cada unidade de planejamento. Os conteúdos e informações apresentados nos PDRHs/PARHs são, portanto, transpostos do PIRH, e adequados às especificidades de cada bacia. (ANA, 2020c, p. 65)</p>	Bacias hidrográficas afluentes do Doce	2010 - 2020	CBHs das bacias afluentes ao rio Doce	São as ações a nível local (sub bacia)	Mostra que ações foram priorizadas e as meta mais importantes para cada bacia afluente.

Fonte: Autoria Própria

APÊNDICE B

Quadro 14 — Programas conduzidos pela Fundação Renova.

(continua)

Programa	Objetivo	Área
1 – CADASTRO DOS IMPACTADOS	Cadastramento e avaliação dos impactos de pessoas físicas e jurídicas.	Socioeconômico
2 – RESSARCIMENTO E INDENIZAÇÃO DOS IMPACTADOS	Execução do Programa de Indenização Mediada (PIM).	Socioeconômico
3 – PROTEÇÃO E RECUPERAÇÃO DA QUALIDADE DE VIDA DOS POVOS INDÍGENAS	Promoção do diálogo e manutenção dos atendimentos emergenciais aos povos indígenas atingidos.	Socioeconômico
4 – QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS	Restabelecimento do modo de vida da comunidade remanescente de Quilombo de Degredo.	Socioeconômico
5 – PROTEÇÃO SOCIAL	Execução de ações socioculturais e apoio psicossocial aos impactados pelo rompimento.	Socioeconômico
6 – DIÁLOGO SOCIAL	Criação de canais permanentes de comunicação e interação com a sociedade.	Socioeconômico
7 - ASSISTÊNCIA AOS ANIMAIS	Resgate e tratamento de animais, além de cuidados até que possa retornar ou encontrar seus responsáveis.	Socioeconômico
8 – RECONSTRUÇÃO DE VILAS	Construção de novas localidades que irão abrigar as comunidades de Bento Rodrigues, Paracatu de Baixo e Gesteira.	Socioeconômico
9 – RECUPERAÇÃO DO RESERVATÓRIO DA UHE RISOLETA NEVES	Restabelecimento das condições de operação da Usina Hidrelétrica Risoleta Neves	Socioeconômico
10 – RECUPERAÇÃO DAS COMUNIDADES E INFRAESTRUTURAS IMPACTADAS	Recuperação ou reconstrução de casas, pontes e demais infraestruturas danificadas.	Socioeconômico
11 – RECUPERAÇÃO DAS ESCOLAS E REINTEGRAÇÃO DA COMUNIDADE ESCOLAR	Garantia de acessibilidade da comunidade a escolas temporárias durante a reconstrução.	Socioeconômico
12 – MEMÓRIA HISTÓRICA, CULTURAL E ARTÍSTICA	Recuperação de bens culturais, espaços de lazer e esporte e preservação do patrimônio histórico e cultural.	Socioeconômico
13 – TURISMO, CULTURA, ESPORTE E LAZER	Diagnóstico do impacto no turismo, cultura, esporte e lazer nos municípios impactados	Socioeconômico
14 – SAÚDE FÍSICA E MENTAL DA POPULAÇÃO IMPACTADA	Prestação de apoio técnico às prefeituras na execução dos planos de ação de saúde.	Socioeconômico
15 – TECNOLOGIA SOCIOECONÔMICA	Financiar produção de conhecimento relacionado à recuperação das áreas impactadas.	Socioeconômico
16 – RETOMADA DAS ATIVIDADES AQUÍCOLAS E PESQUEIRAS	Desenvolvimento e execução de programa para apoio aos aquicultores e pescadores.	Socioeconômico
17 – RETOMADA DAS ATIVIDADES AGROPECUÁRIAS	Desenvolvimento e execução de programa para o apoio aos agropecuários.	Socioeconômico
18 – ECONOMIA REGIONAL	Desenvolvimento de outras atividades econômicas nas regiões impactadas.	Socioeconômico
19 – MICRO E PEQUENOS NEGÓCIOS	Execução de programa específico para a recuperação de micro e pequenos negócios.	Socioeconômico
20 – ESTÍMULO À CONTRATAÇÃO LOCAL	Execução de programa de contratação local de força de trabalho e de fornecedores.	Socioeconômico
21 – AUXÍLIO FINANCEIRO EMERGENCIAL	Desenvolvimento de programa de auxílio financeiro emergencial à população impactada.	Socioeconômico
22 – GERENCIAMENTO DOS PROGRAMAS SOCIOECONÔMICOS	Monitoramento dos programas socioeconômicos através de sistemas de informação e banco de dados.	Socioeconômico
23 – MANEJO DE REJEITOS	Avaliação de impacto dos rejeitos, recuperação das áreas e tratamento dos sedimentos.	Socioambiental

Quadro 14 — Programas conduzidos pela Fundação Renova.

(conclusão)

Programa	Objetivo	Área
24 – IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS DE CONTENÇÃO DOS REJEITOS E DE TRATAMENTO NOS LOCAIS DE IMPACTO NOS RIOS	Construção e operação de estruturas de contenção de sedimentos para armazenamento dos materiais retirados das calhas dos rios e seu entorno.	Socioambiental
25 – REVEGETAÇÃO, ENROCAMENTOS E OUTROS MÉTODOS	Recuperação da vegetação e regularização de calhas e margens dos rios impactados.	Socioambiental
26 – RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE (APPS)	Recuperação de APPs degradadas do Rio Doce definidas como fontes de abastecimento.	Socioambiental
27 – RECUPERAÇÃO DE NASCENTES	Recuperação de cinco mil nascentes da Bacia Hidrográfica do Rio Doce.	Socioambiental
28 – CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE	Recuperação e conservação da fauna aquática impactada na Bacia Hidrográfica do Rio Doce.	Socioambiental
29 – RECUPERAÇÃO DA FAUNA SILVESTRE	Construção de Centros de Triagem e Reabilitação de Animais Silvestres em MG e ES.	Socioambiental
30 – FAUNA E FLORA TERRESTRE	Análise do impacto do rompimento da barragem nas espécies ameaçadas de extinção.	Socioambiental
31 – COLETA E TRATAMENTO DE ESGOTO E DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	Disponibilização de recursos para planos de saneamento básico, esgoto, lixões e aterros.	Socioambiental
32 – MELHORIA DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	Construção de sistemas alternativos de captação e melhoria das estações de água.	Socioambiental
33 – EDUCAÇÃO AMBIENTAL	O programa contempla a implementação de medidas de educação ambiental em parceria com as prefeituras dos municípios atingidos pelo rompimento da barragem de Fundão.	Socioambiental
34 – PREPARAÇÃO PARA EMERGÊNCIAS AMBIENTAIS	Implantação de medidas de incremento e apoio de emergência e alerta.	Socioambiental
35 – INFORMAÇÃO PARA POPULAÇÃO	Criação e manutenção da operação dos centros de informações técnicas e bases físicas regionais nos Estados de Minas Gerais e Espírito Santo.	Socioambiental
36 – COMUNICAÇÃO NACIONAL E INTERNACIONAL	Criação de programa de comunicação regional, nacional e internacional, por meio do site da Fundação Renova, em três idiomas.	Socioambiental
37 – GESTÃO DE RISCOS AMBIENTAIS	Estudo para identificar eventuais riscos ambientais e propor ações preventivas e mitigatórias.	Socioambiental
38 – MONITORAMENTO DA BACIA DO RIO DOCE	Desenvolvimento de programa de monitoramento permanente de água e sedimentos.	Socioambiental
39 – UNIDADES DE CONSERVAÇÃO	Custear estudos e implementar ações de reparação nas Unidades de Conservação afetadas pelo rompimento.	Socioambiental
40 – CAR E PRAS	Suporte ao Cadastro Ambiental Rural e execução dos Programas de Regularização Ambiental.	Socioambiental
41 – GERENCIAMENTO DOS PROGRAMAS SOCIOAMBIENTAIS	Monitoramento dos programas socioambientais, incluindo sistemas de informação e banco de dados.	Socioambiental
42 – RESSARCIMENTO DE GASTOS PÚBLICOS EXTRAORDINÁRIOS	Ressarcir os comprometentes pelos gastos públicos extraordinários decorrentes do rompimento da barragem de Fundão.	Socioambiental

Fonte: Adaptado de Fundação Renova (acesso em 21 de setembro de 2021)²¹

²¹ Fundação Renova. **Os Programas**. [S.l: s.n]. Disponível em: <<https://www.fundacaorenova.org/relato-de-atividades/programas/>>. Acesso em 21 de setembro de 2021.