



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

O USO DA ÁGUA SUPERFICIAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOCE/ES: um panorama após o desastre-crime de Mariana/MG

Gabriel Pedro Alves Lopes^(a), Viviane dos Santos Coutinho^(b)

^(a) PPGG, UFES, Gabriel14pedro@gmail.com

^(b) PPGG, UFES, Vivianecoutinho74@gmail.com

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo

A porção da bacia hidrográfica do Rio Doce situada no estado do Espírito Santo se constitui como a região hidrográfica mais importante em termos de volume de vazão, área de drenagem e quantidade de usuários no estado, além disso nos últimos anos passou a ser foco de vários processos envolvendo a ocupação, instalação de barragens e crimes ambientais. Nessa perspectiva o objetivo deste trabalho é apresentar um panorama do uso da água superficial da porção Espírito-santense da bacia do Rio Doce, de maneira a observar juntamente com o mapeamento de uso e cobertura do solo, quem são os atores e a finalidade das captações das águas superficiais da bacia, contextualizando assim um breve panorama da Bacia do rio Doce após o Desastre/Crime de Mariana, ocorrido em 2015, a partir da análise de mapa de densidade de usuários de água e de uso do solo.

Palavras chave: Bacia do Rio Doce. Uso da água superficial. Uso e cobertura do solo.

1. Introdução

A água é um bem comum e indispensável para a sobrevivência de todos os seres vivos, sendo essencial para grande parte dos processos biológicos, químicos e físicos. Ela é apropriada pelos seres humanos para os mais diversos usos, desde as razões de subsistência,



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

como o abastecimento humano, até os inúmeros processos produtivos, como a geração de energia, a produção de mercadorias agrícolas e industriais, entre outros.

Nesta perspectiva, para além do ciclo hidrológico há também a formação de um ciclo hidrossocial, por se tratar de um processo sócio-natural pelo qual água e sociedade se (re)produzem mutuamente, fazendo-se e refazendo-se ao longo do espaço e do tempo. Apesar do ciclo hidrológico ser predominantemente empregado como um meio de representar os fluxos de água na atmosfera, o ciclo hidrossocial atende a natureza social destes fluxos (que o ciclo hidrológico não atende), bem como o papel dinâmico desempenhado pela água, destacando os processos dialéticos e relacionais através dos quais a água e a sociedade se interrelacionam (LINTON e BUDDS, 2014).

Desta forma, considerando a noção da água como elemento apropriado pelo homem e direcionada pelos diversos usos, no Brasil, segundo a Agência Nacional das Águas, os principais usos da água são destinados à irrigação, ao abastecimento humano e animal, industrial, para a geração de energia, a mineração, aquicultura, navegação, turismo e lazer (ANA, 2017).

No âmbito de planejamento e gestão das águas enquanto políticas públicas direcionadas às águas se destacam a Política Nacional de Recursos hídricos, Lei 9.433 (BRASIL, 1997), no nível federal, que é um marco na gestão sistemática dos recursos hídricos. Tendo como uma de diretrizes centrais de ação à integração e a articulação da gestão de recursos hídricos com a do uso do solo. E no nível estadual a Lei Estadual de Recursos hídricos, Lei 10.179 (ESPÍRITO SANTO, 2014) que aponta de forma semelhante que do instrumento federal, a necessidade de se compreender de forma articulada uso da água e uso do solo.

O estabelecimento de correlações entre o uso e a ocupação dos solos e o uso da água, é extremamente importante para o entendimento e planejamento dos recursos hídricos (COELHO, 2007).



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Sendo assim, considerando a perspectiva do ciclo hidrossocial e da gestão articulada de recursos hídricos e uso do solo, o objetivo deste trabalho é apresentar um panorama do uso da água superficial da porção Espírito-santense da bacia hidrográfica do rio Doce (Figura 1). De maneira a identificar, juntamente com o mapeamento de uso e cobertura do solo, quem são os atores e para quê estão sendo utilizadas as águas superficiais da bacia. De modo a compreender qual a situação em relação ao uso e apropriação da água pelos diferentes atores da Bacia após o Desastre/Crime de Mariana, ocorrido em 2015.

A porção da bacia hidrográfica do rio Doce pertencente ao estado do Espírito Santo apresenta o maior volume de vazão do estado, com um total de 844 m³/s (COELHO, 2009), sendo também a bacia que ocupa a maior área territorial abrangendo 28 municípios, o que significa um total de 15.666 km², o que pode ser observado na figura 1. Além disso a escolha da bacia do rio Doce para a realização deste estudo se deu também pelo recente Desastre/Crime de Mariana, ocorrido em 2015, que ocasionou impactos socioambientais inestimáveis, provocando a destruição de culturas e contaminação das mananciais, entre outros, ao longo dos territórios que atravessam o Rio Doce e seus afluentes.

A Bacia hidrográfica do rio Doce, como demonstra a figura 1, é a bacia com a maior densidade de usuários de águas superficiais do estado do Espírito Santo, principalmente na região ao norte do rio Doce, com grandes manchas de quantidade de usuários com áreas chegando a alcançar cerca de 405 usuários por quilômetro quadrado, algo que demonstra a intensa relevância de se entender mais a fundo os usos da água na bacia em questão.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

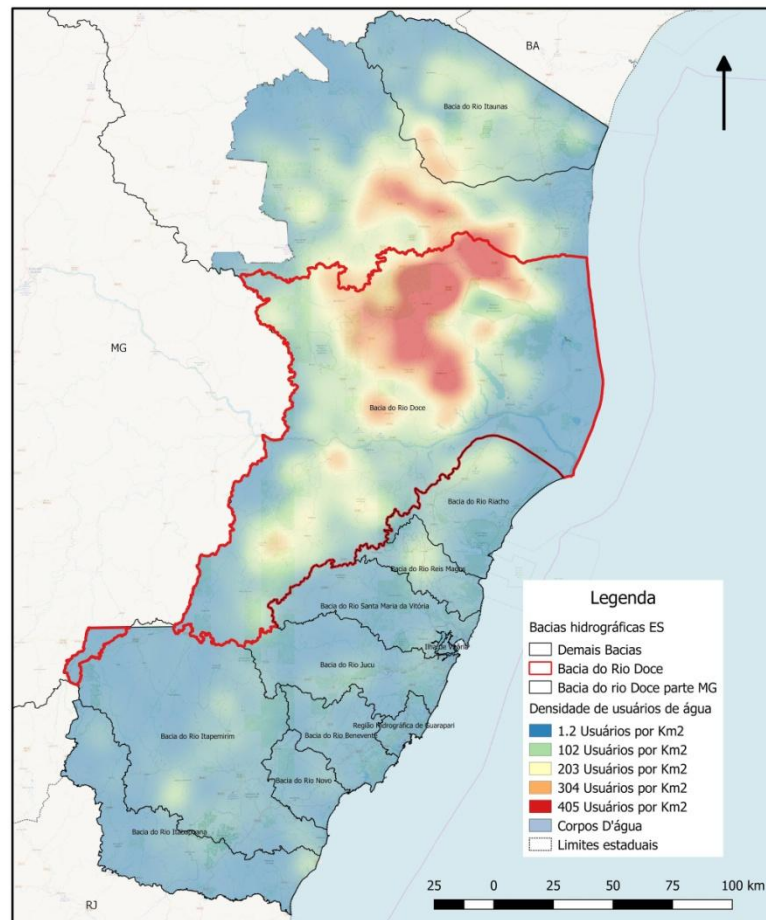


Figura 1 - Mapa da densidade de usuários de água por km² no estado do Espírito Santo, com destaque para a área aqui estudada, bacia do rio Doce

2. Materiais e Métodos

No que concerne as bases cartográficas, foram utilizadas as disponibilizadas pelo GEOBASES, tanto do Estado do Espírito Santo, tanto das bacias hidrográficas, Todas utilizando o Datum SIRGAS 2000.

2.1 Levantamento e tratamento de dados



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Para o alcance dos objetivos, inicialmente foram realizados levantamentos bibliográfico e documental de estudos acerca da bacia do rio Doce, principalmente na porção situada no estado do Espírito Santo.

Posteriormente houve o levantamento de dados. Sendo que o conjunto de informações levantados sobre o uso da água dos rios com domínio estadual foram disponibilizados pela Agência Estadual de Recursos Hídricos (AGERH), através do cadastro estadual de usuários de recursos hídricos superficiais, feitos até dezembro de 2018 (AGERH, 2018), enquanto os dados dos rios de dominialidade federal foram cedidos pela Agência Nacional de Águas (ANA) disponíveis no site <<http://www.ana.gov.br/>>., cujo os dados são de outorgas concedidas até janeiro de 2019. já os dados de uso e cobertura do solo foram disponibilizados pelo Instituto Estadual de Meio Ambiente (IEMA), mapeamento feito a partir das ortofotos 2012-2015 com escala de 1:10.000.

Os dados quantitativos foram organizados e tratados no *software* estatístico *PSPP 1.2*, tanto os de uso da água, que foram separados apenas os dados da bacia estudada e removendo os cadastros já arquivados e repetidos, tanto os de uso do solo.

2.2 Elaboração dos mapas

Os mapas foram elaborados no *software Qgis 2.18 e ArcMap 10.3*, seguindo o Datum SIRGAS 2000. Sendo que os dados da Agência Estadual de Recursos Hídricos (2018) foram unificados com os da ANA (2018) em um novo *Shapefile*, onde foi elaborado um Mapa de densidade de usuários de água superficial, através da técnica de Kernel, que demonstra a densidade de usuários por quilômetro quadrado (Km²) na escala de 1:100.000. O segundo mapa, o uso e cobertura do solo foi utilizado o mapeamento feito pelo IEMA em cima das ortofotos de 2012-2015.

A partir dos mapas foi feita análise espacial dos maiores acúmulos de usuários por Km² e comparado com as áreas de uso do solo para a verificação de quais são os usos nas áreas com maior número de usuários.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

3. Resultados e Discussões

3.1 Contexto atual da Bacia do rio Doce após Desastre-crime de Mariana/MG

No dia 05 de Novembro de 2015, no distrito de Bento Rodrigues, em Mariana, Estado de Minas Gerais, a Barragem de Fundão, Pertencente à mineradora Samarco uma empresa *joint venture* da companhia Vale do Rio Doce e da anglo-australiana BHP- Billiton, se rompia e jorrava cerca de 34 milhões de metros cúbicos de lama pela Bacia do rio Doce, contaminando com seus rejeitos de minério as águas, fauna e flora, solos e a população por toda a bacia, além do oceano atlântico. Resultou ainda em intensa destruição das vilas próximos à jusante da mineradora e diversos outros impactos que se estenderam por 650 km (FREITAS et.al, 2016).

Coelho (2007) já apontava em sua tese que o rio Doce já sofria com o assoreamento, mudanças nas características hidrológicas, tais como: a velocidade da corrente fluvial, a variabilidade das descargas e a morfologia do rio. Devido a processos de ordem socioeconômica como obras de engenharia de barragens, transposições, desmatamentos, urbanização de cidades, promovido com o passar do tempo ao longo da bacia (COELHO, 2007). Impactos estes que já haviam transformado a dinâmica da bacia.

Coelho (2009) também aponta as alterações hidrogeomorfológicas no médio-baixo Rio Doce, demonstrando que ao longo das últimas décadas a bacia passou por um intenso processo de ocupação, transformação e interferências direta no canal principal com a construção de barragens para usinas hidrelétricas e transposição de águas, ocasionando alterações nas vazões e nas geoformas do canal.

Autores como Lopes (2016) e Dias et.al (2018) trazem estudos recentes acerca da situação da bacia após o que ficou conhecido como desastre/crime de Mariana. Lopes (2016) demonstra que os rejeitos depositados nos rios elevaram consideravelmente os níveis de turbidez da água, tornando-a imprópria tanto para o consumo humano como para a agropecuária, fazendo também com que a população de peixes fosse praticamente aniquilada de todos os cursos d'água que foram atingidos pela lama. Em consequência disso, os



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

pescadores perderam seu principal meio de subsistência, além dos prejuízos sentidos por diversas localidades que dependiam do turismo.

Segundo Dias et.al (2018) os rejeitos de minério também destruíram cerca 1.469 hectares de vegetação natural e acarretou a modificação do pH do solo. Em relação a qualidade da água as análises realizadas ao longo de vinte anos demonstraram que o Rio Doce já apresentava contaminação por conta de alguns metais, mas foi potencializada após o rompimento da barragem, principalmente pelos níveis de alumínio, ferro, manganês e arsênio.

Partindo disso, na sequência apresentaremos os usos da água superficial na bacia comparando com os usos do solo a fim de obter uma compreensão do panorama do uso da água na bacia.

3.2 O uso da água superficial na Bacia do rio Doce

Os dados de usos da água 2018, da AGERH e ANA, demonstram que existem cerca de 16.118 usos da água superficial na Bacia do rio Doce, conforme Tabela 1, sendo majoritariamente para a irrigação, com cerca de 15.123, ou seja, 93,8 % dos usos. Seguido pelo lançamento de efluentes com 200, abastecimento industrial 167, aquíicultura com 89, abastecimento humano com 25 e as outras demais finalidades com 514 usos. Desta forma vê-se que a diluição de efluentes é uma finalidade muito expressiva nesta bacia, sendo maior inclusive que o abastecimento industrial e humano, o que vai em direção contrária dos valores de finalidade de uso no nível do país.

Tabela 1 - Quantidade de usos da água com as respectivas finalidades

Finalidade do uso	Quantidade de usos
Aquíicultura	89
Diluição de efluente	200
Abastecimento Humano	25
Abastecimento Industrial	167
Irrigação	15.123
Outras finalidades	514
Total	16.118



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

A maioria dessas finalidades de uso decorrem a partir de captações direta dos cursos Hídricos, entretanto, a partir da tabela 2 pode se notar a significativa quantidade de barragens construídas na bacia.

Tabela 2 - Tipos de interferência

Tipo de Interferência	Quantidade de interferências
Captação direta	9.226
Captação em Barramento	4.943
Barramento sem Captação	1.749
Lançamento de efluente	200
Total	16.118

A partir da figura 2, nota-se que a maior quantidade de usuários encontram-se na porção norte do estado, se concentrando na porção centro-norte da bacia do rio Doce, exatamente na área onde podemos perceber um grande acúmulo do uso do solo para o plantio de café e de outras culturas como a da banana, mamão, coco entre outros cultivos.

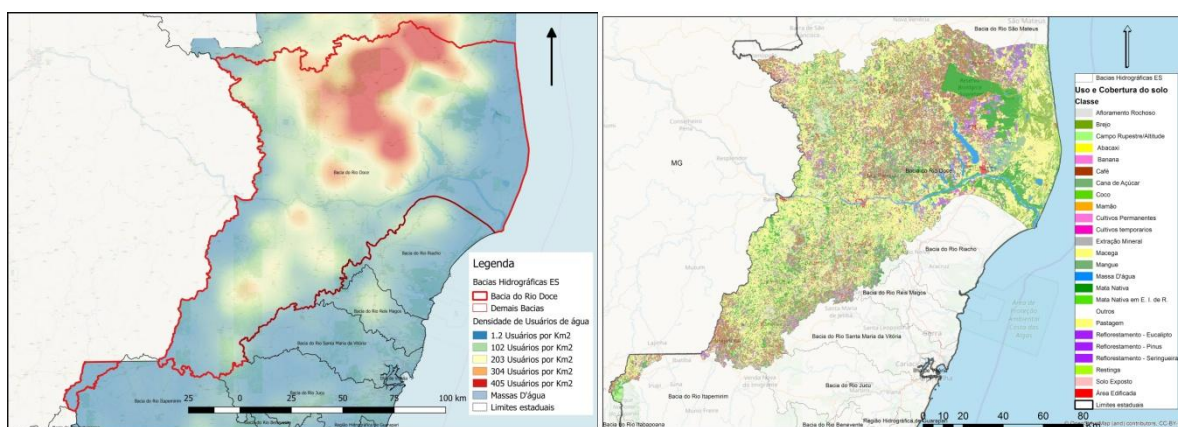


Figura 2 - Mapa de densidade de usuários de água à esquerda e de uso e cobertura do solo à direita

Já as áreas que apresentam os menores percentuais de captações e barramentos estão situadas mais próximas a foz do rio Doce, na zona costeira, tendo como cobertura do solo a restinga e os brejos e em áreas de mata nativa, que correspondem a áreas de preservação e conservação ambiental, como a reserva biológica de Sooretama.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Enquanto a pastagem, conforme figura 3, se mostra com o maior percentual do uso do solo, 34% da área da bacia, o que necessita de estudos que investiguem a sua influência na deterioração no ambiente, na medida em que pode contribuir com os processos de erosão e assoreamento dos cursos d'água, principalmente por ocupar grandes áreas ao longo dos rios.

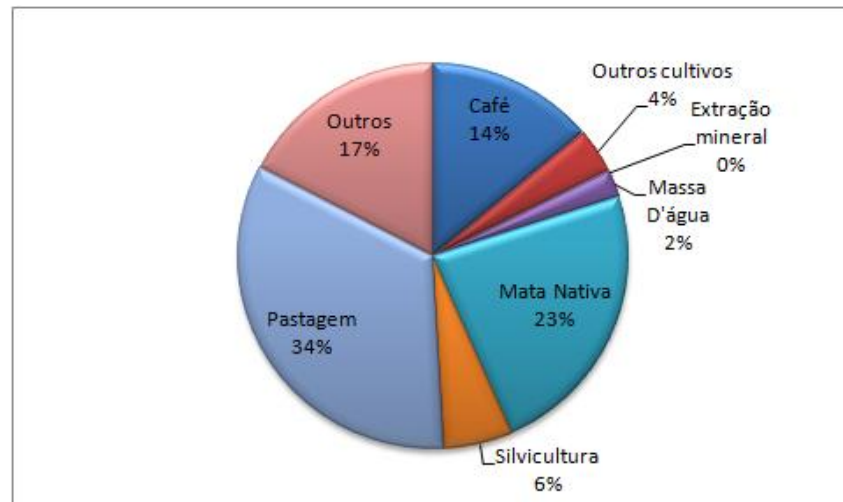


Figura 3 - Gráfico em Pizza demonstrando a porcentagem de usos do solo da bacia do rio Doce na porção situada no estado do Espírito Santo

Desta forma vê-se que as captações direta e em barramento de água superficial na bacia do rio Doce no Estado do Espírito Santo se dão principalmente para a irrigação de cultivos agrícolas.

4. Considerações finais

Contudo a porção da bacia hidrográfica do Rio Doce situada no estado do Espírito Santo se configura como a região hidrográfica mais importante em termos de volume de vazão, área de drenagem e quantidade de usuários do estado. Sendo predominantemente ocupada por pastagem e monoculturas como o café, tendo ainda o assoreamento, a diminuição de vazão e mudanças no canal do rio como principais impactos associados ao uso e ocupação do solo, conseqüentemente das atividades agrícolas e industriais desenvolvidas na região e os recentes acontecimentos associados a lama da samarco, fazem com que seja necessário, de



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

forma permanente, a realização de estudos acerca da qualidade e quantidade da água na bacia, principalmente pela quantidade de usos da água para atividades agrícolas.

Agradecimentos

Agradecemos à Agência Estadual de Recursos Hídricos (AGERH) pelo incentivo à pesquisa e pela cessão dos dados, e também à Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES) pela bolsa concedida.

Referências Bibliográficas

AGÊNCIA ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS (AGERH). Cadastro de usuários de recursos hídricos do estado do Espírito Santo, 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). Outorgas concedidas, Disponível em: <<http://www.ana.gov.br>>. 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). Conjuntura dos Recursos hídricos, 2017: Relatório pleno. Agência Nacional de Águas. Brasília: 2017.

BRASIL. Lei 9433: Política Nacional de Recursos Hídricos, 1997.

COELHO, A. L. N. Alterações Hidrogeomorfológicas no Médio-Baixo Rio Doce/ES 2007. 227 f. Tese de Doutorado (Universidade Federal Fluminense, Instituto de Geociências, Departamento de Geografia), Niterói, 2007.

COELHO, A. L. N. Bacia hidrográfica do Rio Doce (MG/ES): uma análise socioambiental integrada. **Geografares**, n. 7, 2009.

DIAS, C. A.; DA COSTA, A. S. V.; GUEDES, G. R.; de MATOS UMBELINO, G. J.; DE SOUZA, L. G.; ALVES, J. H. & SILVA, T. G. M. Impactos do rompimento da barragem de Mariana na qualidade da água do rio Doce. **Revista Espinhaço| UFVJM**, p. 21-35, 2018.

ESPÍRITO SANTO. Lei 10.179: Política Estadual de Recursos Hídricos, 2014.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

FREITAS, C. M.; SILVA, M. A. e MENEZES, F. C. O desastre na barragem de mineração da Samarco: fratura exposta dos limites do Brasil na redução de risco de desastres. *Cienc. Cult.* [online], v.68, n.3, p. 25-30, 2016.

LINTON, J; BUDDS, J. The hydrosocial cycle: Defining and mobilizing a relational-dialectical approach to water. *Geoforum*, v. 57, p. 170-180, 2014.

LOPES, L. M. N.. O rompimento da barragem de Mariana e seus impactos socioambientais. *Sinapse Múltipla*, v. 5, n. 1, p. 1, 2016.