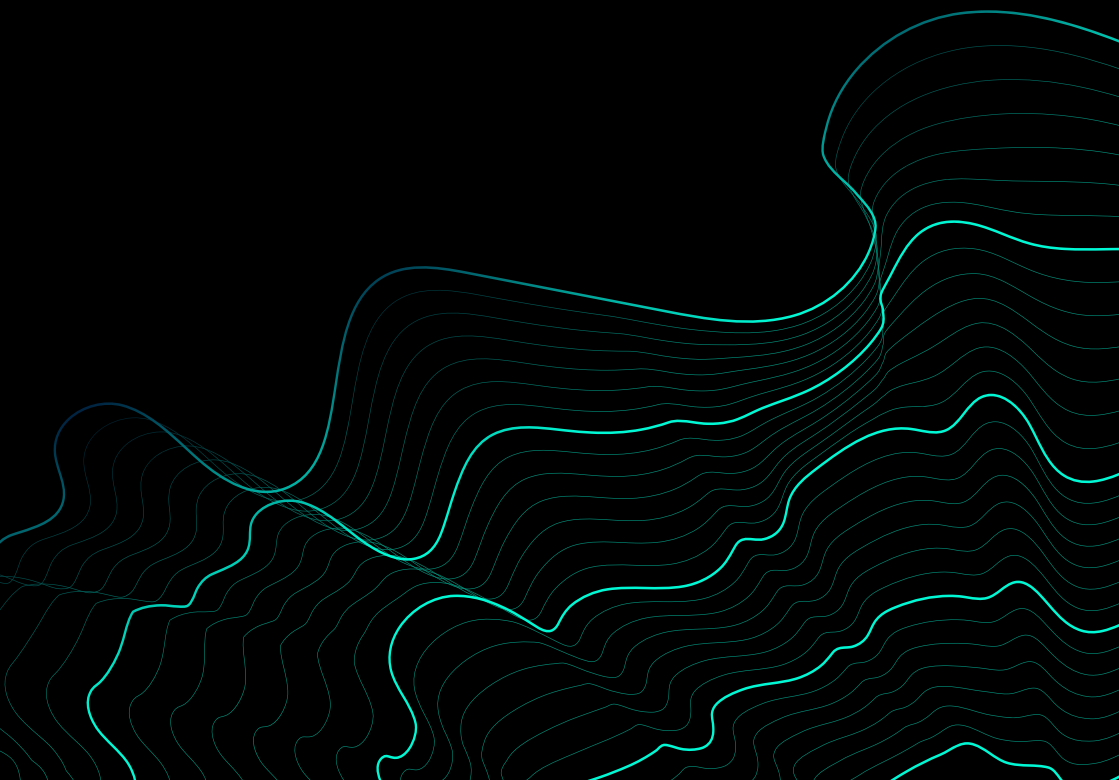


RAMON GUERINI CÂNDIDO

WEBGIS PARA GESTÃO DE CRISE AMBIENTAL

Uma proposta de metodologia no cenário
do Crime Ambiental do Rio Doce



RAMON GUERINI CÂNDIDO

**WEBGIS PARA GESTÃO DE
CRISE AMBIENTAL**

Uma proposta de metodologia no cenário do Crime Ambiental do Rio Doce

Vitória, 2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sueli Costa CRB-8/5213

Cândido, Ramon Guerini

WebGIS para gestão de crise ambiental [recurso eletrônico]: uma proposta de metodologia no cenário do crime ambiental do rio Doce / Ramon Guerini Cândido. - Vitória-ES : Edição do autor, 2019.

88 p.

Formato: PDF

ISBN 978-65-901782-0-6

1. WebGIS 2. ArcGIS Online 3. Crise ambiental
4. Sistemas de Informações geográficas I. Título

CDD-918.1

Índices para catálogo sistemático:

1. Geografia : Brasil 918.1

À toda população atingida pelo Crime Ambiental da Samarco no Rio Doce. Que a **justiça**, apesar de **insuficiente**, seja **feita**.

Em especial, agradeço a **Prof. Dr^a. Gisele Girardi**,
minha maior inspiração ao longo de toda a
graduação na Geografia da Ufes e por acreditar no
meu projeto. Ao **Ricardo Aiolfi**, pelo prefácio
deste livro. À **Fundação Félix Chomé** pelas bolsas
de estudos, aos meus pais, **Elizete e Alexandre** e
a meu marido, **Eduardo Baldo**.

S U M Á R I O

PREFÁCIO	6
INTRODUÇÃO	8
GEOGRAFIA DOS RISCOS, DESASTRES E CRISES AMBIENTAIS.....	13
SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS E WEBGIS	18
O DESASTRE (CRIMINOSO) AMBIENTAL DO RIO DOCE	35
UMA PROPOSTA DE METODOLOGIA WEBGIS PARA CRISES AMBIENTAIS	42
POSSIBILIDADES DE RESULTADOS	52
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	66
REFERÊNCIAS.....	70
APÊNDICES.....	76

P R E F Á C I O

Apesar de ter ocorrido em novembro de 2015, o rompimento da barragem de Mariana (MG), de propriedade da Samarco, é um desastre que continua a ocorrer. Mesmo que tenha perdido a visibilidade imediata na mídia (e aqui se incluem as redes sociais), os efeitos desta tragédia continuam a nos afetar.

Muito se comenta sobre a parcialidade dos jornais e jornalistas na cobertura de casos como este, em que, além da enxurrada de lama, ocorre também uma enxurrada de (des)informações. Em tempos de internet, a cobertura ocorre em tempo real, nem sempre mediada pelos meios de comunicação tradicionais.

A falta de confiabilidade nas informações gera um clima de medo: medo de que a tragédia se repita, medo de perder entes queridos, medo de alimentos contaminados, medo do desemprego, medo inclusive de beber a água que pode estar contaminada. Quais os efeitos disso a longo prazo?

Mariana não é o único caso. De lá para cá, outros crimes socioambientais continuam a ocorrer. O debate sobre o meio ambiente, mesmo que por vezes invisibilizado, nunca foi tão atual. Que medidas estão sendo adotadas para evitar que novas tragédias se repitam? De que forma o Estado (aqui como aplicador da lei e como responsável por garantir o bem-estar) tem agido para garantir acesso à informação em áreas de risco?

O desastre é um acontecimento trágico e traumático, uma crise em que a normalidade jamais voltará a ser a ordem anterior. O desastre começa antes do evento trágico, mas continua a ocorrer durante e depois,

principalmente para as populações diretamente atingidas. Dentro de uma ordem global e capitalista, o Estado fica refém nas mãos de grandes empresas, que utilizam todo o aparato técnico, jurídico, comunicativo para influenciar as arenas de decisão.

Mesmo passado tanto tempo do desastre, as *fake news* e a desinformação continuam a agir no caso do Rio Doce, dificultando inclusive a tomada de decisões. O Geógrafo Ramon Guerini, neste trabalho, propõe a criação de uma plataforma que concentre as informações técnicas do desastre no Rio Doce para que, ao integrá-las a mapas, possam se tornar didáticas ao público.

Geografia e comunicação se cruzam neste trabalho ao propor uma metodologia que fornece uma base de dados confiável e ao mesmo tempo compreensível para a aplicação de políticas públicas. O resultado é, inclusive, de grande relevância para outras pesquisas sobre o tema.

Apenas quando ciência e resistência popular se juntam é que é possível evitar que o capitalismo forme novas vítimas e é por isso que a proposta deste livro é um marco nos estudos sobre desastres no Brasil.

#NaoFoiAcidente

Ricardo Aiolfi

Jornalista e Pesquisador em Comunicação

I N T R O D U Ç Ã O

Este livro é resultado da minha pesquisa de monografia da Graduação em Geografia na Universidade Federal do Espírito Santo. O presente trabalho traz uma contextualização a uma tecnologia ainda sem muita literatura científica publicada, no caso, os aplicativos WebGIS criados na plataforma ArcGIS Online. A contextualização, muito necessária, no Crime Ambiental do Rio Doce provocado pela Samarco Mineração traz uma revisão de referências acerca da Geografia dos Riscos, Desastres e Desastres Ambientais.

Segundo Veyret (2007), o risco é a tradução de uma ameaça, de um perigo para aquele que está sujeito e o percebe como tal. É também um objeto social de estudo que se define como a percepção do perigo ou da catástrofe possível. Não constitui um campo científico ou especificamente geográfico: trata-se de uma disciplina de abordagem global que se fixa nos pilares de todas as ciências.

A tradução espacial do risco constitui um tema de estudo indispensável para o Geógrafo. Neste trabalho, os riscos são entendidos, de acordo com Veyret (2007), como fruto de escolhas políticas e de decisões finais de organizações do território, os quais se inscrevem nas relações entre sociedade e natureza em que a Geografia funda sua abordagem.

A Geografia se contextualiza nos estudos dos riscos como premissa básica, já que busca traduções espaciais para as relações sociais. Segundo Lacoste (1985), o método que permite pensar eficazmente e estrategicamente a complexidade do espaço terrestre é fundamentado sobre as observações dos múltiplos conjuntos espaciais que se podem formar e isolar o raciocínio, além da profunda observação das configurações cartográficas.

Veyret (2007) sugere também que o sucesso do termo “risco” está relacionado ao aumento do nível de vida dos países ricos, o que proporcionalmente demandou mais segurança e a recusa do incerto ou do risco propriamente dito. Os trabalhos mais atuais sublinham que o risco-zero não existe e que é preciso então, gerenciá-lo.

Neste contexto, conhecer o risco, sua área de influência e os atores envolvidos representa estratégia fundamental para melhor dimensionar planos de emergência e ações estratégicas. E é exatamente neste ponto que a Geografia contribui com seu arsenal teórico-metodológico.

Segundo Valêncio (2012), as elites governantes brasileiras retiveram o controle de extensos territórios com a iniciativa de obras vultuosas. Esse jogo de poder pelo território entre os vários segmentos da sociedade repercute em diversas formas de dominação social e infere a contínua desterritorialização de grupos sociais não funcionais aos projetos de empreendimentos do progresso e dos interesses do poder. Os processos de vulnerabilização das comunidades e da natureza frente à instalação de grandes empreendimentos potencialmente poluidores insere o risco como categoria de análise culturalmente determinada.

Nesse contexto, Acserald, Bezerra e Mello (2009) cunham o termo “injustiça social” para designar o fenômeno de imposição desproporcional dos riscos ambientais às populações menos dotadas de recursos financeiros, políticos e informacionais. A expressão alcança então uma nova perspectiva para integração de lutas ambientais e sociais.

Segundo Valêncio, Siena e Marchezini (2011), o contexto de modernidade é intrinsecamente produtor de desastres por meio da criação e manutenção contínua de riscos. É importante ressaltar que apesar das concretas ameaças naturais e tecnológicas que permeiam o cotidiano é preciso considerar seu caráter relacional com as condições materiais, culturais e políticas dos grupos envolvidos no contexto dos desastres.

Paralelamente a estes fundamentos, o avanço das tecnologias de geoprocessamento, das arquiteturas de Sistemas de Informações Geográficas e do advento da utilização desses conhecimentos para demandas socioambientais nos últimos anos, foi desenvolvido um cenário de melhoria significativa para estes trabalhos. A necessidade de visualização da localização e distribuição espacial dos fenômenos e as modelagens desses dados fazem emergir a necessidade e a importância do Geógrafo para obtenção de melhores interpretações sobre os fenômenos estudados. Nesse sentido, a geoinformação desponta como uma área de conhecimento imprescindível para embasamento de decisões estratégicas.

De acordo com a United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNISDR, 2004), desastres consistem em uma súbita interrupção ou perturbação do funcionamento normal de uma comunidade ou sociedade que acarreta perdas humanas, materiais, econômicas ou ambientais.

Neste sentido, este trabalho tem por objetivo principal esboçar uma metodologia baseada em Sistema de Informações Geográficas em ambiente on-line, que por meio de informações geoespaciais relacionadas ao cenário e escala do desastre, busca facilitar o acesso a informações estratégicas para dimensionar e fornecer embasamento para as primeiras ações na gestão de uma crise ambiental, bem como fornecer ferramental para momentos anteriores e posteriores a um desastre.

Busco aqui também discutir a importância de centralização de informações geoespaciais em um banco de dados de fácil acesso e analisar as respostas do teste metodológico no que tange ao fornecimento de subsídios por meio de informações espaciais úteis para traçar estratégias de ação, além de reforçar a importância de democratização do acesso à informação geoespacial.

Para contextualização da metodologia foi escolhido o episódio do crime ambiental do Rio Doce causado pela empresa de mineração Samarco, que em 5 de novembro de 2015 foi responsável pelo rompimento de uma barragem de rejeitos no sítio de mineração no município de Mariana em Minas Gerais, liberando cerca de 32 milhões de metros cúbicos de rejeito para o sistema hidrográfico. Os rejeitos percorreram cerca de 700 quilômetros até a foz do Rio Doce, no município de Linhares no Espírito Santo, entrando em contato com o Oceano Atlântico, como pode ser visto no **Mapa 1** dos apêndices deste livro.

O episódio do desastre ambiental do Rio Doce ilustra a perturbação do “equilíbrio” de uma bacia hidrográfica, do sistema oceânico e dos meios físico, biótico e socioeconômico correlacionados. Traz à tona a necessidade de novas ferramentas com maior poder de alcance para empreendimentos,

governos e sociedade civil estejam informados e preparados para enfrentar o risco, o desastre e a crise.

Desse modo, este trabalho busca estabelecer uma metodologia de apoio baseado na necessidade de acesso a ferramentas e dados espaciais de forma ampla para democratização do acesso a informações relacionados ao risco em que as comunidades estão inseridas, oferecer apoio imediato a situações de desastres e fornecer subsídios para elaboração de ações de mitigação dos impactos de uma crise ambiental com informações de rápido acesso.

Capítulo I

GEOGRAFIA DOS RISCOS, DESASTRES E CRISES AMBIENTAIS

Veyret e Richemond (2006) sustentam que o risco é uma construção social, já que designa tanto um perigo em potencial quanto a sua própria percepção. O risco é sempre relacionado a algo ou alguém, de nada seria se não fossem as representações mentais de uma sociedade que convive com ele por meio de práticas específicas. Para isso, as autoras pontuam que:

“O risco e a percepção que se tem dele não podem ser enfocados sem que se considere o contexto histórico que os produziu e, especificamente, as relações com o espaço geográfico, os modos de ocupação do território e as relações sociais características da época. ” (VEYRET E RICHEMOND, 2006, p. 26).

A territorialidade do risco advém de um passado nem sempre conhecido e de direcionamentos políticos ou econômicos que precisam ser avaliados tanto historicamente, quanto espacialmente. A onipresença do risco aos governos e às sociedades enfatizam a posição central do risco na

pós-modernidade, segundo afirmam as autoras, que sugerem também que a constituição da política é baseada na gerência dos riscos.

Entende-se por conversão em risco a análise dos parâmetros que permitem dar subsídios para entender que uma situação apresenta risco a algo ou alguém. A abordagem mais atual dessa conversão, proposta por Veyret e Richemond (2006) busca abranger a complexidade dos jogos dos atores, da natureza e a amplitude de suas relações. Nessa abordagem são utilizados os mais variados dados disponíveis bem como é realizada análise minuciosa das relações entre cada elo dos atores, que não necessariamente são fixos.

A vulnerabilidade ao risco, descrito por Veyret e Richemond (2006) é um outro fator importante nessa análise, já que estão segmentados e compreendidos sob aspectos físicos, ambientais, técnicos, econômicos, psicológicos, sociais e políticos e são fatores que não podem ser estimados com índices técnicos ou científicos apenas.

A capacidade de resposta institucional também é um fator que deve ser levado em consideração, principalmente porque nem sempre esse tempo de resposta é o mais adequado em detrimento das burocracias e das condições de eficiência da máquina jurídica de cada país. Saito, Soriano e Londe (2015) propõem também a análise da vulnerabilidade das sociedades, entendidas não apenas como os aparatos físicos de infraestrutura, mas também como capacidades de entender, perceber e resistir ao risco.

O debate internacional aceita os riscos e busca conciliar a gestão destes com o desenvolvimento e a sustentabilidade. Apesar das normas de governança dos riscos ainda não estarem muito bem definidas internacionalmente, elas estão fundadas em três elementos: a precaução, a

prevenção e a indenização. Infelizmente, é possível uma interpretação de que reparar os danos em termos financeiros pode torná-los aceitáveis, na medida em que pode ser segurado, ao invés de prevenir o desastre e consequentemente, a crise.

Deste modo, segundo a Estratégia Internacional para Redução dos Desastres das Nações Unidas (UNISDR, 2004), o risco pode ser representado e calculado de acordo com a equação:

$$Risco = \frac{(Perigo \times Vulnerabilidade)}{Capacidade de resposta}$$

A interpretação da equação sugere que a capacidade de resposta é inversamente proporcional ao risco, ou seja, quanto maior a capacidade de resposta, menor é o risco. O perigo pode ser potencializado ou minimizado de acordo com a vulnerabilidade de uma região ou sociedade, dado a capacidade de absorção para retomada do equilíbrio. Deste modo, podemos entender que a Geografia é indissociável para os estudos relacionados aos riscos.

O risco que se transforma em desastre e posteriormente em crise, revela a ruptura brutal de um equilíbrio para uma fase de transição em busca de outro e expõe a fratura do sistema social em que este está inserido. A partir desses entendimentos, podemos avançar para a concretização do risco: o desastre.

De acordo com a definição de desastre proposta por Saito, Soriano e Londe (2015), os desastres são resultados de processos sociais não sustentáveis, que geram uma relação inadequada com o ambiente tanto natural, quanto construído. Desse modo, são frutos de modelos de

desenvolvimento que influenciam as condições de vulnerabilidade por meio da transformação espacial sem preocupação com a sustentabilidade.

Valêncio (2005) também contribui com a conceituação de desastre dizendo que:

“A concretização do risco, isto é, uma interação deletéria, entre um evento natural ou tecnológico e a organização social, que coloca em disrupção as rotinas de um lugar e gera elevados custos (temporais, materiais e psicossociais) de reabilitação e construção. ” (VALÊNCIO, 2005).

Quarantelli e Dynes (1977) advertiam sobre as peculiaridades desse tipo de crise chamada de desastre, apontando-a como uma das principais situações que o stress coletivo se manifesta e, não raro, se prolonga. De acordo com Jacobi e Sulaiman (2017), a noção de sustentabilidade implica na inter-relação entre justiça social, qualidade de vida, equilíbrio ambiental e a necessidade de desenvolvimento. Em 2015 foi realizada no Japão a 3ª Conferência Mundial sobre Redução de Desastres e foi identificada a necessidade de centralizar ações para redução de desastres em processos de governança.

A UNISDR propõe em 2015 o Marco de Ação de Sendai para Redução do Risco de Desastre 2015-2030 e evidencia a necessidade de trabalho em conjunto entre diferentes atores sociais com base em abordagem multirrisco e construção de conhecimento por meio de processos de formação e educação baseados em aprendizagem entre pares.

Jacobi e Sulaiman (2017) reforçam que para a consolidação de uma comunidade resiliente é fundamental que se vincule as políticas de prevenção e mitigação de desastre aos conteúdos, orientações e aprendizagens em espaços formais e informais de educação para a estruturação e manutenção de uma cultura de prevenção e alerta.

É necessária uma participação mais ativa da sociedade, no intuito de estabelecer um conjunto socialmente identificado de problemas, objetivos e soluções. Neste sentido, este livro busca contribuir para a construção de aparatos e ferramentas de fácil acesso a informações relacionados aos riscos para incentivar o envolvimento dos mais diversos atores da sociedade para organização e planejamento de ações e estratégias por meio dos Sistemas de Informações Geográficas.

Capítulo II

SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS E WEBGIS

Sistemas de Informações Geográficas (SIGs)

A difusão da geoinformação gerou novas demandas e grandes interesses nas possibilidades de utilização desse aparato de ferramentas para os mais variados fins. Aliado a esse cenário, políticas de distribuição e organização da informação geográfica, buscando fugir das burocracias de solicitação de dados, contribuíram para o desenvolvimento da maturidade dos Sistemas de Informações Geográficas.

Segundo Khoshabi et al (2016), existem quatro gerações de WebGIS: a primeira entre 1994 e 1996, chamada de Geração de Recebimento de Dados, em que o serviço do Censo dos Estados Unidos ofereceu arquivos de dados e mapas básicos do país pela internet. A alteração do modo de disponibilização dos dados, que antes era apenas via solicitação presencial, tornou o acesso aos dados muito mais rápido e fácil. A segunda fase, chamada de Mapas Estáticos, compreendida entre 1994 a 1999, período em que usuários começaram a publicar seus mapas como atlas na internet. O Atlas do Canadá, de 1994, é considerado o pioneiro nessa fase. A terceira geração, entre 1999 a 2004, é chamada de Mapas Interativos que permite usuários fazerem consultas em bancos de dados e produzirem seus mapas.

O NKLA (Neighborhood Knowledge Los Angeles) foi o primeiro projeto nesse sentido que possibilitou o acesso rápido aos atributos de um banco de dados, permitindo expressões complexas, além de permitir a produção de mapas. A última geração, chamada de Interação do Usuário, a partir de 2004 permitiu maior interatividade dos usuários com os sistemas, possibilitando inserção e edição das informações, incentivando inclusive a utilização e expansão da Informação Geográfica Voluntária (VGI). O projeto NKCA (Neighborhood Knowledge Califórnia) foi um dos primeiros sítios dessa geração.

Fitz (2008) expõe o papel da Geografia e do Geógrafo nesse momento de democratização do acesso à geoinformação:

“A ideia do espaço geográfico e de como este é construído, organizado e estruturado traduz-se na preocupação do geógrafo enquanto pesquisador. Nesse sentido, a inesgotável busca de conhecimento pelo estudo da realidade verificada nesse espaço geograficamente construído traz a necessidade do auxílio de um ferramental de apoio bastante significativo” (FITZ, 2008, p.19).

Entendendo este ferramental de apoio como os Sistemas de Informações Geográficas, Burrough e McDonnell (1998) entendem um SIG como:

“Um poderoso conjunto de ferramentas para coleta, armazenamento, recuperação, transformação, visualização de dados espaciais do mundo real para um conjunto de propósitos específicos” (BURROUGH; MCDONNELL, 1998).

O mapa agora tem a possibilidade de tomar outras dimensões, formas e associar ferramentas de análises em ambiente de fácil acesso por meio dos SIGs Online. Desse modo, podemos entender que é o ponto de partida para a ampla democratização do acesso à essas informações, até então restrita à profissionais e conhecimentos igualmente específicos.

É importante, entretanto, ressaltar que a utilização do termo Geoprocessamento, amplamente difundido no Brasil não é sinônimo de Sistema de Informações Geográficas, visto que de acordo com Rocha (2000), Geoprocessamento é definido como uma tecnologia transdisciplinar e que através da axiomática da localização geográfica e do processamento de dados geográficos integra várias disciplinas, equipamentos, programas, processos, bancos de dados, metodologias e pessoas para o processamento e geração de informações georreferenciadas. Diante desta definição, podemos entender que Geoprocessamento diz respeito à esfera das ferramentas de processamento dos dados contidos em um Sistema de Informações Geográficas.

As aplicações dos SIGs estão implícitas nos mais diversos usos e podem ser classificados, segundo Oliveira (1997), em aplicações urbanas, ambientais e gerenciais. Os usos para o ambiente urbano são direcionados para aspectos de infraestrutura urbana e populacional, gestão de redes e distribuição dos serviços públicos. Os usos dessas tecnologias para o meio ambiente estão voltados para aproveitamento e conservação dos recursos naturais, modelagem de fenômenos e gerenciamento de bancos de dados ambientais. No campo gerencial, entende-se o uso como acompanhamento e desenvolvimento de ações e políticas baseadas no esforço de compressão holística do espaço por meio da informação geográfica.

Um sistema de informações requer manutenção constante dos seus dados e requer atualização periódica das informações, já que o espaço se encontra em transformação constante e a proposta de um SIG está justamente na tentativa de modelagem da realidade. Sua eficiência está diretamente relacionada à consistência dos dados nele contido.

Cabe destacar que os SIGs são formados pelo conjunto de dados disponíveis nos mais diversos formatos e organizados obedecendo a arquiteturas específicas de acordo com o sistema gerenciador, como por exemplo, os softwares QGIS, ArcGIS, Kosmo e MapInfo.

A evolução das funções básicas de sobreposições de informações por meio de transparências deu lugar à manipulação de inúmeros planos de informações digitais em softwares de geoprocessamento, como exemplifica a **Figura 1**. De acordo com Fitz (2008), os avanços tecnológicos que proporcionaram facilidade de uso, rapidez, e consistência dos resultados, possivelmente tenham sido os responsáveis pela difusão e evolução desses sistemas.

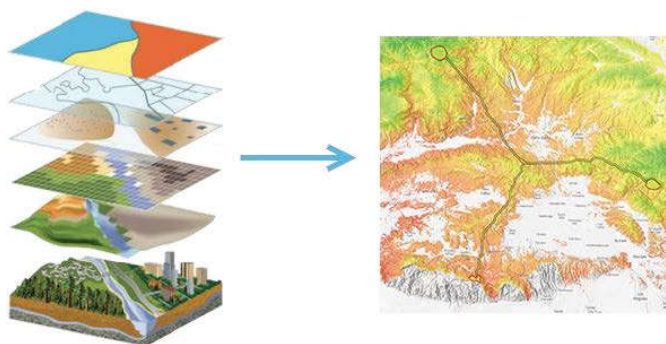


Figura 1: Sobreposição de planos de informações geográficas. Fonte: ESRI. Modelos de geoinformação do ArcGIS. Disponível em <http://doc.arcgis.com/pt-br/arcgis-online/reference/geo-info.htm>. Acesso em 25 de agosto de 2017.

Bonham-Carter (1996) aponta os Sistemas de Informações Geográficas como a ferramenta mais adequada para o gerenciamento e manipulação das informações geográficas reunidas, uma vez que representam capacidades funcionais para captura, armazenamento, manipulação, transformação, visualização, combinação, investigação, análise, modelagem e saída de dados georreferenciados, atribuindo a estes sistemas a capacidade de suporte a tomada de decisões.

Silva e Marino (2010) contextualizam que os métodos intrínsecos a essas ferramentas e às inúmeras alternativas inerentes à sua aplicação podem resultar na construção de um diagnóstico dos problemas que afetam e afetarão as paisagens de uma determinada região. Indicam ainda que as técnicas de Geoprocessamento apontam sugestões e soluções para os problemas.

WebGIS, Internet of Things e a experiência brasileira

É evidente que os recursos mais robustos relacionados aos SIGs e as ferramentas de Geoprocessamento estejam ainda concentrados em instituições e profissionais específicos. Em contrapartida, a informação geográfica entrou para o cotidiano da sociedade muito recentemente através da disseminação de smartphones e aplicativos móveis. Deste modo, um usuário leigo pode usufruir desses benefícios tecnológicos apenas com o navegador ou aplicativos. O resultado desse processo culmina na democratização ao acesso da geoinformação.

Lacerda e Lima-Marques (2017) em trabalhos recentes indicam que o cenário atual é caracterizado pela convergência de espaços físicos e digitais promovido pela computação onipresente. Nesse contexto, a Internet das Coisas (do termo em inglês Internet of Things – IoT) é a manifestação mais atual desse fenômeno. A computação ubíqua, proposta por Weiser (1991) pode ser entendida como a tentativa de quebrar o padrão de relacionamento tradicional entre usuários e serviços computacionais. As proposições de Weiser (1991) indicam que as informações ocorreriam de forma fluida, não apenas entre os lugares, mas também entre todas as coisas.

Desse modo, como sugerem Chui, Loffler e Roberts (2010) e Weber (2013), o mundo está se tornando um grande ecossistema de informações, adquirindo proporções inimagináveis com o surgimento da Internet das Coisas. Todos os cenários descritos até então revelam o cenário atual como uma grande massa de usuários de tecnologias móveis e conectados a diferentes redes que conversam entre si e que invariavelmente alimentam e mantêm os fluxos de informações. A geoinformação entremeia esse contexto

no sentido de prover a variável espacial para os usuários e faz-se presente em todos os nós dessa rede.

De acordo com Schimiguel, Baranauskas e Medeiros (2005), um SIG Online pode ser definido como sistema que permite a visualização e consulta de dados geográficos através da Web, de acordo com dois conceitos: SIG Web e Aplicações SIG Web. Este primeiro infere a possibilidade sobre ferramentas que permitem criação de aplicações GIS Web, enquanto o segundo tem como característica principal disponibilizar a visualização da informação geográfica, permitindo interações com os mapas.

A difusão dos SIGs Online permitiu que a tecnologia entrasse em contato com setores antes nunca atingidos, como por exemplo as camadas mais populares da sociedade e meios de produção, como a agricultura de pequeno e médio porte. Os desafios para criação dessas aplicações são imensos, pois estão diretamente condicionados à disponibilidade de informações, tecnologias complexas e de alto custo e que demandam conhecimentos técnicos extremamente específicos.

Na busca por uma ferramenta que exigisse um arsenal técnico de menor complexidade, algumas plataformas surgiram no intuito de viabilizar a criação, customização e divulgação de mapas online. A plataforma ArcGIS Online, fabricada pela ESRI™, surge nesse momento para dinamizar essas aplicações e permitir a usuários criarem e compartilharem conteúdo geográfico pela internet.

Diversas instituições públicas vêm utilizando ferramentas baseadas em SIG Online para divulgar informações geográficas pertinentes às atividades que desenvolvem, bem como para utilizar a geoinformação em

seus trabalhos internos. Cabe ressaltar que essas iniciativas estão amplamente concentradas nos setores públicos, sendo que a iniciativa privada poucas vezes, ou raramente, produz conteúdo georreferenciado para divulgação em massa.

Em escala de informações em nível nacional, pode-se citar alguns portais de maior destaque, relevância e qualidade como o SIGMINE¹ (Sistema de Informações Geográficas da Mineração do Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM), o HidroWeb² (Sistema de Informações Hidrológicas da Agência Nacional de Águas – ANA), o SIGEL³ (Sistema de Informações Georreferenciadas do Setor Elétrico da Agência Nacional de Energia Elétrica – Aneel) e o BDEP⁴ (Banco de Dados de Exploração e Produção da Agência Nacional de Petróleo – ANP).

Em escalas estaduais e municipais, destacam-se iniciativas como o GEOBASES⁵ (Sistema Integrado de Bases Geoespaciais do Governo do Estado do Espírito Santo), o GeoSampa⁶ (Sistema de Consulta do Mapa

¹ DNPM, Departamento Nacional de Mineração. **SIGMINE - Sistema de Informações Geográficas da Mineração**. Disponível em <<http://www.sigmime.dnpm.gov.br/>>. Acesso em 20/08/2017

² ANA, Agência Nacional de Águas. **HidroWeb - Sistema de Informações Hidrológicas**. Disponível em <<http://www.snirh.gov.br/hidroweb/>>. Acesso em 20/08/2017.

³ Aneel, Agência Nacional de Energia Elétrica. **SIGEL - Sistema de Informações Georreferenciadas do Setor Elétrico**. Disponível em <<http://www.sigel.aneel.gov.br/sigel.html>>. Acesso em 20/08/2017

⁴ Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. **BDEP - Banco de dados de Exploração e Produção**. Disponível em <http://app.anp.gov.br/link_webmaps/>. Acesso em 20/08/2017

⁵ Governo do Estado do Espírito Santo. **GEOBASES – Sistema Integrado de Bases Geoespaciais do Estado do Espírito Santo**. Disponível em <<https://geobases.es.gov.br/>>. Acesso em 20/08/2017

⁶ Prefeitura Municipal de São Paulo. **GeoSampa - Sistema de Consulta do Mapa Digital da Cidade de São Paulo**. Disponível em <<http://geosampa.prefeitura.sp.gov.br/>>. Acesso em 20/08/2017.

Digital da Cidade de São Paulo da Prefeitura Municipal de São Paulo), o SIGLON⁷ (Sistema de Informações Geográficas de Londrina) e o GeoWeb Vitória⁸ (Sistema de Informações Geográficas da Prefeitura Municipal de Vitória).

Em nível de regulamentação federal, a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE)⁹ foi instituída pelo decreto N° 6.666 de 27/11/2008, com a definição:

"Conjunto integrado de tecnologias; políticas; mecanismos e procedimentos de coordenação e monitoramento; padrões e acordos, necessário para facilitar e ordenar a geração, o armazenamento, o acesso, o compartilhamento, a disseminação e o uso dos dados geoespaciais de origem federal, estadual, distrital e municipal."

A INDE regulamenta determinações para catalogar, integrar e harmonizar dados geoespaciais que são produzidos pelas instituições do governo brasileiro e sugere uma maneira de fácil localização e acesso da geoinformação para os mais diversos fins, reunindo produtores, gestores e usuários de informações espaciais. O DBDG, ou Diretório Brasileiro de

⁷ Prefeitura Municipal de Londrina. **SIGLON – Sistema de Informações Geográficas de Londrina**. Disponível em <<http://siglon.londrina.pr.gov.br/>>. Acesso em 20/08/2017.

⁸ Prefeitura Municipal de Vitória. **GeoWeb – Portal de Geoprocessamento da Prefeitura Municipal de Vitória**. Disponível em <<http://geoweb.vitoria.es.gov.br/>>. Acesso em 20/08/2017.

⁹ CONCAR, Comissão Nacional de Cartografia. **INDE - Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais**. Disponível em <<http://www.inde.gov.br/>>. Rio de Janeiro, 2010. Acesso em 20/08/2017

Dados Geoespaciais pode ser acessado pelo Portal Visualizador da INDE¹⁰.

Essas iniciativas e esforços das diversas esferas do governo brasileiro buscam dinamizar e facilitar o acesso aos portais de geoinformação para uso geral. Entretanto ainda deste modo, estas informações ficam restritas a usuários e profissionais com conhecimentos específicos em Sistemas de Informações Geográficas e Geoprocessamento. Como citado anteriormente, em contrapartida, essas informações podem agora ser disponibilizadas em aplicativos criados em plataformas configuráveis como o ArcGIS Online, para assim, por meio de interface diretamente moldada ao usuário final e dispensando a utilização de programação complexa, permitindo que profissionais da área disponibilizem conteúdo de forma interativa aos diversos setores da sociedade.

¹⁰ Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais. Visualizador da INDE. Disponível em <<http://www.visualizador.inde.gov.br/>>. Acesso em 20/08/2017

ArcGIS Online

De acordo com a documentação descritiva¹¹ da ESRI™, o ArcGIS Online é um ambiente Web GIS colaborativo, baseado em armazenamento em nuvem (ou cloud), que permite utilizar, criar e compartilhar mapas, cenas, aplicativos e camadas de dados geoespaciais e analíticos. Por se tratar de uma solução em nuvem, proporciona integração mais estreita com todos os softwares da plataforma e inúmeros benefícios como mostra a **Figura 2**:



Figura 2: Características da solução em nuvem do ArcGIS Online. Fonte: Adaptado de ESRI (2012). Disponível em <<http://www.esri.com/news/arcwatch/0612/esri-uc-forecast-100-percent-chance-of-cloud.html>>. Acesso em 03/09/2017

O ArcGIS Online proporciona recursos satisfatórios para usuários avançados e usuários com poucos conhecimentos técnicos sobre Sistemas de Informações Geográficas e é disponibilizado nas opções gratuitas e por assinatura anual. Programas específicos de preços com valores reduzidos

¹¹ ESRI. **ArcGIS Online Help**. Disponível em <<http://doc.arcgis.com/pt-br/arcgis-online/>>. Acesso em 21/08/2017.

podem ser aplicados como é o caso do Programa Conservação de Recursos Naturais¹², o Programa de Resposta a Desastres¹³, o Programa de Organizações Sem Fins Lucrativos¹⁴ e o Programa Educacional¹⁵.

A conta gratuita compartilha todos os dados em modo público, ou seja, todo o conteúdo armazenado nessas contas pode ser acessado pela comunidade de usuários, além de conter restrições para armazenamento de camadas e customização das aplicações.

Um *webmap* ou mapa online da plataforma ArcGIS Online, como exibido na **Figura 3**, é a visualização interativa de informações geoespaciais em ambiente virtual e acessível de qualquer dispositivo que se conecte à internet. A função básica de sobreposição de informações de um Sistema Gerenciador de Informações Geográficas é mantida, entretanto as aplicações são capazes de alcançar um número extremamente maior de usuários do que um mapa físico ou em formatos engessados e estáticos como arquivos PDF e formatos de imagem.

¹² **ESRI. Conservation GIS Program.** Disponível em <<http://www.esri.com/esri-conservation-program>>. Acesso em 21/08/2017.

¹³ **ESRI Disaster Response Program.** Disponível em <<http://www.esri.com/services/disaster-response>>. Acesso em 21/08/2017.

¹⁴ **ESRI. Nonprofit Organization Program.** Disponível em <<http://www.esri.com/nonprofit>>. Acesso em 21/08/2017.

¹⁵ **ESRI. Education Program.** Disponível em <<http://www.esri.com/industries/education>>. Acesso em 21/08/2017.

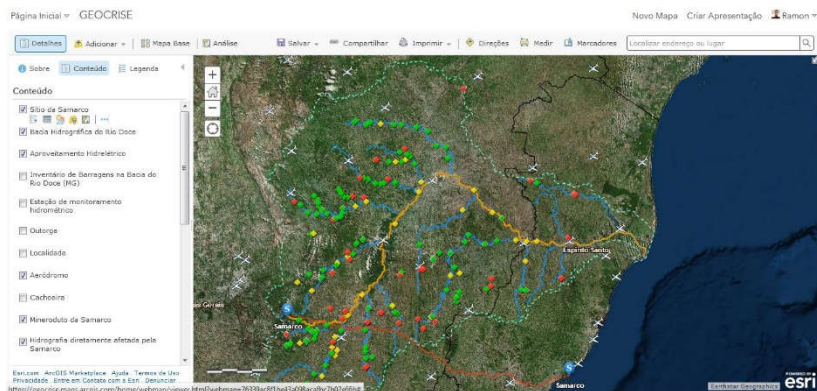


Figura 3: Webmap do ArcGIS Online. Fonte: Captura de tela do autor.

Os *webmaps* do ArcGIS Online possuem mapas base (chamados também de *basemaps*); um conjunto de camadas de dados espaciais que possibilitam visualizar informações da tabela de atributos por meio de janelas pop-up; uma extensão (ou escala de visualização) e ferramentas básicas de navegação que permitem mover, ampliar ou reduzir a extensão do mapa, além de permitir configurar simbologias, etiquetas e as janelas pop-up de cada feature, ou camada de informação geoespacial.

As camadas e *basemaps* geralmente são armazenadas no servidor da plataforma. Entretanto, é importante salientar a possibilidade de inserção e manipulação de camadas hospedadas externamente, como por exemplo a utilização de dados OGC (Open Geospatial Consortium), popularmente conhecido como dados abertos fornecidos em especificações WMS, WFS e outros. Estas camadas de informações são encontradas geralmente em sites de dados oficiais.

Os mapas podem ser abertos nos mais diversos navegadores de internet além de poderem ser compartilhados por links, embutidos em sites da web e utilizados para criar aplicativos. Estes mapas compartilhados proporcionam ao usuário uma série de ferramentas de análises espaciais simples e de manipulação da informação geográfica.

Os aplicativos são aplicações web baseadas nos *webmaps* construídos no ArcGIS Online, como pode ser observado na **Figura 4**. É uma forma mais intuitiva para os usuários finais e agrega ferramentas de análise espacial de fácil manipulação. A arquitetura de SIG em nuvem é adaptável e moldável para construção de aplicativos personalizados de acordo com o foco a ser abordado. O Web AppBuilder, uma das ferramentas da plataforma, possibilita ao usuário avançado configurar aplicativos com base em estruturas já prontas, possibilitando a execução de inúmeras aplicações com grande variedade de ferramentas.

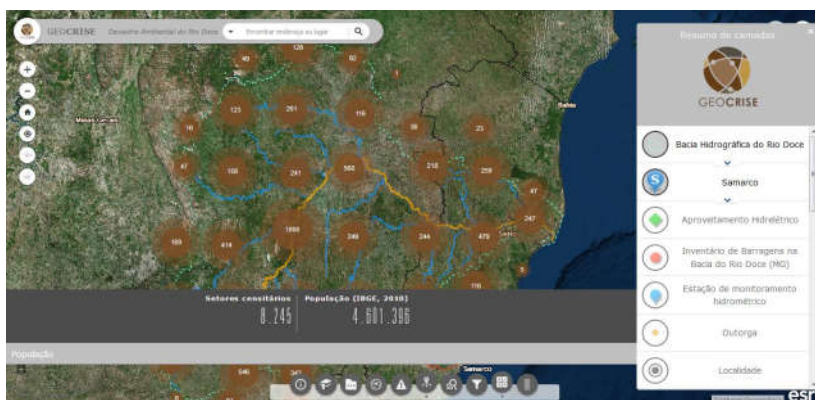


Figura 4: Aplicativo do ArcGIS Online configurado através do Web AppBuilder. Fonte: Captura de tela do autor.

Araújo, Aoki e Duarte (2012) sustentam que esse dinamismo na configuração de inúmeras aplicações para diversos fins e a troca de informações é o que sustenta as mudanças de planos de estratégia dos trabalhos a serem executados pelas organizações. O aumento da possibilidade de colaboração dos usuários, a rápida entrega de aplicações, o incremento de eficiência nos fluxos de trabalho e modelos de trabalhos de menor custo são características indissociáveis dos resultados propostos pelos Sistemas de Informações Geográficas colaborativos, participativos e baseados em ambiente online.

Construção do processo de decisão

Fitz (2008) afirma que com o crescente uso das geotecnologias e dos Sistemas de Informações Geográficas, o uso indiscriminado desse ferramental deve ser uma preocupação nos processos de tomada de decisão. A qualificação e quantificação dos critérios adotados para a construção de um SIG devem ser vinculados aos conhecimentos prévios do profissional e necessitam de uma metodologia de ação eficaz, além de planejamento adequado, o qual determina diretamente o sucesso ou insucesso da aplicabilidade das respostas.

O autor afirma também que as tecnologias por si só não agregam benefícios para o ser humano se este for ignorado no processo. A necessidade de equipes multidisciplinares garante uma melhor concepção de um SIG, entretanto é necessário o correto direcionamento de sua construção para garantir sua eficácia e ressalta a importância de participação de todos os atores envolvidos.

O processo decisório final está relacionado ao desencadeamento das ações realizadas no decorrer de todo um estudo, plano ou projeto que envolvem a possibilidade de direcionamentos distintos. É importante que as decisões finais sejam vinculadas a todas as decisões anteriores que foram realizadas ao longo do processo de construção de um SIG, para que sejam tomadas atitudes mais ajustadas à realidade.

Ao se tratar de modelagens espaciais é de fundamental importância a adoção de metodologias multicritério, ou seja, aquelas que trabalham com mais de um critério para tomada de decisão. Fitz (2008) adverte que metodologias monocritérios não devem ser adotadas devido à complexidade do espaço geográfico. A possibilidade de manipulação de mais de um

critério permite o fornecimento de dados mais concretos para a tomada de decisão, tornando essa a mais vantajosa característica na utilização de um SIG.

No próximo capítulo serão descritos o cenário da crise ambiental modelada na metodologia proposta, assim como os riscos e os processos de geração da tragédia ambiental do Rio Doce.

Capítulo III

O DESASTRE (CRIMINOSO) AMBIENTAL DO RIO DOCE

Para contextualização da metodologia desenvolvida e para testá-la, foi escolhido o cenário de crise do desastre ambiental do Rio Doce com a empresa de mineração Samarco em novembro de 2015.

A Samarco é uma empresa brasileira de mineração fundada em 1977 e é controlada pelos acionistas Vale S.A. e BHP Billiton do Brasil Ltda. Seu principal produto são pelotas de ferro que são comercializadas para a indústria siderúrgica. A empresa possui dois sítios de atuação, um no município de Mariana no estado de Minas Gerais, em que concentra a atividade mineradora, e outro no município de Anchieta no estado do Espírito Santo, onde está localizada a usina pelletizadora e seu terminal marítimo exclusivo para escoamento da produção. O minério de ferro de Minas Gerais é trazido para o Espírito Santo por um mineroduto de aproximadamente 400 km de extensão.

No dia 5 de novembro de 2015, no sítio de mineração da Samarco no município de Mariana em Minas Gerais, ocorreu o rompimento da barragem de Fundão e 32 milhões de metros cúbicos de rejeitos da atividade mineradora chegaram à barragem de Santarém, onde estava armazenada água e o fluido extravasou a zona de mineração da Samarco,

entrando em contato com o sistema hidrográfico. Após 16 dias, a lama de rejeitos chegou ao Oceano Atlântico, no dia 21 de novembro de 2015.

Segundo relatório técnico¹⁶ emitido pela Cleary, Gottlieb, Steen & Hamilton LLP (2016), 32 milhões de metros cúbicos de rejeitos foram perdidos, o que representa 61% do material contido no barramento - uma proporção anormalmente elevada em relação às estatísticas de rupturas de barragens de rejeitos. De acordo com informações do relatório emitido por pesquisadores da Universidade Federal do Espírito Santo em 2017¹⁷, o rejeito, que é proveniente do processo de beneficiamento da atividade de mineração, é composto basicamente por óxidos e hidróxidos de ferro e quartzo (sílica).

Segundo o Laudo Técnico Preliminar¹⁸ emitido em novembro de 2015 pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama), o rompimento da barragem provocou alteração na qualidade de água dos rios e a morte massiva de organismos aquáticos (especialmente peixes e invertebrados) devido a quantidade de sedimentos em suspensão na coluna d'água.

¹⁶ MORGENSTERN, Norbert R. et al. **Fundão Tailings Dam Review Panel Report on the Immediate Causes of the Failure of the Fundão Dam**. Mariana, MG: [s.n.], 2016.

¹⁷ UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO. **Monitoramento da Influência da Pluma do Rio Doce após o rompimento da Barragem de Rejeitos em Mariana/MG – novembro de 2015: processamento, interpretação e consolidação de dados**. Vitória, 2017. 254 p.

¹⁸ INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBINETE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (Ibama). **Laudo Técnico Preliminar dos impactos ambientais decorrentes do desastre envolvendo o rompimento da barragem de Fundão, em Mariana, Minas Gerais**. Novembro de 2015, 74 p

Com a perícia promovida pelo escritório Cleary, Gottlieb, Steen & Hamilton LLP (2016), verificou-se que ruptura do barramento teve sua origem decorrente da implantação de um recuo na ombreira esquerda da barragem para aumentar seu alteamento para a elevação de 920 metros. No Manual de Operações de 2011 da Samarco, atualizado em 2012, foi descrita uma metodologia para adicionar um tapete drenante sobre a superfície dos rejeitos a partir da cota de 845 metros de altura, na intenção de substituir o dreno de fundo que estava inoperante.

O tapete drenante seria inserido em meio aos rejeitos para interceptar o percolado que pudesse surgir no talude e potencialmente provocar desestabilização do alteamento e da estrutura da barragem. Entretanto, o dreno de fundo já estava inoperante e o material depositado abaixo da cota de 845 metros já estaria saturado, bem como o material depositado atrás da área do projeto do alteamento.

Para a realização das obras, era necessária a implantação de uma praia de areia de 200 metros no intuito de assegurar que a lama de baixa permeabilidade não fosse depositada na área ao longo das obras. Entretanto, com a operação da atividade mineradora, existia um canal transportando água e lama do Dique 2 para a Barragem de Fundão (Dique 1). Com este transporte, ocorreu lavagem da área pelo material transportado, as dimensões da praia de areia não foram fiscalizadas e a lama se misturou com a areia da praia que foi construída para controlar a saturação do material a ser depositado.

A lama depositada na praia de areia criou uma barreira para a drenagem e instaurou uma zona de potencial fraqueza que poderia afetar a estabilidade da construção. Vários indícios da deficiência do mecanismo

e da barragem foram registrados após o início do alteamento a partir da cota de 845 metros.

O mecanismo de gatilho para o desenvolvimento do colapso foi o de extrusão lateral, que por meio da força do peso do alteamento da barragem, comprimiu e movimentou a zona rica em lama, gerando variação de tensão nas áreas subjacentes com composição de areia, desencadeando o colapso, como ilustra a **Figura 5**. No **Mapa 2**, contido nos apêndices deste livro, pode ser observado o sítio de mineração da Samarco antes e após o ocorrido do rompimento da barragem do Fundão.



Figura 5: Esquema do rompimento da Barragem do Fundão - Mariana (MG).

Tradução dos itens: 1. Água suja é descarregada do dreno de tapete, trinca na base do platô. 2. O platô se movimenta para frente. 3. Grande deformação do talude (“onda”) ocorre de “baixo para cima”. 4. Trinca se forma em ou acima da plataforma 875.

Fonte: MORGENSTERN, Norbert R. et al. **Fundão Tailings Dam Review Panel Report on the Immediate Causes of the Failure of the Fundão Dam.** Mariana, MG: [s.n.], 2016.

O rejeito proveniente da atividade de mineração saiu do Córrego Santarém, onde estava localizada a barragem de Fundão, percorreu 12km e atingiu o rio Gualaxo do Norte (por 71 km), em seguida o Rio do Carmo (por 25 km), o Rio Piranga (por 19 km), e por fim, o Rio Doce (por 556 km). O percurso total da lama até o Oceano Atlântico foi de 692 km, como pode ser observado no diagrama unifilar da **Figura 6** que mostra esquematicamente o percurso do rejeito até a foz.



Figura 6: Diagrama unifilar do percurso do rejeito da Barragem de Fundão da Samarco na Bacia Hidrográfica do Rio Doce até o Oceano Atlântico.

Segundo a Samarco, 80% da carga de rejeitos ficou depositada na Usina Hidrelétrica Risoleta Neves, antiga Usina Hidrelétrica Candonga, restando 5,5 milhões de metros cúbicos de rejeitos que seguiram o curso d'água até a foz no Oceano Atlântico.

Abaixo estão descritos os impactos imediatos do rompimento da barragem da Samarco, conforme divulgado no Laudo Preliminar de Impactos publicado em 26 de novembro de 2015 pelo Ibama:

1. Mortes de trabalhadores da empresa e moradores das comunidades afetadas,
2. Desalojamento de populações;

3. Devastação de localidades e a consequente desagregação dos vínculos sociais das comunidades;
4. Destruição de estruturas públicas e privadas (edificações, pontes, ruas etc.);
5. Destruição de áreas agrícolas e pastos, com perdas de receitas econômicas;
6. Interrupção da geração de energia elétrica pelas usinas hidrelétricas atingidas (UHE Candonga, UHE Aimorês e UHE Mascarenhas);
7. Destruição de áreas de preservação permanente e vegetação nativa de Mata Atlântica;
8. Mortandade de biodiversidade aquática e fauna terrestre;
9. Assoreamento de cursos d'água;
10. Interrupção do abastecimento de água;
11. Interrupção da pesca por tempo indeterminado;
12. Interrupção do turismo;
13. Perda e fragmentação de habitats;
14. Restrição ou enfraquecimento dos serviços ambientais dos ecossistemas;
15. Alteração dos padrões de qualidade da água doce, salobra e salgada;
16. Sensação de perigo e desamparo na população.

As Licenças Ambientais de Operação (LO) da Samarco foram totalmente suspensas e a emissão de novas licenças foram condicionadas a uma série de determinações judiciais, além de interrupção total por tempo indeterminado das atividades em ambos os sítios de atuação da empresa.

Em 2 de março de 2016 foi assinado o Termo de Transação e Ajustamento de Conduta (TTAC) com os governos Federal e Estaduais de Minas Gerais e Espírito Santo no intuito de implementar 41 programas de recuperação social, ambiental e econômica das áreas atingidas. Em 2 de agosto de 2016 nasce a Fundação Renova, organização não governamental, privada e sem fins lucrativos, criada para fiscalizar e executar o Plano de Recuperação Ambiental Integrado (PRAI).

A escolha do cenário de crise ambiental do Rio Doce foi tomada principalmente pela magnitude dos impactos diretos e indiretos provocados.

O recorte geográfico da tragédia exemplifica a real necessidade de disseminação das informações relacionadas aos riscos em que as comunidades estão inseridas e as possibilidades de abrangência em casos emergenciais. Este recorte evidencia também o despreparo e o baixo nível de resiliência dos governos, dos empreendimentos e da sociedade de lidar com situações críticas.

O risco de uma tragédia como esta, da quebra súbita de um equilíbrio [já desequilibrado tendo em vista todos os problemas ambientais da Bacia Hidrográfica do Rio Doce] e o enfrentamento das consequências deste episódio ao longo do tempo, deve ser tomado como exemplo para transformar esse cenário em um laboratório vivo que justifique o estudo contínuo das relações dos riscos na sociedade, no espaço geográfico e no meio ambiente.

Deste modo, no próximo capítulo serão descritos os métodos, ferramentas e a proposta de uma metodologia que visa contribuir cientificamente e tecnicamente para que cenários como estes sejam evitados e que, se ocorridos, que a comunidade tenha desenvolvido um nível de conhecimento e resiliência suficientes para que melhor possam enfrentar os desafios de uma crise ambiental

Capítulo IV

UMA PROPOSTA DE METODOLOGIA WEBGIS PARA CRISES AMBIENTAIS

Na apresentação dos resultados da pesquisa para o Departamento de Geografia da Universidade Federal do Espírito Santo foi também apresentado um aplicativo desenvolvido no ArcGIS Online, chamado de GeoCrise. Este aplicativo ficou disponível por tempo determinado, pois foi utilizada uma conta do ArcGIS Online do Programa Educacional da ESRI. Neste livro, atenho-me a discorrer sobre a metodologia, boas práticas e os resultados encontrados no teste de respostas.

Foram selecionados os planos de informações a serem utilizados no Sistema de Informações Geográficas Online, baseando-se na premissa de relevância das informações para a escala do cenário e a importância estratégica no instante de iminência de uma crise ambiental. Todas as informações geográficas utilizadas foram extraídas de órgãos oficiais como a Agência Nacional de Águas (ANA), a Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), a Federação do Meio Ambiente de Minas Gerais (FEAM), a Fundação Nacional do Índio (Funai), a Fundação Renova, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE),

o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (Incra), o Ministério dos Transportes e a World Wide Fund for Nature (WWF).

Os arquivos geoespaciais escolhidos foram tratados com as devidas correções topológicas e revisão das tabelas de atributos para obter melhor comportamento na plataforma ArcGIS Online. Os dados geoespaciais foram manipulados com o software ArcGIS Desktop 10.5.1, com licença adquirida por meio do Programa Educacional da fabricante ESRI™. A licença do ArcGIS Online faz parte do pacote da plataforma e foi utilizada uma conta de 100 créditos para armazenamento de informações, criação de *webmap*, criação de aplicativo e compartilhamento do conteúdo.

Foi elaborado o fluxograma ilustrado na **Figura 7** com as etapas de consolidação do Sistema de Informações Geográficas, a criação do *webmap* e do aplicativo. O estabelecimento das etapas deste fluxograma foi de fundamental importância para o pleno funcionamento das informações e das ferramentas embutidas no aplicativo, evitando erros de inserção das informações, de processamentos e de aspectos visuais.

Todos os dados geoespaciais utilizados na construção do aplicativo foram referenciados ao Sistema de Coordenadas Geográficas no Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS2000), conforme a RPR 1/2005 da Fundação do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2005).

Foram coletados, organizados e adaptados 22 planos de informações geográficas (*feature classes*), provenientes de órgãos oficiais estaduais e federais, em um *geodatabase* com a estrutura descrita na **Figura 8** e detalhada na **Figura 9**. A organização das informações seguiu as recomendações de nomenclatura e agrupamentos propostos pela

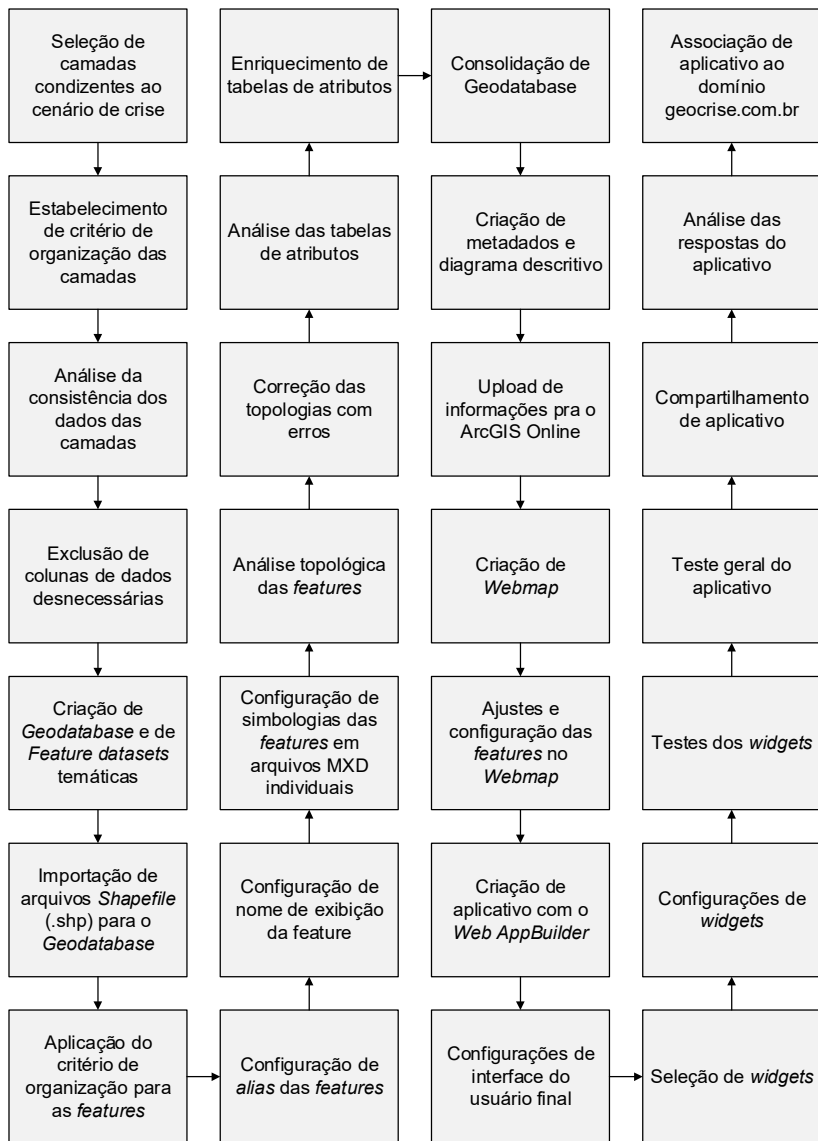


Figura 7: Fluxograma detalhado de criação do aplicativo no ArcGIS Online

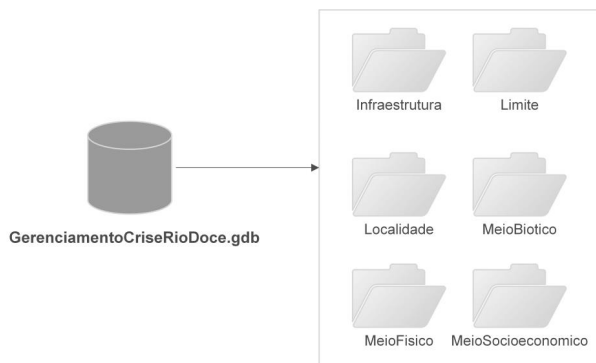


Figura 8: Estrutura de feature datasets no *geodatabase* GerenciamentoCriseRioDoce.gdb.

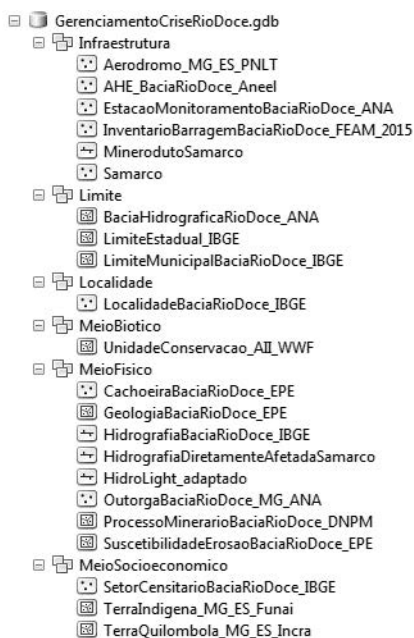


Figura 9: Detalhamento da estrutura de planos de informações no *Geodatabase*.

Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (CONCAR, 2005) e foram adaptadas segundo a realidade do projeto.

A escolha das informações se deu através do critério de relevância para o aplicativo. Os parâmetros de escolha deveriam estar relacionados ao tema, ao cenário, ao empreendimento e aos meios influenciados na simulação de um cenário de crise. Por exemplo, foram priorizadas informações referentes aos cursos d'água, pois o empreendimento utiliza de outorga de recursos hídricos no seu processo de produção. Apesar de não desassociáveis, não foram inseridas informações e parâmetros relativos à qualidade do ar, pois neste caso, os maiores impactos estão inseridos nos cursos d'água e estes foram assim priorizados.

Foram analisados e editados os conteúdos das tabelas de atributos de cada camada antes de importá-las para o *geodatabase*, excluindo colunas com informações inconsistentes e desnecessárias. A avaliação constante das informações a serem disponibilizadas para o usuário final incide na tomada de decisões no que tange à necessidade, viabilidade e possibilidade de resultados, além de monitoramento constante da quantidade de memória a ser utilizada na nuvem para que não ocorra consumo de créditos de nuvem desnecessários no ArcGIS Online, inviabilizando financeiramente o projeto. O objetivo das informações deve sempre permear o bom senso para evitar uma quantidade muito grande e não utilizável de informações. Em seguida as camadas foram importadas para o *geodatabase*.

Dando sequência, foram configurados os alias, ou máscara dos nomes das colunas das tabelas de atributos, já que o nome original das colunas requer um nome curto e sem caracteres especiais. Portanto, nem sempre esse nome é amigável ao usuário e precisa ser exibido de uma forma mais amigável e detalhada, já que a configuração dos alias das colunas

permitem nomes maiores, caracteres especiais e serão exibidos dessa forma nas janelas pop-up do aplicativo quando o usuário clicar sobre a feição geométrica.

Ainda no ArcGIS Desktop, foram realizadas correções topológicas das camadas, visto que as geometrias de parte dos planos de informações geoespaciais apresentam erros. Foram também enriquecidas as camadas que necessitavam de maiores informações por meio da ferramenta *join*, após nova análise das tabelas de atributos.

Com a consolidação do *geodatabase*, foram criados diagramas de metadados com o software ArcGIS Diagrammer 10X¹⁹ da ESRI™ e a interface gráfica dos metadados foram editadas no software Microsoft Visio. Essa etapa é de fundamental importância, pois trata-se da criação de documentação descritiva e do modelo conceitual dos planos de informações geográficos catalogados. Os metadados, disponíveis no Apêndice II, permitem ao usuário de níveis intermediário e avançados do sistema melhor entendimento do banco de dados.

Foi realizado *upload* das camadas para o ArcGIS Online através da ferramenta Publish do ArcGIS Desktop. Após o *upload* individual de cada camada, foi configurado o *webmap* e as últimas revisões de exibição foram definidas, como ordem lógica das camadas, nome de exibição da feature e alteradas as simbologias não suportadas pela plataforma.

¹⁹ ESRI GEODATABASE TEAM. **Geodatabase Diagrammer for 10X**. San Diego: ESRI. Disponível em: <http://www.arcgis.com/home/item.html?id=a378b48be11b45b5bb25254643304cb7>. 2012. Acesso em 20/05/2017.

Com o *webmap* finalizado, foi configurado um aplicativo por meio do Web AppBuilder, como mostra a **Figura 10**, uma ferramenta nativa da plataforma que auxilia na configuração da interface para o usuário final. Nesta etapa são configurados os elementos de interface e os widgets.

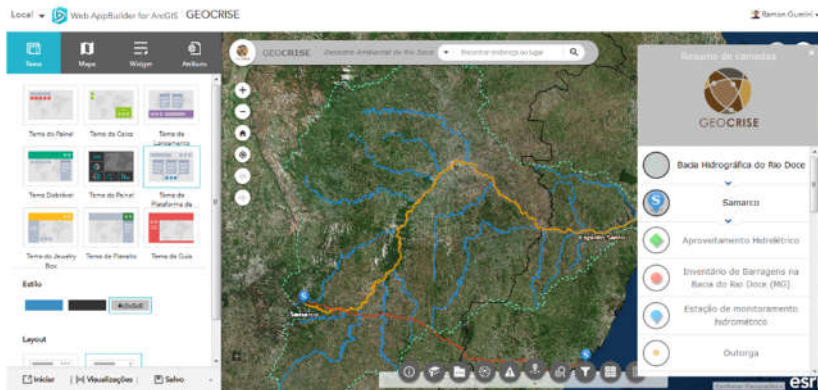


Figura 10: Tela do Web AppBuilder for ArcGIS.

Foram configurados 15 elementos de interface do usuário, listados abaixo com suas definições e identificados nos apêndices deste livro.

1. **Janela inicial:** exibe janela na inicialização do aplicativo com informações;
2. **Barra de escala:** apresenta escala gráfica do mapa;
3. **Cabeçalho:** apresenta informações relativas ao nome do aplicativo e o autor;
4. **Controle de zoom:** permite navegar no aplicativo aplicando mais zoom ou menos zoom;
5. **Coordenadas:** permite aferir coordenadas geográficas ao clicar sobre o mapa;

6. **Mapa de visão geral:** exibe macrolocalização da área exibida no aplicativo;
7. **Meu Local:** permite ao usuário aferir sua própria localização e navegar até tal extensão;
8. **Navegar extensão:** permite voltar ou avançar a escala de visualização;
9. **Página inicial:** permite o usuário retornar à visualização inicial do aplicativo;
10. **Pesquisar:** permite ao usuário pesquisar conteúdo nas tabelas de atributos dos planos de informações;
11. **Tela cheia:** exibe o aplicativo em tela cheia no navegador.
12. **Galeria de *basemaps*:** permite ao usuário selecionar o mapa base que desejar visualizar;
13. **Legenda:** exibe a legenda com simbologia das camadas habilitadas;
14. **Lista de camadas:** exibe a lista completa dos planos de informações disponíveis;
15. **Tabelas de atributos:** permite visualizar as tabelas de atributos e exportá-las em formato .CSV.

Também foram configurados 14 widgets, como apresentado na **Figura 11** e listados em seguida com suas respectivas características:



Figura 11: Widgets do aplicativo

1. **Sobre:** apresenta dados gerais sobre a aplicação;
2. **Marcador:** salva extensões do mapa;
3. **Desenhar:** permite desenhar sobre o mapa;
4. **Medir:** permite medir distâncias, áreas e coordenadas;
5. **Direções:** permite realizar cálculos de direções entre dois pontos definidos;
6. **Imprimir:** permite imprimir em arquivo PDF ou imagem, a extensão do mapa;
7. **Compartilhar:** exibe links para compartilhamento do aplicativo em redes sociais;
8. **Análise (Geoprocessamento):** Apresenta as seguintes ferramentas de Geoprocessamento:
 - a. **Criar buffers** – Cria buffers (ou seja, uma área que cobre uma determinada distância a partir de uma feição de ponto, linha ou área) de acordo com uma distância determinada;
 - b. **Criar vertentes** – Determina a área de drenagem à montante a partir de um ponto selecionado;
 - c. **Extrair dados** – Permite extrair conteúdo selecionado em formatos CSV, *Geodatabase*, KML ou shapefile;
 - d. **Traçar jusante** – Permite traçar a linha de drenagem a partir de um ponto;
9. **Análise espacial rápida (Análise de incidente):** Permite ao usuário localizar um incidente no mapa e partir de distância determinada realizar um filtro espacial das feições que estão dentro do raio escolhido;

10. **Resumo de camadas (Resumo de Info):** Apresenta painel com todas as camadas disponíveis no aplicativo, classificadas por grupos de informações;

11. **Consultar:** Permite consultar camadas com grande quantidade de registros, realizando filtros de acordo com as variáveis disponíveis nas tabelas de atributos das camadas geoespaciais;

12. **Filtrar:** Aplica-se filtros nas camadas disponíveis e os resultados são filtrados na extensão do mapa. Podem ser filtrados diversos parâmetros de várias camadas ao mesmo tempo até atingir os dados necessários ao usuário;

13. **População (Contador):** Exibe um contador com a quantidade de setores censitários e população que estão sendo exibidos na visualização do aplicativo. São realizados agrupamentos gráficos mostrando as maiores concentrações de setores censitários e consequentemente de população;

14. **Informações do serviço:** Exibe informações de atualizações da aplicação e lista de camadas disponíveis.

Por fim, a partir da revisão de literatura e com a criação do aplicativo, foram analisadas as respostas, potencialidades e comportamentos da aplicação no cenário na iminência de uma crise ambiental e a possível utilização das informações para melhor dimensionar os impactos na área atingida e embasar ações de controle, mitigação e contenção em curto intervalo de tempo. Cabe ressaltar novamente que, visto as possibilidades de customização da plataforma, aplicativos como estes podem ser remodelados para inúmeros temas, cenários e escalas, tendo, portanto, infinitos modos de utilização, respostas e aplicabilidades.

Capítulo V

POSSIBILIDADES DE RESULTADOS

Centralização das informações

A centralização das informações em um aplicativo online que possa ser acessado não apenas pelos empreendedores, mas também por integrantes do governo e pela sociedade civil, permite divulgação de informações referentes ao risco em que a comunidade está inserida. A geoinformação deixou de ser restrita a alguns setores da sociedade e tornou-se difusa com a democratização do acesso aos computadores, smartphones e internet e esse é um ponto de convergência que agora une a informação geográfica à sociedade civil: é o ponto de rompimento dessa restrição e que permite o aumento do raio de alcance dessa informação.

Como mostra o esquema da **Figura 12**, a disponibilização da informação geográfica, aliada à uma interface interativa, intuitiva, de fácil acesso e com ferramentas de análise, os usuários não especialistas em Sistemas de Informações Geográficas possuem agora um aparato ferramental de inúmeras possibilidades disponíveis em poucos cliques. A junção de dados espaciais, dados analíticos e dados provenientes de análises permitem embasamentos de discussões e um melhor ajustamento entre a realidade e as necessidades. Permite construir inclusive um sistema

colaborativo de informações entre diversos setores da sociedade para conhecimento, gestão e prevenção de desastres e crises.

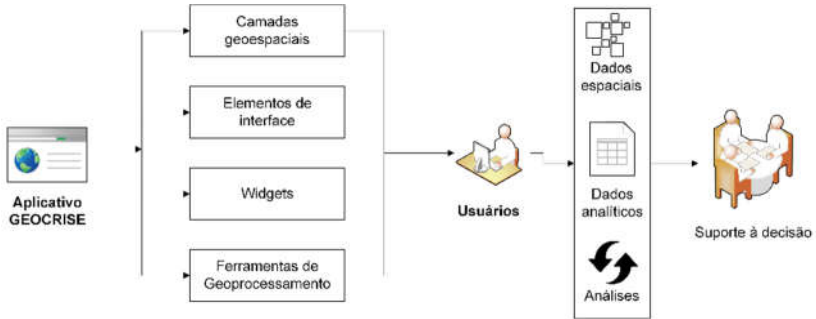


Figura 12: Fluxograma da informação geoespacial.

A UNIDSR (2015), sugere a construção de uma sociedade que conheça os riscos em que está inserida, evidencia a necessidade de trabalho conjunto entre os diferentes atores sociais e afirma a premissa de aprendizagem pautado em abordagens multirrisco e por meio de processos e formação entre pares. A geoinformação deve ser utilizada como ferramenta convergente de diferentes olhares entre os diferentes setores da sociedade para a construção de uma comunidade resiliente pautada numa cultura de prevenção e alerta constante.

Julga-se necessária a participação mais ativa da sociedade para a construção de uma comunidade resiliente, entretanto, para isso, é necessário que essa sociedade tenha informações e conhecimento sobre os riscos em que está inserida. Deste modo, fica mais fácil incentivar o envolvimento conjunto dos diversos atores para organização e planejamento de ações e estratégias por meio de aplicativos online e com inúmeras possibilidades de customização, como representa o esquema da **Figura 13**.

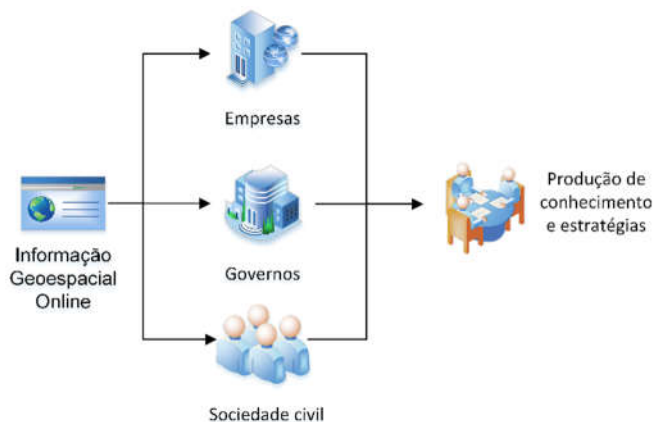


Figura 13: Fluxograma de possibilidade da geoinformação.

Ferramentas disponíveis no aplicativo criado podem ser encontrados em diversos serviços na internet e em *softwares* de Geoprocessamento, entretanto, a complexidade dos Sistemas de Informações Geográficas e a necessidade de informações adequadas ao cenário, à escala e ao usuário nem sempre são fáceis de se encontrar: muitas das vezes são inexistentes. A reunião de todos esses fatores, com o nível de customização agora possível sugere que iniciativas governamentais e empresariais criem espaços de divulgação e de trocas de experiências das possibilidades dos riscos para que a sociedade esteja realmente preparada e tenha subsídios para cobrar e fiscalizar ações de acordo com os mais diversos cenários.

Possibilidades aos usuários

O aplicativo criado com o cenário escolhido para esta pesquisa pode ser remodelado para inúmeros outros cenários, tipos de empreendimentos potencialmente poluidores e para demandas e propósitos diferentes, já que a plataforma ArcGIS Online permite alto nível de customização das aplicações.

É importante salientar novamente que o processo de tomada de decisão não está apenas no usuário final que utilizará o aplicativo no processo de gerenciamento de uma crise ambiental, o processo decisório começa no profissional que está construindo o banco de dados, o Sistema de Informações Geográficas e o aplicativo, pois ao longo de todo esse processo, existem intencionalidades ao mostrar certas informações e não mostrar outras, como também inserir certas ferramentas e não inserir outras. Esse processo, inclusive, é embasado a partir do conhecimento do profissional em relação ao cenário, em relação às potencialidades poluidoras do empreendimento e ao seu conhecimento pessoal, que inevitavelmente irão atuar como bases deste processo de decisão.

Dentre os elementos e ferramentas disponíveis, podemos dividi-los em cinco tipos como descritos abaixo e classificados na **Figura 14**:

1. **Elementos básicos de navegação:** Dizem respeito aos elementos para manuseio e navegação no aplicativo. A interação do usuário para estes recursos está relacionada à usabilidade da aplicação e aos elementos cartográficos básicos de um mapa.

2. **Elementos estáticos:** São elementos ou widgets de leitura ou de compartilhamento, não possuem interação direta com o usuário, mas possuem informações de apoio importantes.

3. **Ferramentas semi-interativas:** Estas ferramentas estão relacionadas a visualização da disponibilidade de informações, à sua busca e avaliações estéticas de visualização. O usuário pode customizar a visualização no mapa, entretanto, não edita as informações com elas.
4. **Ferramentas interativas:** Permite interação direta do usuário em inserir, salvar, obter e exportar informações dentro do mapa.
5. **Ferramentas de análise:** São ferramentas de Geoprocessamento ou análises espaciais, que permitem criação de novas *features* ou manuseio de filtros e consultas espaciais.

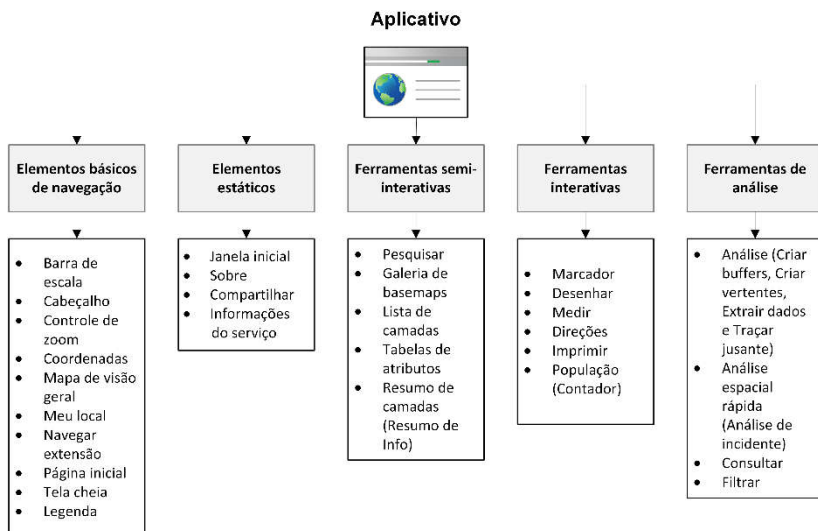


Figura 14: Classificação das ferramentas disponíveis no aplicativo

Acerca das ferramentas de Análise Espacial Rápida, Consultar e Filtrar, que são as ferramentas que permitem consulta direta ao banco de dados das tabelas de atributos das *features*, foram elaborados fluxogramas de informações com seus respectivos resultados e interações, como podem ser vistos nas **Figura 15**, **Figura 16** e **Figura 17**, respectivamente:

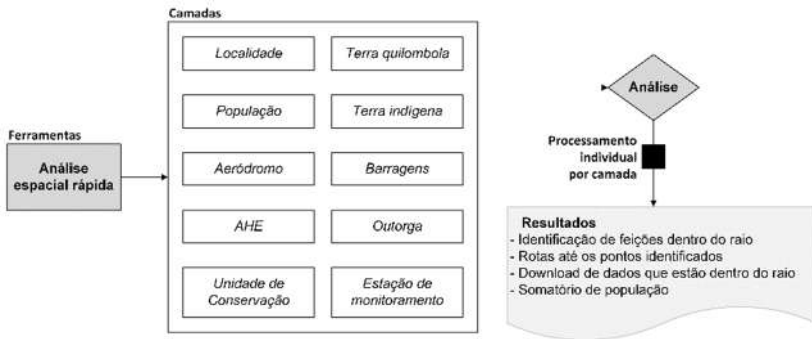


Figura 15: Fluxograma da ferramenta Análise Espacial Rápida (originalmente Análise de Incidente no Web AppBuilder).

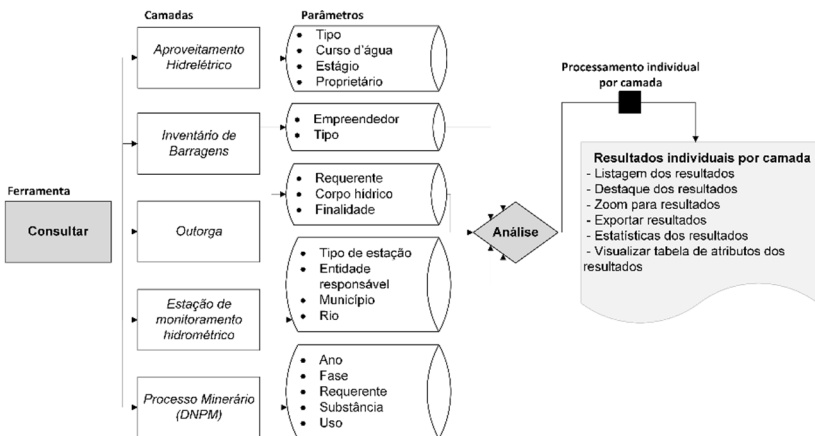


Figura 16: Fluxograma da ferramenta Consultar.

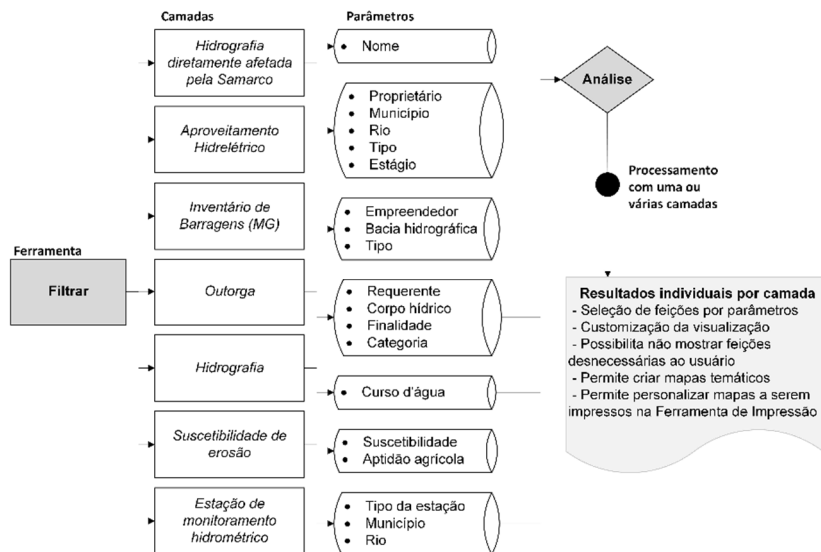


Figura 17: Fluxograma da ferramenta Filtrar.

Deste modo, analisando as informações do banco de dados, os elementos de navegabilidade pelo aplicativo e as ferramentas de análises disponíveis, foram elencados alguns resultados de respostas possíveis para a aplicação, como listados abaixo:

1. Localização espacial de informações

- Localizar aeródromos próximos;
- Localizar AHE;
- Localizar estações de monitoramento hidrométrico;
- Localizar barragens;
- Localizar infraestrutura do empreendimento;
- Localizar sítios de atuação do empreendedor;
- Localizar bacia hidrográfica;
- Localizar Unidades da Federação;
- Localizar municípios;
- Localizar localidades;

- k. Localizar Unidades de Conservação;
- l. Localizar terras indígenas;
- m. Localizar terras quilombolas;
- n. Localizar cachoeiras;
- o. Localizar cursos d'água;
- p. Localizar pontos de outorgas;
- q. Localizar processos minerários.

2. Identificação por simbologias classificadas

- a. Identificar estações pluviométricas;
- b. Identificar estações fluviométricas;
- c. Identificar uso de barragens;
- d. Identificar tipo de AHE;
- e. Identificar tipo de uso de outorga;
- f. Identificar estágio de processo minerário;
- g. Identificar geologia;
- h. Identificar áreas de suscetibilidade a erosão;
- i. Identificar cursos d'água.

3. Identificação de informações em raio determinado pelo usuário

- a. Identificar localidade em raio de abrangência;
- b. Identificar aeródromos em raio de abrangência;
- c. Identificar AHE no raio em abrangência;
- d. Identificar comunidades tradicionais em raio de abrangência;
- e. Identificar outorgas em raio de abrangência;
- f. Identificar barragens em raio de abrangência;
- g. Identificar estações de monitoramento em raio de abrangência;
- h. Identificar Unidades de Conservação em raio de abrangência.

4. Consulta de informações por parâmetros

- a. Consulta de AHE por tipo;
- b. Consulta de AHE por curso d'água;
- c. Consulta de AHE por estágio;
- d. Consulta de AHE por proprietário;
- e. Consulta de barragens por empreendedor;
- f. Consulta de barragens por tipo;
- g. Consulta de outorgas por requerente;

- h. Consulta de outorgas por corpo hídrico;
- i. Consulta de outorgas por finalidade;
- j. Consulta de estações de monitoramento por tipo;
- k. Consulta de estações de monitoramento por entidade responsável;
- l. Consulta de estações de monitoramento por município;
- m. Consulta de estações de monitoramento por curso d'água;
- n. Consulta de processo minerário por ano;
- o. Consulta de processo minerário por fase;
- p. Consulta de processo minerário por requerente;
- q. Consulta de processo minerário por substância;
- r. Consulta de processo minerário por uso.

5. Filtro espacial por parâmetro

- a. Filtro espacial de hidrografia por curso d'água;
- b. Filtro espacial de AHE por proprietário;
- c. Filtro espacial de AHE por município;
- d. Filtro espacial de AHE por curso d'água;
- e. Filtro espacial de AHE por tipo;
- f. Filtro espacial de AHE por estágio;
- g. Filtro espacial de barragens por empreendedor;
- h. Filtro espacial de barragens por bacia hidrográfica;
- i. Filtro espacial de barragens por tipo;
- j. Filtro espacial de outorga por requerente;
- k. Filtro espacial de outorga por curso d'água;
- l. Filtro espacial de outorga por finalidade de uso;
- m. Filtro espacial de outorga por categoria;
- n. Filtro espacial por níveis de suscetibilidade a erosão;
- o. Filtro espacial por níveis de aptidão agrícola;
- p. Filtro espacial de estações de monitoramento por tipo;
- q. Filtro espacial de estações de monitoramento por município;
- r. Filtro espacial de estações de monitoramento por curso d'água.

6. Estimar população

- a. Estimar população por extensão de visualização do mapa;
- b. Estimar população por município;
- c. Estimar população no raio de abrangência do incidente.

7. Exportar dados para diferentes formatos

- a. Exportar dados em KMZ;
- b. Exportar dados em CSV;
- c. Exportar dados em KMZ;
- d. Exportar dados em *Geodatabase*;
- e. Exportar dados em shapefile.

8. Outras interações possíveis do usuário com o aplicativo

- a. Desenhar formas geométricas e texto sobre o mapa;
- b. Imprimir visualização do mapa;
- c. Criar área de drenagem;
- d. Criar buffers;
- e. Traçar jusante;
- f. Medir áreas e distâncias;
- g. Estabelecer rotas entre locais;
- h. Compartilhar o aplicativo;
- i. Inferir coordenadas geográficas;
- j. Marcar visualizações do mapa;
- k. Alterar basemaps;
- l. Visualizar tabela de atributos dos dados geoespaciais;
- m. Visualizar aplicativo em tela cheia;
- n. Obter macrolocalização;
- o. Determinar localização do usuário;
- p. Navegar pelo aplicativo.

Diante às possibilidades apresentadas de manuseio do aplicativo, pode-se entender que a utilidade do aplicativo desenvolvido está direcionado a momentos anteriores ao acidente, durante o acidente e após o acidente. As informações catalogadas, se utilizadas de forma ampla e acessível, podem ser utilizadas com as seguintes sugestões segundo as matrizes a seguir:

Na avaliação do risco	
Motivação: Prevenção e divulgação das informações referentes ao risco	
Empreendedor	- Organizar ações de educação para informar a população quanto aos riscos do empreendimento; - Criar espaços de capacitação da população em casos emergenciais para evacuação; - Melhor dimensionar ferramentas de controle de impactos, alertas e segurança; - Conhecimento da área de influência do empreendimento; - Melhor dimensionar investimentos socioambientais.
Governo	- Permitir melhor fiscalização de órgãos ambientais ao cumprimento de condicionantes socioambientais; - Avaliar execução de ações de prevenção, educação e capacitação; - Instrumento de fiscalização de modo geral.
Sociedade civil	- Conhecimento do risco e suas possibilidades de abrangência, intensidade e buscar associar com o nível de resiliência da comunidade; - Conhecimento de planos de emergência; - Instrumento de fiscalização de ações educativas e de cumprimento de condicionantes socioambientais.

Na avaliação do desastre	
Motivação: Mitigação de impactos imediatos, salvamento e elaboração de planos de ação.	
Empreendedor	- Dimensionamento de impactos iniciais; - Permitir melhor execução de planos de alerta e de emergência; - Identificar infraestrutura na região para atender aos planos de emergência; - Dimensionar investimentos iniciais para resgate, salvamento e controle de poluição; - Utilizar bancos de dados de <i>stakeholders</i> para garantir a execução correta dos planos de emergência; - Divulgação de ações que estão sendo realizadas.
Governo	- Identificar infraestrutura local para auxílio de chegada de ajuda e socorro; - Identificar áreas, população e ecossistemas atingidos; - Dimensionar multas ambientais e ações de fiscalização dos órgãos competentes; - Facilitar a atuação do Ministério Público.
Sociedade civil	- Garantir a execução de planos de emergência; - Pesquisa de locais de socorro; - Contribuir com informações espaciais em aplicações dedicadas a esse propósito; - Fiscalizar a execução de ações de mitigação e socorro.

Na avaliação de ações de mitigação e recuperação	
Motivação: Recuperação social, econômica, ambiental e gestão dos impactos.	
Empreendedor	- Permitir acompanhamento da execução de programas de recuperação; - Auxiliar na construção de novos planos de alerta e de emergência; - Investigação de pontos de infraestrutura logística a serem melhorados; - Alimentação contínua de banco de dados de <i>stakeholders</i> em caso de novos acontecimentos; - Incentivar o uso da aplicação pelo governo, sociedade civil e imprensa para divulgação e acompanhamento de resultados dos planos de recuperação.
Governo	- Identificação de melhorias em infraestrutura logística para melhorar as condições de socorro em outras regiões; - Utilização da ferramenta como instrumento de fiscalização e acompanhamento de atividades; - Incentivar a utilização de aplicações parecidas em outros empreendimentos potencialmente poluidores para divulgação dos riscos em que a população está inserida; - Dimensionar normas e regulamentações para emissão de novas licenças ambientais de operação para os empreendimentos; - Promover debates constantes entre governo, empreendedor e sociedade civil sobre possibilidades de novos acontecimentos.
Sociedade civil	- Acompanhar as ações que estão sendo desenvolvidas; - Utilização da ferramenta como instrumento de fiscalização; - Criação de uma rede de alerta e de contatos em caso de novas emergências; - Estruturação de rede de apoio colaborativas e independentes.

Com a discussão dos resultados obtidos e as sugestões de ações que podem ser desenvolvidas nos instantes anteriores, durante e posteriores a um desastre, seguiremos para as considerações finais desta pesquisa.

Capítulo V

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Entendendo que o risco é um objeto social de estudo e é tema indispensável ao Geógrafo, pois a Geografia se contextualiza nos estudos de risco buscando traduções espaciais para as relações sociais e consequentemente ao meio em que estas estão inseridas, a proposta de metodologia desde trabalho e as sugestões de ações abordadas tentaram, antes de mais nada, propor uma nova forma de alcance de informações antes dificilmente atingidas por alguns setores da sociedade devido a dificuldades técnicas e de necessidade de conhecimentos específicos.

É importante ressaltar a importância da democratização do acesso a equipamentos tecnológicos como o computador e o *smartphone* para que metodologias como esta tivessem o alcance que atualmente é possível. A Internet das Coisas emerge como as bases da construção de um mundo futuramente robotizado com processos automatizados e importantes impactos para o ser humano, pois, não valeria de nada a Ciência se esta ignorasse seus preceitos éticos e as suas contribuições à vida.

Deste modo, todos os processos listados neste trabalho convergem para a democratização da informação geoespacial. Profissionais de Sistemas de Informações Geográficas precisam prover acesso a essas informações, desburocratizar os processos e buscar a maior abrangência possível dessas

informações. Visualizar um mapa dinâmico com informações georreferenciadas, com qualidade e consistência torna-se uma premissa para que comunidades tenham acesso a informações e conhecimento acerca dos riscos em que estão inseridas no intuito de construir comunidades resilientes e com força o suficiente para enfrentamento de desastres e acontecimentos emergenciais.

Não podemos negar a necessidade de regulamentações internacionais mais fortes e com maior intensidade acerca dos riscos. As ações e os esforços atualmente estão concentrados em países em que já existe uma forte cultura de prevenção e com ampla infraestrutura adequada para receber situações emergenciais. Nesses países, situações de risco raramente evoluem para desastres e crises socioambientais. Entretanto, em países com grande deficiência de recursos, infraestrutura, planejamento e prevenção de situações críticas, não ocorrem apenas os desastres e as crises, mas seus efeitos perduram por anos até a reestruturação do equilíbrio.

O risco que se transforma em desastre e posteriormente em crise, revela fratura do sistema social em que está inserido. Os custos (temporais, materiais e psicossociais) de uma tragédia, de um desastre ou de um risco mal gerido deflagra a interrupção de rotinas e serviços essenciais ao ser humano.

Assim como recomenda as Nações Unidas, é necessário que as comunidades entendam seu nível de resiliência para que ações sejam tomadas antes do acontecimento de qualquer situação crítica. A importância do debate e de espaços de diálogos entre comunidades, governos e iniciativa privada mostra-se como única saída para a construção de uma cultura de prevenção. Nesse sentido, a metodologia deste trabalho

busca sugerir um ponto de convergência entre os olhares destes setores, trazendo informações em um novo formato e acessível a todos.

A experiência brasileira de iniciativas para democratização do acesso de informações geoespaciais mostra-se expoente no sentido de prover informações de grande importância a alguns setores da sociedade. Esses portais de informações ainda não são eficientes no sentido de amplitude de alcance. As interfaces muitas das vezes não são intuitivas, a quantidade e qualidade de informações muitas das vezes deixa a desejar e é preciso novos esforços para que esses portais atinjam o maior número de setores, profissionais e pessoas possíveis.

O ArcGIS Online surge como possibilidade para que customizações desses portais sejam realizados com melhores resultados para os usuários, entretanto, ainda é uma ferramenta onerosa de alto custo, mesmo dentro dos programas especiais de compra. É preciso também esforços das Universidades brasileiras para dispor desse aparato ferramental com pacotes de manutenção em vigência para que as atualizações dos softwares cheguem aos estudantes e pesquisadores das universidades. De nada adianta possuírem as licenças destes softwares sem os devidos pacotes de manutenção para que as tecnologias sejam atualizadas e pesquisas inovadoras sejam realizadas. Entendemos também que fabricantes de *software* deveriam criar programas gratuitos de aquisição de software para universidades e estudantes.

A sugestão de metodologia proposta neste trabalho pode ser remodelada para inúmeros outros temas, cenários, lugares e propósitos. A centralização de informações e a modelagem espacial de acordo com as necessidades de cada cenário e público devem ser avaliadas com constantes tomadas de decisões em conjunto. A atualização constante das informações

também deve ser ressaltada e se mostra tão importante quanto sua disponibilização inicial.

O cenário brasileiro quanto à resiliência de suas comunidades mostra-se extremamente frágil. As populações geralmente não conhecem os riscos em que estão inseridas, os governos agem de modo corrupto e indiferente em relação a inúmeras situações que poderiam ser evitados e a iniciativa privada age incontrolavelmente em relação aos interesses financeiros de suas companhias. O Desastre Ambiental do Rio Doce, a maior tragédia ambiental deste país e talvez uma das maiores do mundo, deve servir de exemplo para que as comunidades, os governos e as empresas estejam melhor preparadas para enfrentar situações emergenciais. Remediar o risco após o desastre não é a condução do gerenciamento que a sociedade precisa, é necessário a construção de uma cultura permanente de conhecimento, prevenção e alerta aos riscos.

REFERÊNCIAS

ACSELRAD, Henrique; BEZERRA, Gustavo das Neves; MELLO, Cecília Campello do Amaral. **O que é Justiça Ambiental?** 1. ed. Rio de Janeiro: [s.n.], 2009.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH)**. Disponível em <<http://www.snirh.gov.br/hidroweb/>>. Acesso em 15 de julho de 2017.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Sistema de Informações Geográficas do Setor Elétrico - SIGEL**. Disponível em <<http://sigel.aneel.gov.br/portal/home/index.html>> Acesso em 15 de julho de 2017.

AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO; GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. **BDEP - Banco de dados de Exploração e Produção**. Disponível em: <http://app.anp.gov.br/link_webmaps/>. Acesso em: 20 ago. 2017.

ARAÚJO, Marcelo Antunes; AOKI, Juliana; DUARTE, Bruna Goulart. **SIG nas nuvens para empresas florestais**. Revista Ambiência, v. 8, n. Especial, p. 593–600, 2012.

BONHAM-CARTER, G.F. **Geographic Information Systems for Geoscientists: Modelling with GIS**. 1. ed. Ontario: Pergamon, 1996.

BRASIL. União. **Termo de Transação e de Ajustamento de Conduta da Samarco**. Brasil: [s.n.], 2016.

BURROUGH, P.; MCDONNELL, R. **Principles of Geographical Information Systems**. 3. ed. New York: Oxford University Press, 1998.

CHUI, Michael; LOFFLER, Markus; ROBERTS, Roger. **The Internet of Things**. McKinsey Quarterly, n. 2, p. 1–9, 2010.

COMISSÃO NACIONAL DE CARTOGRAFIA. **INDE - Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais**. Disponível em: <<http://www.inde.gov.br/>>. Acesso em: 20 ago. 2017.

COMITÊ DE PLANEJAMENTO DA INFRAESTRUTURA NACIONAL DE DADOS ESPACIAIS - CINDE. **Plano de Ação para Implantação da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais**. 1. ed. Rio de Janeiro: Comissão Nacional de Cartografia, 2010.

DEPARTAMENTO DE OCEANOGRAFIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO. **Monitoramento da Influência da Pluma do Rio Doce após o rompimento da Barragem de Rejeitos em Mariana / MG – novembro de 2015: Processamento, Interpretação e Consolidação de Dados**. Vitória, 2017.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL. **Sistema de Informações Geográficas da Mineração**. Disponível em <<http://sigmine.dnppm.gov.br/webmap/>>. Acesso em 15 de julho de 2015.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Avaliação Ambiental Integrada (AII) do Rio Doce**. Disponível em <http://www.epe.gov.br/MeioAmbiente/Paginas/AAI/MeioAmbiente_7.aspx?CategoriaID=101>. Acesso em 15 de julho de 2017.

ESRI GEODATABASE TEAM. **Geodatabase Diagrammer for 10X**. San Diego: ESRI. 2012

ESRI. **ArcGIS Desktop 10.5.1**. San Diego: ESRI. Disponível em: <<http://desktop.arcgis.com/en/>>. 2017.

ESRI. **ArcGIS Online Help**. Disponível em: <<http://doc.arcgis.com/pt-br/arcgis-online/>>. Acesso em: 21 ago. 2017.

ESRI. **ArcGIS Online**. San Diego: ESRI. Disponível em: <<https://www.arcgis.com/home/index.html>>. 2017.

ESRI. **Conservation GIS Program**. Disponível em: <<http://www.esri.com/esri-conservation-program>>. Acesso em: 21 ago. 2017.

ESRI. **Disaster Response Program**. Disponível em: <<http://www.esri.com/services/disaster-response>>. Acesso em: 21 ago. 2017.

ESRI. **Education Program**. Disponível em: <<http://www.esri.com/industries/education>>. Acesso em: 21 ago. 2017.

ESRI. **Modelo de geoinformação do ArcGIS**. Disponível em: <<http://doc.arcgis.com/pt-br/arcgis-online/reference/geo-info.htm>>. Acesso em: 25 ago. 2017.

ESRI. **Nonprofit Organization Program**. Disponível em: <<http://www.esri.com/nonprofit>>. Acesso em: 21 ago. 2017.

ESRI. **Web AppBuilder for ArcGIS Online**. Disponível em: <<http://doc.arcgis.com/pt-pt/web-appbuilder/>>. 2017.

FITZ, Paulo Roberto. **Geoprocessamento sem complicação**. 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE DE MINAS GERAIS. **Gestão de barragens - Inventário de barragens 2016**. Disponível em <http://www.feam.br/images/stories/2017/RESIDUO_MINERA%C3%87%C3%83O/Inv%ent%C3%A1rio_de_Barragens_2016.pdf>. Acesso em 15 de julho de 2017.

FUNDAÇÃO NACIONAL DO ÍNDIO. **Download de shapes de comunidades indígenas**. Disponível em <<http://www.funai.gov.br/index.php/shape>>. Acesso em 15 de julho de 2017.

GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO. **GEOBASES – Sistema Integrado de Bases Geoespaciais do Estado do Espírito**. Disponível em: <<https://geobases.es.gov.br/>>. Acesso em: 20 ago. 2017.

GÜNTER, Wanda Risso; CICCOTTI, Larissa; RODRIGUES, Angela Cassia. **Desastres: múltiplas abordagens e desafios**. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier Editora, 2017.

INFRAESTRUTURA NACIONAL DE DADOS ESPACIAIS. **Visualizador da INDE**. Disponível em: <<http://www.visualizador.inde.gov.br/>>. Acesso em: 20 ago. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Bases Cartográficas Contínuas 1:250.000, versão 2015**. Disponível em <ftp://geofp.ibge.gov.br/cartas_e_mapas/bases_cartograficas_continuas/bc250/versao2015/Shapefile/>. Acesso em 15 de julho de 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Resolução do Presidente no 01/2005. Altera a caracterização do Sistema Geodésico Brasileiro**. Brasil: Presidência do IBGE, 2005

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS - IBAMA. **Laudo Técnico Preliminar dos Impactos ambientais decorrentes do desastre envolvendo o rompimento da barragem de Fundão, em Mariana, Minas Gerais**. Brasil: [s.n.], 2015.

INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA. **Acervo Fundiário**. Disponível em <<http://acervofundiario.incra.gov.br/i3geo/ogc/index.php>>. Acesso em 15 de julho de 2017.

JACOBI, Pedro Roberto; SULAIMAN, Samila Nascimento. **Aspectos Teórico-conceituais da Gestão dos Desastres**. In: GÜNTER, Wanda Risso; CICCOTTI, Larissa; RODRIGUES, Angela Cassia (Org.). **Desastres: múltiplas abordagens e desafios**. Rio de Janeiro: Elsevier Editora, 2017. p. 1–12.

KHOSHABI, Mostafa; TALEAI, Mohammad; MOTLAGH, Ali; KAMAL, Farnaz Hosseini. **Developing a WebGIS for Geo-Visualization of Cancer**. Iranian Journal of Cancer Prevention, v. 9, n. 2, 2016.

KOUYOUMJIAN, Victoria. **ArcWatch: GIS News, Views, and Insights**. Disponível em: <<http://www.esri.com/news/arcwatch/0612/esri-uc-forecast-100-percent-chance-of-cloud.html>>. Acesso em: 20 maio 2017.

LACERDA, Flavia; LIMA-MARQUES, Mamede. **Ecosystemas de informação: Novo paradigma para a arquitetura da informação**. Transinformação, v. 29, n. 1, p. 81-90, 2017.

LACOSTE, Yves. **A Geografia - isso serve, em primeiro lugar, para fazer a guerra**. 13. ed. Campinas: Papirus Editora, 1985.

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES, PORTOS E AVIAÇÃO CIVIL. **PNLT - Plano Nacional de Logística e Transportes**. Disponível em <<http://transportes.gov.br/conteudo/2814-pnlt-plano-nacional-de-logistica-e-transportes.html>>. Acesso em 15 de julho de 2017.

MORGENSTERN, Norbert; VICK, Steven; VIOTTI, Cássio; WATTS, Bryan. **Fundão Tailings Dam Review Panel Report on the Immediate Causes of the Failure of the Fundão Dam**. Mariana, MG: [s.n.], 2016.

OLIVEIRA, Juliano Lopes. **Projeto e Implementação de Interfaces para Sistemas de Aplicações Geográficas**. 1997. 175 f. Universidade de Campinas, 1997.

OPEN GEOSPATIAL CONSORTIUM (OGC). **OGC Standards**. Disponível em: <<http://www.opengeospatial.org/docs/is>>. Acesso em: 25 maio 2017.

PREFEITURA MUNICIPAL DE LONDRINA. **SIGLON – Sistema de Informações Geográficas de Londrina**. Disponível em: <<http://siglon.londrina.pr.gov.br/>>. Acesso em: 20 ago. 2017.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO. **GeoSampa - Sistema de Consulta do Mapa Digital da Cidade de São Paulo**. Disponível em: <<http://geosampa.prefeitura.sp.gov.br/>>. Acesso em: 20 ago. 2017.

PREFEITURA MUNICIPAL DE VITÓRIA. **GeoWeb – Portal de Geoprocessamento da Prefeitura Municipal de Vitória**. Disponível em <<http://geoweb.vitoria.es.gov.br/>>. Acesso em 20 ago. 2017.

ROCHA, César Henrique Barra. **Geografia: disciplina transdisciplinar**. 2000. 220 p., Juiz de Fora, 2000.

SAITO, Silvia Midori; SORIANO, Érico; LONDE, Luciana de Resende. Desastres Naturais. In: SAUSEN, Tania Maria; LACRUZ, Maria Silvia Pardi (Org.). **Sensoriamento Remoto para desastres**. 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2015. p. 23–42.

SAMARCO. **Entenda o rompimento de Fundão**. Disponível em: <<http://www.samarco.com/rompimento-de-fundao/>>. Acesso em 4 de maio 2017.

SCHMIGUEL, Juliano; BARANAUSKAS, M. Cecilia C.; MEDEIROS, Cláudia Bauzer. **Usabilidade de Aplicações SIG Web na Perspectiva do Usuário: um estudo de caso**. Disponível em: <<http://mtc-m16c.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/geoinfo/@80/2006/07.11.12.45/doc/P44.pdf>>. Acesso em: 8 ago. 2017.

SILVA, Jorge Xavier Da; MARINO, Tiago Badre. **Inclusões: Digital, Social e Geografia. Geoprocessamento & Meio Ambiente**. 1. ed. Rio de Janeiro: Editora Bertrand, 2011. p. 17–34.

UNISDR. **Annual Report 2015**. Sendai, Japão: [s.n.], 2015.

UNISDR. **Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015 - 2030. Third World Conference on Disaster Risk Reduction, Sendai, Japan, 14-18 March 2015**. Sendai, Japão: [s.n.], 2015.

UNITED NATIONS. **Living with Risk**. 1. ed. New York and Geneva: International Strategy for Disaster Reduction, 2004. v. I.

VALÊNCIO, Norma Felicidade Lopes da Silva. **Para além do dia do desastre - o caso brasileiro**. 1. ed. Curitiba: Editoria Appris, 2012.

VALENCIO, Norma Felicidade Lopes da Silva; SIENA, Mariana; MARCHEZINI, Victor. **Abandonados nos desastres: uma análise sociológica de dimensões objetivas e simbólicas de afetação de grupos sociais desabrigados e desalojados**. 1. ed. Brasília: Conselho Federal de Psicologia, 2011.

VEYRET, Yvette; RICHEMOND, Nancy Meschinet. **Definições e vulnerabilidades do risco**. In: VEYRET, YVETTE (Org.). Os riscos - o homem como agressor e vítima do meio ambiente. 1. ed. São Paulo: Editora Contexto, 2007. p. 25–46.

WEBER, Rolf H. **Internet of things - Governance quo vadis?** Computer Law and Security Review Elsevier, v. 29, n. 4, p. 341–347, 2013.

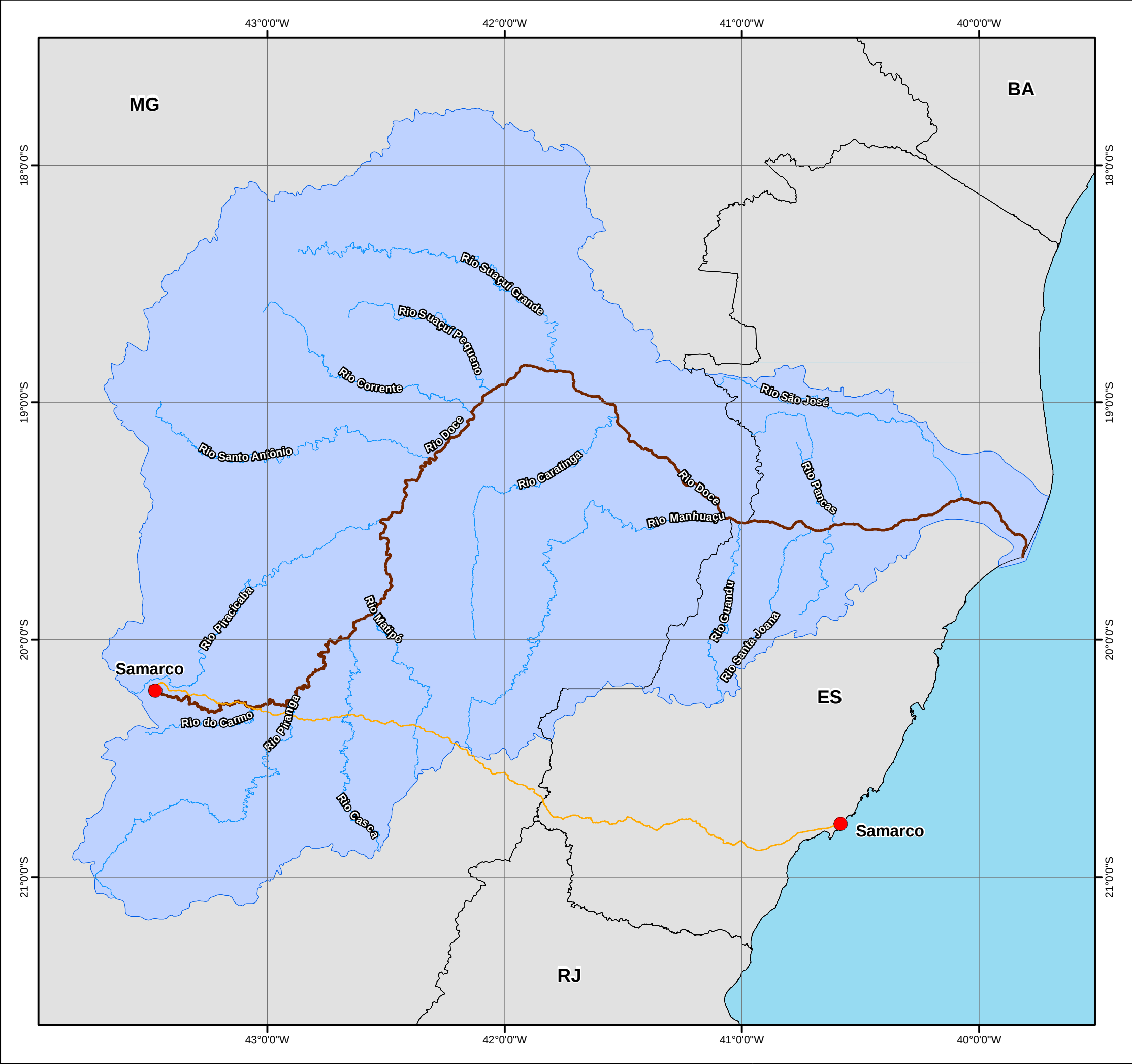
WEISER, Mark. **The computer for the 21st Century**. Scientific American, v. 265, n. 3, p. 94–104, 1991.

WWF. **Observatório de Unidades de Conservação - Download do shape de Unidades de Conservação.** Disponível em

<http://observatorio.wwf.org.br/site_media/upload/shapes/uc/uc.zip>. Acesso em 15 de julho de 2017.

A P Ê N D I C E S

- **Mapa 01** – Percurso do rejeito da Samarco no desastre do Rio Doce.
- **Mapa 02** - Sítio de mineração da Samarco - Antes e depois do rompimento da Barragem do Fundão.
- **Interface do usuário** – Aplicativo do ArcGIS Online
- **Metadados do Banco de Dados**



Samarco

Mineroduto da Samarco

Hidrografia diretamente afetada pelo desastre

Hidrografia

Bacia Hidrográfica do Rio Doce

Limite estadual

Localização Geográfica

Dados Cartográficos

N

Sistema de Coordenadas Geográficas
Sistema de Referência SIRGAS2000
Escala 1:1.800.000

01020406080100

km

Universidade

Universidade Federal do Espírito Santo

Centro
Departamento

Centro de Ciências Humanas e Naturais
Departamento de Geografia

Livro

WEBGIS PARA GESTÃO DE CRISE AMBIENTAL
Uma proposta de metodologia no
cenário do Crime Ambiental do Rio Doce

Título

Percurso do rejeito da Samarco
no desastre do Rio Doce

Local

Bacia Hidrográfica do Rio Doce
Minas Gerais e Espírito Santo

Planos de informação

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA.
Base Contínua 1:250.000 - BC250. Versão 2015. Rio de Janeiro, 2015.

Autor

Ramon Guerini Cândido | Geógrafo | CREA-PR 177636/D

Código

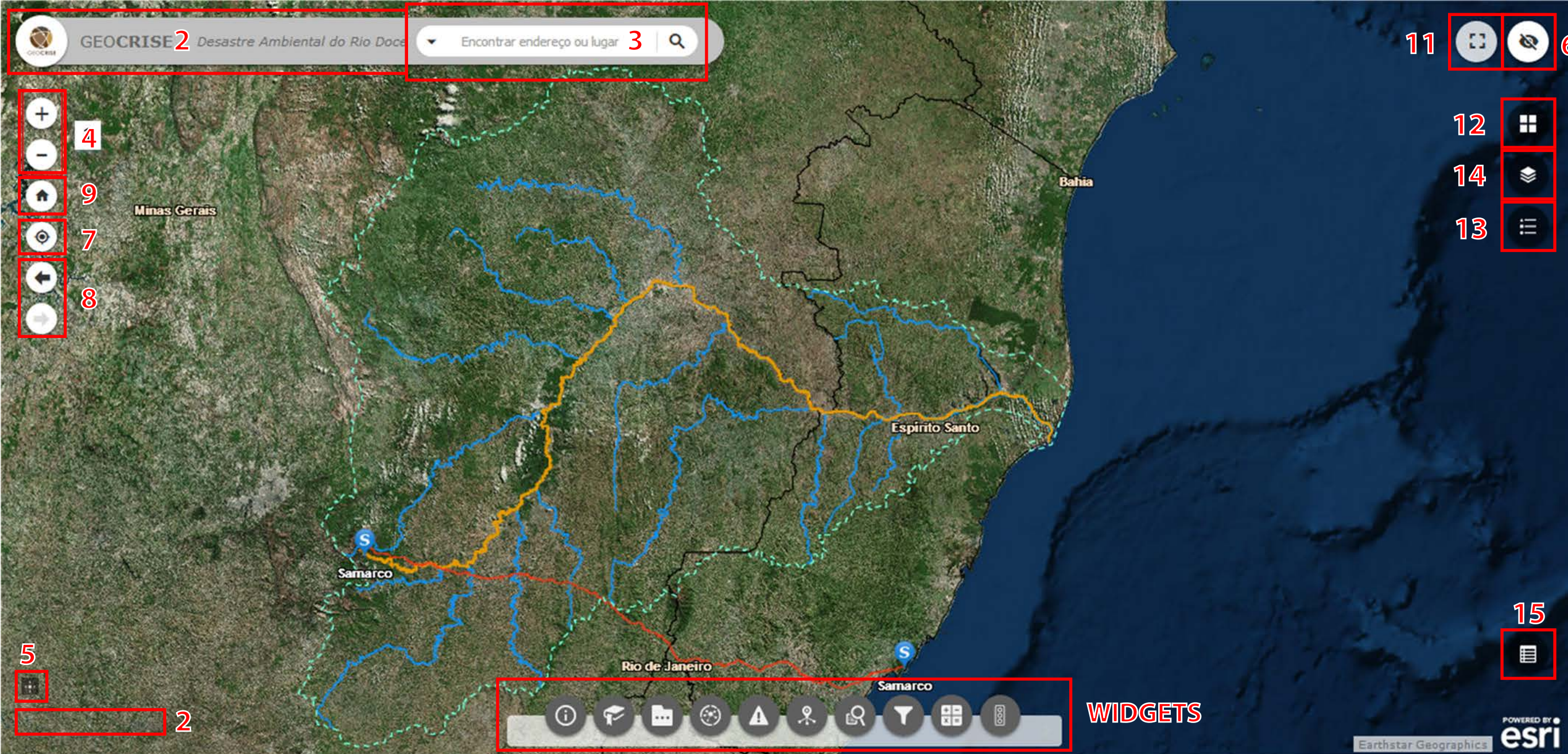
Mapa 01

Data

JULHO/2017

Revisão

0



LEGENDA	
1	Janela inicial
2	Barra de escala
3	Cabeçalho
4	Controle de zoom
5	Coordenadas
6	Mapa de visão geral
7	Meu Local
8	Navegar extensão
9	Página inicial
10	Pesquisar
11	Tela cheia
12	Galeria de webmaps
13	Legenda
14	Lista de camadas
15	Tabelas de atributos



WEBGIS PARA GESTÃO DE CRISE AMBIENTAL Uma proposta de metodologia no cenário do Crime Ambiental do Rio Doce		
Interface do usuário		
Autor Ramon Guerini Cândido Geógrafo CREA-PR 177636-D		
Arquivo Digital Interface do usuário Apêndice	Data JULHO/2017	Revisão 0

Dataset Infraestrutura

 Point feature class Aerodromo_MG_ES_PNLT	Aeródromo Fonte: Adaptado de PNLT.
 Point feature class AHE_BaciaRioDoce_Aneel	Aproveitamento Hidrelétrico Fonte: Adaptado de Aneel.
 Point feature class EstacaoMonitoramentoBaciaRioDoce_ANA	Estação de monitoramento hidrométrico Fonte: Adaptado de ANA.
 Point feature class InventarioBarragemBaciaRioDoce_FEAM_2015	Inventário de Barragens na Bacia do Rio Doce (MG) Fonte: Adaptado de FEAM.
 Polyline feature class MinerodutoSamarco	Mineroduto da Samarco Fonte: Adaptado de Samarco.
 Point feature class Samarco	Sítio da Samarco Fonte: Do autor.

Dataset Limite

 Polygon feature class BaciaHidrograficaRioDoce_ANA	Bacia Hidrográfica do Rio Doce Fonte: Adaptado de ANA.
 Polygon feature class LimiteEstadual_IBGE	Limite estadual Fonte: Adaptado de IBGE.
 Polygon feature class LimiteMunicipalBaciaRioDoce_IBGE	Limite municipal Fonte: Adaptado de IBGE.

Dataset Localidade

 Point feature class LocalidadeBaciaRioDoce_IBGE	Localidade Fonte: Adaptado de IBGE.
---	--

Dataset MeioBiotico

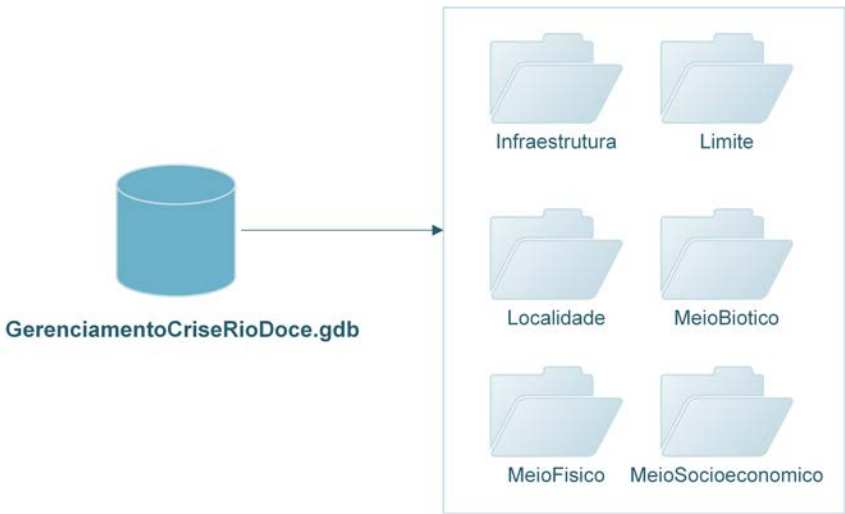
 Polygon feature class UnidadeConservacao_AII_WWF	Unidade de Conservação Fonte: Adaptado de WWF.
--	---

Dataset MeioSocioeconomico

 Point feature class SetorCensitarioBaciaRioDoce_IBGE	Setor censitário Fonte: Adaptado de IBGE.
 Polygon feature class TerraIndigena_MG_ES_Funai	Terra indígena Fonte: Adaptado de Funai.
 Polygon feature class TerraQuilombola_MG_ES_Incra	Terra quilombola Fonte: Adaptado de Incra.

Dataset MeioFisico

 Point feature class CachoeiraBaciaRioDoce_EPE	Cachoeira Fonte: Adaptado de EPE.
 Polygon feature class GeologiaBaciaRioDoce_EPE	Geologia Fonte: Adaptado de EPE.
 Polyline feature class HidrografiaBaciaRioDoce_IBGE	Hidrografia Fonte: Adaptado de IBGE.
 Polyline feature class HidroLight_adaptado	Hidrografia (light) Fonte: Adaptado de IBGE.
 Polyline feature class HidrografiaDiretamenteAfetadaSamarco	Hidrografia diretamente afetada pela Samarco Fonte: Adaptado de IBGE.
 Point feature class OutorgaBaciaRioDoce_MG_ANA	Outorga Fonte: Adaptado de ANA.
 Polygon feature class SuscetibilidadeErosaoBaciaRioDoce_EPE	Suscetibilidade a erosão Fonte: Adaptado de EPE.
 Polygon feature class ProcessoMinerarioBaciaRioDoce_DNPM	Processo Minerário (DNPM) Fonte: Adaptado de DNPM.



WEBGIS PARA GESTÃO DE CRISE AMBIENTAL Uma proposta de metodologia no cenário do Crime Ambiental do Rio Doce

Aplicação utilizada
Geodatabase Diagrammer 10.X
ESRI, 2012

Autor
Ramon Guerini Cândido | Geógrafo | CREA-PR 177636-D

Arquivo Digital
Metadados do Banco de Dados
Apêndice - Página 1

Data
JULHO/2017

Revisão
0

Dataset Limite



Feature class – Dataset Limite

LimiteEstadual_IBGE

Geometry

Contains M values

Contains Z values

Polygon

Yes

Yes

Field name	Data type	Allow nulls	Default value	Domain	Prec- ision	Scale	Length
OBJECTID	Object ID						
Shape	Geometry	Yes					
NOME	String	Yes					100
SIGLA	String	Yes					3
Shape_Length	Double	Yes			0	0	
Shape_Area	Double	Yes			0	0	

Estado
Sigla estadual



Feature class – Dataset Limite

LimiteMunicipalBaciaRioDoce_IBGE

Geometry

Contains M values

Contains Z values

Polygon

Yes

No

Field name	Data type	Allow nulls	Default value	Domain	Prec- ision	Scale	Length
OBJECTID	Object ID						
Shape	Geometry	Yes					
MUNICIPIO	String	Yes					60
Shape_Length	Double	Yes			0	0	
Shape_Area	Double	Yes			0	0	
UF	String	Yes					2

Município

Estado



Feature class – Dataset Limite

BaciaHidrograficaRioDoce_ANA

Geometry

Contains M values

Contains Z values

Polygon

No

No

Field name	Data type	Allow nulls	Default value	Domain	Prec- ision	Scale	Length
OBJECTID	Object ID						
SHAPE	Geometry	Yes					
BACIA	String	Yes					50
SHAPE_Length	Double	Yes			0	0	
SHAPE_Area	Double	Yes			0	0	
AREA_KM	Double	Yes			0	0	

Bacia hidrográfica

Área (km²)

Dataset Localidade



Feature class – Dataset Localidade

LocalidadeBaciaRioDoce_IBGE

Geometry

Contains M values

Contains Z values

Point

Yes

Yes

Field name	Data type	Allow nulls	Default value	Domain	Prec- ision	Scale	Length
OBJECTID	Object ID						
Shape	Geometry	Yes					
LOCALIDADE	String	Yes					100
TIPO	String	Yes					50
UF	String	Yes					50
REGIAO	String	Yes					20
MUNICIPIO	String	Yes					100
LONGITUDE	String	Yes					50
LATITUDE	String	Yes					50

Localidade
Tipo de localidade
Estado
Região
Município
Longitude
Latitude

Dataset MeioBiotico



Feature class – Dataset MeioBiotico

UnidadeConservacao_AII_WWF

Geometry

Contains M values

Contains Z values

Polygon

No

No

Field name	Data type	Allow nulls	Default value	Domain	Prec- ision	Scale	Length
OBJECTID	Object ID						
Shape	Geometry	Yes					
CODIGO_CNU	String	Yes					255
CODIGO_UNE	String	Yes					255
NOME	String	Yes					255
ADMINISTRA	String	Yes					255
ORGAO_GEST	String	Yes					255
CATEGORIA	String	Yes					255
GRUPO	String	Yes					255
CATEGOR	String	Yes					255
BIOMA	String	Yes					255
FONTE	String	Yes					255
ANO_CRIAC	String	Yes					255
DESCRICA	String	Yes					255
Shape_Length	Double	Yes			0	0	
Shape_Area	Double	Yes			0	0	
AREA_KM	Double	Yes			0	0	

Código CNU
Código UNE
UC
Administração
Órgão gestor
Categoria
Grupo
Categoria
Bioma
Fonte
Ano de criação
Ato legal

Área (km²)

WEBGIS PARA GESTÃO DE CRISE AMBIENTAL Uma proposta de metodologia no cenário do Crime Ambiental do Rio Doce		
Aplicação utilizada Geodatabase Diagrammer 10.X ESRI, 2012		
Autor Ramon Guerini Cândido Geógrafo CREA-PR 177636-D		
Arquivo Digital Metadados do Banco de Dados Apêndice - Página 2	Data JULHO/2017	Revisão 0

Dataset Infraestrutura

Feature class – Dataset Infraestrutura InventarioBarragemBaciaRioDoce_FEAM_2015					Geometry <i>Point</i> Contains M values <i>No</i> Contains Z values <i>No</i>		
Field name	Data type	Allow nulls	Default value	Domain	Prec- ision	Scale	Length
OBJECTID	Object ID						
Shape	Geometry	Yes					
EMPREDEDOR	String	Yes					254
NOME	String	Yes					254
MUNICIPIO	String	Yes					254
BACIA	String	Yes					254
TIPO	String	Yes					254
H_ATUAL	Double	Yes			0	0	
VOL_ATERRO	Double	Yes			0	0	
VOL_RESER	Double	Yes			0	0	
SIST_REF	String	Yes					254
LATITUDE	String	Yes					50
LONGITUDE	String	Yes					50

Empreendedor
Nome
Município
Bacia hidrográfica
Tipo
Altura atual (m)
Volume do aterro (m³)
Volume do reservatório (m³)
Sistema de referência
Latitude
Longitude

Feature class – Dataset Infraestrutura Aerodromo_MG_ES_PNLT					Geometry <i>Point</i> Contains M values <i>Yes</i> Contains Z values <i>Yes</i>		
Field name	Data type	Allow nulls	Default value	Domain	Prec- ision	Scale	Length
OBJECTID	Object ID						
Shape	Geometry	Yes					
NM_MUNICIP	String	Yes					30
TIPOAERO	String	Yes					15
NOME	String	Yes					51
LARGURA_M	Double	Yes			0	0	
NUM_PISTA	Long integer	Yes			0		
UF	String	Yes					4
ALTITUDE	Double	Yes			0	0	
EXTENSAO	Double	Yes			0	0	
COD_USO	String	Yes					20
PAVIMENTO	String	Yes					35
PAIS	String	Yes					25
COD_ICAO	String	Yes					4
GEOCODIGO	Long integer	Yes			0		
LATITUDE	String	Yes					50
LONGITUDE	String	Yes					50

Município
Tipo de aeródromo
Nome
Largura da pista (m)
Nº de pistas
UF
Altitude (m)
Extensão da pista (m)
Uso
Pavimento
País
Código ICAO
Geocódigo
Latitude
Longitude

Feature class – Dataset Infraestrutura EstacaoMonitoramentoBaciaRioDoce_ANA					Geometry <i>Point</i> Contains M values <i>No</i> Contains Z values <i>No</i>		
Field name	Data type	Allow nulls	Default value	Domain	Prec- ision	Scale	Length
OBJECTID	Object ID						
PTG_GM_PONTO	Geometry	Yes					
EST_ID	Double	Yes			0	0	
EST_TP	String	Yes					14
EST_NM	String	Yes					104
ORG_SG_RESPONSAVEL	String	Yes					24
ORG_SG_OPERADOR	String	Yes					24
UFD_SG	String	Yes					9
MUN_NM	String	Yes					104
DNS_NM	String	Yes					104
ARD_VR	Double	Yes			0	0	
RIO_NM	String	Yes					259
LATITUDE	String	Yes					50
LONGITUDE	String	Yes					50

Estação
Tipo da estação
Nome da estação
Entidade responsável
Entidade operadora
UF
Município
Nome da sub-bacia
Área de drenagem (ha)
Rio
Latitude
Longitude

Feature class – Dataset Infraestrutura MinerodutoSamarco					Geometry <i>Polyline</i> Contains M values <i>No</i> Contains Z values <i>No</i>		
Field name	Data type	Allow nulls	Default value	Domain	Prec- ision	Scale	Length
OBJECTID	Object ID						
Shape	Geometry	Yes					
ID	String	Yes					200
Shape_Length	Double	Yes			0	0	
EXTENSAO_KM	Double	Yes			0	0	

Identificação
Extensão (km)

Feature class – Dataset Infraestrutura Samarco					Geometry <i>Point</i> Contains M values <i>No</i> Contains Z values <i>No</i>		
Field name	Data type	Allow nulls	Default value	Domain	Prec- ision	Scale	Length
OBJECTID	Object ID						
SHAPE	Geometry	Yes					
ID	String	Yes					50
UF	String	Yes					50
LONGITUDE	String	Yes					50
LATITUDE	String	Yes					50

Identificação
Estado
Longitude
Latitude

WEBGIS PARA GESTÃO DE CRISE AMBIENTAL Uma proposta de metodologia no cenário do Crime Ambiental do Rio Doce		
Aplicação utilizada Geodatabase Diagrammer 10.X ESRI, 2012		
Autor Ramon Guerini Cândido Geógrafo CREA-PR 177636-D		
Arquivo Digital Metadados do Banco de Dados Apêndice - Página 3	Data JULHO/2017	Revisão 0

Dataset Infraestrutura

Feature class – Dataset Infraestrutura

Geometry

Point

Contains M values

No

Contains Z values

No

Field name	Data type	Allow nulls	Default value	Domain	Prec-ision	Scale	Length	
OBJECTID	Object ID							
Shape	Geometry	Yes						
NOME	String	Yes					254	Nome
PROPRIETAR	String	Yes					254	Proprietário
CNPJ	String	Yes					50	CNPJ
CEG	String	Yes					21	CEG
MUNIC_CF	String	Yes					254	Município da Casa de Força
UF_CF	String	Yes					254	UF da Casa de Força
MUNIC_1	String	Yes					254	Município
UF_1	String	Yes					5	UF
RIO	String	Yes					254	Nome do Rio
COD_BAC	Double	Yes			0	0		Código da Bacia
COD_SBAC	Double	Yes			0	0		Código da sub-bacia
DSP_INV	String	Yes					254	Despacho Inventário
ATO_LEGAL	String	Yes					254	Ato Legal
PROC_ANEEL	String	Yes					254	Processo ANEEL
LAT_EIXO_G	String	Yes					50	Latitude do barramento (GMS)
LONG_EIXO_	String	Yes					50	Longitude do Barramento (GMS)
LAT_CF_GMS	String	Yes					50	Latitude Casa de Força (GMS)
LONG_CF_GM	String	Yes					50	Longitude Casa de Força (GMS)
POT_KW	Double	Yes			0	0		Potência (KW)
N_UNID_GER	Long integer	Yes			0			Número de unidades geradoras
POT_UNI_GE	Double	Yes			0	0		Potência por unidade geradora (KVA)
FATOR_POT	Double	Yes			0	0		Fator de potência
POT_POR_TU	Double	Yes			0	0		Potência por turbina (kW)
ENG_MIN	Double	Yes			0	0		Engolimento Mínimo (m³/s)
TIPO_TURB	String	Yes					150	Tipo de turbina
REND_NOM_T	Double	Yes			0	0		Rendimento nominal por turbina (%)
REND_NOM_G	Double	Yes			0	0		Rendimento Nominal do gerador (%)
TX_EQ_INDS	Double	Yes			0	0		Taxa equivalente de indisponibilidade forçada (%)
INDS_PROG	Double	Yes			0	0		Indisponibilidade Programada (%)
PERD_HID_N	Double	Yes			0	0		Perda hidráulica nominal
NA_MAX_MAX	Double	Yes			0	0		NA máximo maximorum montante (m)
NA_MAX_MON	Double	Yes			0	0		NA máximo montante (m)
NA_MIN_MON	Double	Yes			0	0		NA mínimo montante (m)
NA_NOR_JUS	Double	Yes			0	0		NA normal jusante (m)
AREA_NA_MA	Double	Yes			0	0		Área NA máximo montante (km²)
AREA_NA_MI	Double	Yes			0	0		Área NA mínimo montante (km²)
AREA_DREN	Double	Yes			0	0		Área Drenagem da bacia (km²)
VOL_NA_MAX	Double	Yes			0	0		Volume do reservatório no NA máximo de montante(Hm³)
VOL_NA_MIN	Double	Yes			0	0		Volume do reservatório no NA mínimo de montante (Hm³)
QD_BRUTA_N	Double	Yes			0	0		Queda Bruta Nominal (m)
PERDAS_ELE	Double	Yes			0	0		Perdas Elétricas (%)
CONS_INTER	Double	Yes			0	0		Consumo Interno (MW médio)
VAZAO_REM	Double	Yes			0	0		Vazão remanescente média (m³/s)
VAZAO_USO_	Double	Yes			0	0		Vazão de uso consultivo (m³/s)
VAZAO_PROJ	Double	Yes			0	0		Vazão do projeto vertedouro (m³/s)
SERIE_VAZA	String	Yes					50	Série de vazões médias
TABELA_SER	String	Yes					50	Tabela da série de vazão
OBS	String	Yes					254	Observações
ATUALIZACA	Date	Yes			0	0	8	Data da atualização
ESTAGIO	String	Yes					50	Estágio
TIPO	String	Yes					10	Tipo
LATITUDE	String	Yes					50	Latitude
LONGITUDE	String	Yes					50	Longitude

WEBGIS PARA GESTÃO DE CRISE AMBIENTAL Uma proposta de metodologia no cenário do Crime Ambiental do Rio Doce		
Aplicação utilizada Geodatabase Diagrammer 10.X ESRI, 2012		
Autor Ramon Guerini Cândido Geógrafo CREA-PR 177636-D		
Arquivo Digital Metadados do Banco de Dados Apêndice - Página 4	Data JULHO/2017	Revisão 0

Dataset MeioSocioeconomico



Feature class – Dataset MeioSocioEconomico

SetorCensitarioBaciaRioDoce_IBGE

Geometry

Contains M values

Contains Z values

Point

Yes

No

Field name	Data type	Allow nulls	Default value	Domain	Prec-ision	Scale	Length	
OBJECTID	Object ID							
Shape	Geometry	Yes						
CODSETOR	Double	Yes			0	0		Geocódigo
REGIAOMETRO	String	Yes					8000	Região Metropolitana
MUNICIPIO	String	Yes					8000	Município
DISTRITO	String	Yes					8000	Distrito
BAIRRO	String	Yes					8000	Bairro
POPULACAO	Long integer	Yes			0			População (IBGE, 2010)
TIPO	String	Yes					50	Tipo
ESTADO	String	Yes					50	Estado



Feature class – Dataset MeioSocioEconomico

TerraQuilombola_MG_ES_Incra

Geometry

Contains M values

Contains Z values

Polygon

No

No

Field name	Data type	Allow nulls	Default value	Domain	Prec-ision	Scale	Length	
OBJECTID	Object ID							
Shape	Geometry	Yes						
SR	String	Yes					254	Superintendência
PROCESSO	String	Yes					254	Processo
COMUNIDADE	String	Yes					254	Comunidade
MUNICIPIO	String	Yes					254	Município
UF	String	Yes					254	UF
DT_PUBLI6	String	Yes					254	Data de publicação
NR_FAMILIAS	String	Yes					254	Nº de famílias
RESPONSAB	String	Yes					254	Responsabilidade
ESFERA	String	Yes					254	Esfera
Shape_Length	Double	Yes			0	0		
Shape_Area	Double	Yes			0	0		
AREA_KM	Double	Yes			0	0		Área (km²)
PERIMETRO	Double	Yes			0	0		Perímetro (km²)



Feature class – Dataset MeioSocioEconomico

TerraIndigena_MG_ES_Funai

Geometry

Contains M values

Contains Z values

Polygon

No

No

Field name	Data type	Allow nulls	Default value	Domain	Prec-ision	Scale	Length	
OBJECTID	Object ID							
Shape	Geometry	Yes						
TERRAINDIGENA	String	Yes					254	Terra indígena
ETNIA	String	Yes					254	Etnia
MUNICIPIO	String	Yes					254	Município
UF	String	Yes					254	UF
FASE	String	Yes					254	Fase
MODALIDADE	String	Yes					254	Modalidade
REESTUDO	String	Yes					254	Reestudo
Shape_Length	Double	Yes			0	0		
Shape_Area	Double	Yes			0	0		
AREA_KM	Double	Yes			0	0		Área (km²)
PERIMETRO_KM	Double	Yes			0	0		Perímetro (km)

WEBGIS PARA GESTÃO DE CRISE AMBIENTAL Uma proposta de metodologia no cenário do Crime Ambiental do Rio Doce		
Aplicação utilizada Geodatabase Diagrammer 10.X ESRI, 2012		
Autor Ramon Guerini Cândido Geógrafo CREA-PR 177636-D		
Arquivo Digital Metadados do Banco de Dados Apêndice - Página 5	Data JULHO/2017	Revisão 0

Dataset MeioFisico

Feature class – Dataset MeioFisico CachoeiraBaciaRioDoce_EPE						Geometry	Point
						Contains M values	No
						Contains Z values	No
Field name	Data type	Allow nulls	Default value	Domain	Prec-ision	Scale	Length
OBJECTID	Object ID						
Shape	Geometry	Yes					
CACHOEIRA	String	Yes					50
LATITUDE	String	Yes					50
LONGITUDE	String	Yes					50

Cachoeira
Latitude
Longitude

Feature class – Dataset MeioFisico GeologiaBaciaRioDoce_EPE						Geometry	Polygon
						Contains M values	No
						Contains Z values	No
Field name	Data type	Allow nulls	Default value	Domain	Prec-ision	Scale	Length
OBJECTID	Object ID						
Shape	Geometry	Yes					
SIGLA	String	Yes					15
COMP1	String	Yes					55
COMP2	String	Yes					55
COMP3	String	Yes					55
LEG_DESC	String	Yes					250
AREA_KM	Double	Yes			0	0	
Shape_Length	Double	Yes			0	0	
Shape_Area	Double	Yes			0	0	

Sigla
Classe de solo dominante das unidades de mapeamentos
Segundo componente na associação das unidades de mapeamentos
Terceiro componente na associação das unidades de mapeamentos
Descrição completa da unidade de mapeamento
Área (km²)

Feature class – Dataset MeioFisico HidrografiaBaciaRioDoce						Geometry	Polyline
						Contains M values	Yes
						Contains Z values	Yes
Field name	Data type	Allow nulls	Default value	Domain	Prec-ision	Scale	Length
OBJECTID	Object ID						
Shape	Geometry	Yes					
CURSODAGUA	String	Yes					100
Shape_Length	Double	Yes			0	0	

Curso d'água

Feature class – Dataset MeioFisico HidrografiaDiretamenteAfetadaSamarco						Geometry	Polyline
						Contains M values	Yes
						Contains Z values	Yes
Field name	Data type	Allow nulls	Default value	Domain	Prec-ision	Scale	Length
OBJECTID	Object ID						
Shape	Geometry	Yes					
NOME	String	Yes					100
Shape_Length	Double	Yes			0	0	
EXTENSAO_KM	Double	Yes			0	0	

Nome
Extensão do trecho (km)

Feature class – Dataset MeioFisico SuscetibilidadeErosaoBaciaRioDoce_EPE						Geometry	Polygon
						Contains M values	No
						Contains Z values	No
Field name	Data type	Allow nulls	Default value	Domain	Prec-ision	Scale	Length
OBJECTID_12	Object ID						
Shape	Geometry	Yes					
SUSC_EROS	String	Yes					254
APTIDAOAGRI	String	Yes					254
Shape_Length	Double	Yes			0	0	
Shape_Area	Double	Yes			0	0	
AREA_KM	Double	Yes			0	0	

Suscetibilidade a erosão
Aptidão agrícola
Área (km²)

WEBGIS PARA GESTÃO DE CRISE AMBIENTAL Uma proposta de metodologia no cenário do Crime Ambiental do Rio Doce		
Aplicação utilizada Geodatabase Diagrammer 10.X ESRI, 2012		
Autor Ramon Guerini Cândido Geógrafo CREA-PR 177636-D		
Arquivo Digital Metadados do Banco de Dados Apêndice - Página 6	Data JULHO/2017	Revisão 0

Dataset MeioFisico

 Feature class – Dataset MeioFisico		Geometry <i>Polyline</i>					
HidroLight_adaptado		Contains M values <i>Yes</i>					
		Contains Z values <i>Yes</i>					
Field name	Data type	Allow nulls	Default value	Domain	Prec-ision	Scale	Length
OBJECTID	Object ID						
Shape	Geometry	Yes					
CURSODAGUA	String	Yes					100
Shape_Length	Double	Yes			0	0	

Curso d'água

 Feature class – Dataset MeioFisico		Geometry <i>Polygon</i>					
ProcessoMinerarioBaciaRioDoce_DNPM		Contains M values <i>Yes</i>					
		Contains Z values <i>Yes</i>					
Field name	Data type	Allow nulls	Default value	Domain	Prec-ision	Scale	Length
OBJECTID	Object ID						
Shape	Geometry	Yes					
PROCESSO	String	Yes					50
NUMERO	Long integer	Yes			0		
ANO	Long integer	Yes			0		
AREA_HA	Double	Yes			0	0	
FASE	String	Yes					254
ULT_EVENTO	String	Yes					254
REQUERENTE	String	Yes					254
SUBS	String	Yes					254
USO	String	Yes					254
UF	String	Yes					20
Shape_Length	Double	Yes			0	0	
Shape_Area	Double	Yes			0	0	

Processo
Número
Ano
Área (ha)
Fase
Último evento
Requerente
Substância
Uso
UF

 Feature class – Dataset MeioFisico		Geometry <i>Point</i>					
OutorgaBaciaRioDoce_MG_ANA		Contains M values <i>No</i>					
		Contains Z values <i>No</i>					
Field name	Data type	Allow nulls	Default value	Domain	Prec-ision	Scale	Length
OBJECTID	Object ID						
Shape	Geometry	Yes					
CD_CNA	String	Yes					254
REQUERENTE	String	Yes					254
CPF_CNPJ	String	Yes					254
MUNICIPIO_	String	Yes					254
UF	String	Yes					254
CORPO_HIDRICO	String	Yes					254
FINALIDADE_	String	Yes					254
TIPO_INTERV	String	Yes					254
RESOLUCAO_	String	Yes					254
DT_PUB	Date	Yes			0	0	8
CATEGORIA_	String	Yes					254
VOL_ANUAL	Long integer	Yes			0		
MET_IRRIG	String	Yes					254
CULTURA_IRRIG	String	Yes					254
LINK_RESOLUCAO	String	Yes					254
LATITUDE	String	Yes					50
LONGITUDE	String	Yes					50

Código CNA
Requerente
CPF/CNPJ
Município
UF
Corpo hídrico
Finalidade
Tipo de intervenção
Resolução
Data de publicação
Categoria
Volume anual (m³)
Método de irrigação
Cultura irrigada
Link da resolução ANA
Latitude
Longitude

WEBGIS PARA GESTÃO DE CRISE AMBIENTAL Uma proposta de metodologia no cenário do Crime Ambiental do Rio Doce		
Aplicação utilizada Geodatabase Diagrammer 10.X ESRI, 2012		
Autor Ramon Guerini Cândido Geógrafo CREA-PR 177636-D		
Arquivo Digital Metadados do Banco de Dados Apêndice - Página 7	Data JULHO/2017	Revisão 0

RAMON GUERINI CÂNDIDO

Geógrafo formado pela Universidade Federal do Espírito Santo. Tem experiência profissional em consultoria ambiental, desenvolvimento de aplicações WebGIS no ArcGIS Online, geomarketing e desenvolvimento de produtos.

Capixaba, reside atualmente em Londrina (PR).

Telefone de contato: (43) 99841-5603

E-mail: ramonguerini@gmail.com

