



III Congresso da Sociedade de Análise de Risco  
Latino Americana  
IPT, São Paulo, Brasil – 10 a 13 de Maio de 2016  
*“Desenvolvimento e Riscos no Contexto  
Latino-americano”*



# GERENCIAMENTO DE RISCO DE INUNDAÇÃO NA ZONA URBANA DE CASTELO (ES) A PARTIR DO DESASSOREAMENTO DE CURSOS HÍDRICOS DA ZONA RURAL, PERTENCENTES À SUB BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CASTELO

**Cristiane Tinoco dos Santos<sup>1</sup>, Mônica de Aquino Galeano Massera da Hora<sup>2</sup>**

1 aluna de mestrado em Defesa e Segurança Civil na Universidade Federal Fluminense,  
cris\_tinoco@yahoo.com.br

2 professora do mestrado em Defesa e Segurança Civil na Universidade Federal Fluminense,  
dahora@vm.uff.br

## RESUMO

O rio Castelo está localizado no sul do estado do Espírito Santo e parte da sua bacia hidrográfica permeia o território do município homônimo. Características gerais da sub-bacia hidrográfica do rio Castelo como alta declividade do terreno, solos friáveis e falta de cobertura vegetal quando associadas a períodos de alta pluviosidade e ao uso irregular do solo, são os fatores principais que causam o assoreamento dos afluentes e alterações ambientais significativas, culminando em inundações na zona rural e urbana do município. Devido à importância ambiental, econômica e social deste rio para os castelenses, a partir do ano de 2009 quando foi decretada Situação de Emergência para o pior desastre natural ocorrido, iniciaram-se os estudos para a criação de um gerenciamento de riscos de desastres, utilizando o desassoreamento dos cursos hídricos como principal intervenção.

**Palavras Chave:** gerenciamento, monitoramento, bacia hidrográfica, desassoreamento, Rio Castelo

## ABSTRACT

Castelo River is located in the southern state of Espírito Santo and part of its hydrographic basin permeates the territory of the homonymous municipality. General features of the hydrographic sub-basin of the Castelo River as high steepness of the terrain, friable soils and lack of vegetation cover when associated with periods of high rainfall and irregular land use are the main factors that cause siltation of tributaries and environmental changes significant, resulting in flooding in rural and urban area of the municipality. Due to environmental, economic and social importance of this river for the people, from the year 2009 when it was enacted Emergency Situation to the worst natural disaster occurred, were initiated studies for the creation of a disaster risk management, using the desilting of water courses as the main intervention.

**Keywords:** manegement, monitoring, hydrographic basin, desilting, Castelo river



III Congresso da Sociedade de Análise de Risco  
Latino Americana  
IPT, São Paulo, Brasil – 10 a 13 de Maio de 2016  
*“Desenvolvimento e Riscos no Contexto  
Latino-americano”*



## 1. INTRODUÇÃO

A ausência de conhecimento mínimo sobre o meio físico associado à falta de ordenação no uso e ocupação do solo são fatores que colocam a população em situações de risco que podem deflagrar os acidentes geológicos, característica da ocupação urbana na maioria das cidades brasileiras (OLIVEIRA, 2010). Neste contexto, o crescimento urbanístico do município de Castelo no interior do Espírito Santo ocorreu da mesma forma como tantos outros, invadindo a planície de inundação do rio principal da região e ocupando suas margens.

Este domínio sobre a planície de inundação do rio Castelo, associado a diversas alterações ambientais sobre o terreno como: uso e ocupação do solo de forma desordenada, desmatamentos, canalização de cursos hídricos, impermeabilização do solo, assoreamento da calha do rio, entre outros, criaram uma área urbana vulnerável. Tal fator, em conjunto com outras características geomorfológicas da região, transforma o perímetro urbano em uma potencial área de risco de inundação e enchente.

Segundo a Classificação e Codificação Brasileira de Desastres-COBRADE os desastres classificados como naturais e referentes ao sistema hidrológico estão subdivididos em inundações, enxurradas e alagamentos. As enchentes são definidas pela elevação do nível da água no canal de drenagem devido ao aumento da vazão, atingindo a cota máxima do canal, sem extravasar, como definido na publicação da Confederação Nacional de Municípios.

Para direcionar o gerenciamento de risco de desastres, a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil ressalta a importância do estudo e controle da bacia hidrográfica conforme o inciso IV do artigo 4º da Lei nº 12.608 (BRASIL, 2012) e a adota como uma unidade de análise de ações de prevenção de desastres relacionados a corpos d'água.

Dentre os desastres naturais ocorridos em Castelo, o mais significativo foi classificado como enxurrada, subdividido em inundação e enchente, e ocorreu na noite de 22 de janeiro de 2009 quando precipitou 101 mm em cinco horas, elevando o nível do rio em 6,36 metros, sendo decretada a Situação de Emergência.

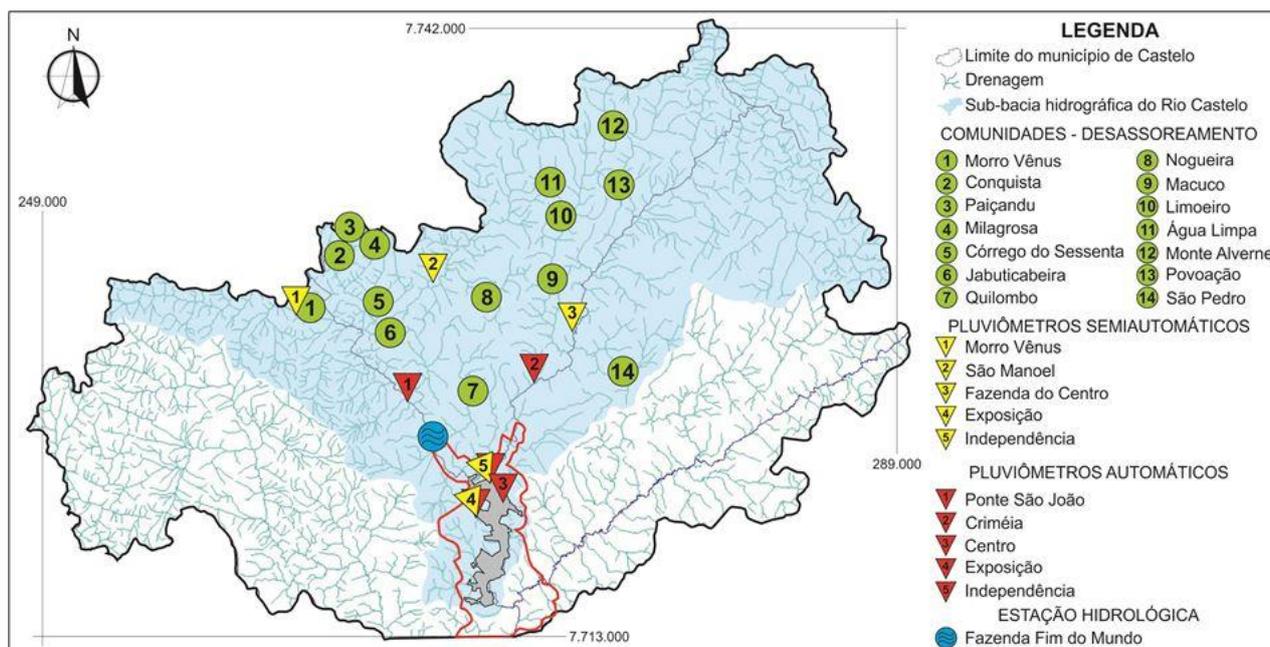
Para analisar a situação geral do município no pós-desastre, viu-se a necessidade de um estudo quanto aos danos e prejuízos causados, um planejamento das frentes de trabalho e implantação de um projeto com metas em curto prazo que, restabelecesse ambientalmente os cursos hídricos alterados e em longo prazo, monitorasse a dinâmica hídrica da bacia hidrográfica dentro do território municipal.

## 2. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA E CONTEXTUALIZAÇÃO DO DESASTRE DE 2009

A sub-bacia hidrográfica do Rio Castelo (SBHRC) está localizada ao sul do Espírito Santo tendo sua nascente em território do município de Conceição do Castelo, percorre parte dos territórios de Muniz Freire, Venda Nova do Imigrante, Vargem Alta e Castelo, fixando a sua foz no encontro com as águas do Rio Itapemirim dentro dos limites de Cachoeiro de Itapemirim. A porção da SBHRC pertencente aos limites de Castelo é o objeto desta análise (Figura 1).

O município de Castelo possui um histórico significativo de inundações causadas por enxurradas, classificadas como desastres naturais e periódicos, porém nunca causaram tamanho impacto na vida dos cidadãos castelenses como no evento ocorrido na noite de 22 de janeiro de 2009. O valor acumulado de 101 mm de chuva em cinco horas, no final da tarde, fez elevar o nível do rio Castelo em 6,36 metros causando danos e prejuízos significativos. Tal desastre foi considerado como o maior evento descrito na história do município, deixando um rastro de destruição e provocando dentre vários problemas: diversos tipos de movimentos de massa, obstrução de vias de acesso, trechos com erosão intensa nas margens dos rios e outros pontos, assoreamento dos leitos, destruição de pontes, residências e um óbito.

Figura 1 – Delimitação da sub-bacia hidrográfica do Rio Castelo no município de Castelo e localização das comunidades rurais e equipamentos para o monitoramento hidrológico.



Ambientalmente as áreas inundadas receberam um significativo aporte de sedimentos que causaram alterações nos cursos hídricos que refletiram em prejuízos econômicos e sociais, que modificou o cotidiano dos cidadãos.

As plantações foram arrasadas e as áreas de pasto para as criações animais permaneceram alagadas prejudicando os agricultores, enquanto os comerciantes foram prejudicados com a perda total de seus produtos e as residências com alteração estrutural, perdas de móveis e eletrodomésticos.

### 3. MÉTODOS PARA O GERENCIAMENTO DE RISCO DE DESASTRE

O objetivo principal do gerenciamento de risco de desastre foi criar uma rede de ações eficientes para controlar a dinâmica hídrica municipal, em um primeiro momento minimizando as consequências do pós-desastre e posteriormente, prevenindo futuros eventos correlatos.

A recuperação das áreas degradadas ocorreu com a intervenção na calha do curso hídrico para realizar o seu desassoreamento e assim melhorar as condições ambientais do terreno com a diminuição das áreas alagadas e retorno das atividades tanto na área urbana quanto na zona rural.

#### 3.1. Levantamento de Dados e Identificação das Principais Alterações Socioeconômicas e Ambientais

Para a criação de um inventário é essencial que se faça a incursão ao campo e recolha informações dos proprietários rurais quanto às alterações ambientais ocorridas e as consequências econômicas e sociais que estas causaram.

A partir do preenchimento do formulário de solicitação de vistoria ambiental com informações obtidas do produtor rural, foram realizadas incursões nas propriedades localizadas nas comunidades rurais: Monte Alverne, Conquista, Paiçandu, Milagrosa, Córrego do Sessenta, Jabuticabeira, Quilombo, Nogueira, Macuco, Limoeiro, Água Limpa, Morro Vênus, Povoação e São Pedro. Destas 14 comunidades rurais foram cadastradas 63 famílias que indicaram prejuízos em suas atividades rurais a partir da alteração do curso hídrico e assoreamento dos mesmos.

Durante o levantamento de informações quanto aos danos da inundação, identificou-se que com o assoreamento dos córregos, os proprietários rurais foram prejudicados devido   eleva o do nível do lençol freático que causou acúmulo de água nas margens dos córregos, gerando grandes áreas inundadas que impediram a pastagem do gado e o acesso dos produtores às suas plantações e instala es rurais; e altera o dos cursos hídricos implantando um novo percurso, geralmente mais próximo às residências, causando o aparecimento de olhos d'água no terreno e infiltra es nas constru es.

### 3.2. Aplicação de Técnicas com Base em SIG Para a Setorização da SBHRC e Construção de Banco de Dados

Para construir uma rota de trabalho foi necessário o uso de técnicas com base em sistema de informações georreferenciadas (SIG) para criar um banco de dados que possa ser constantemente atualizado, uma setorização da SBHRC e possibilitar o planejamento de ações referente ao gerenciamento de riscos.

Segundo Sausen e Lacruz (2015) parâmetros como declividade, elevação e orientação de vertentes são parâmetros derivados da altitude, retirados a partir de sensoriamento remoto, essenciais para avaliar a suscetibilidade a desastres geodinâmicos e hidrológicos. Sendo assim, para este trabalho foram utilizadas fotografias aéreas da região que interpoladas com outras informações obtidas de mapas e plantas, foram processadas no *software* Kosmo Desktop, criando um banco de dados com informações georreferenciadas.

Para marcar a localização, realizar as medições de extensão e largura dos cursos hídricos utilizou-se o equipamento GPS em campo e as informações de coordenadas e medidas foram transcritas para o banco de dados. Como produto deste processo foi criado um mapa com a rede de drenagem, localização dos pontos de interesse e delimitação das áreas inundadas, que a partir de tais informações foi possível indicar a direção do início dos trabalhos assim como uma rota de manipulação de maquinário.

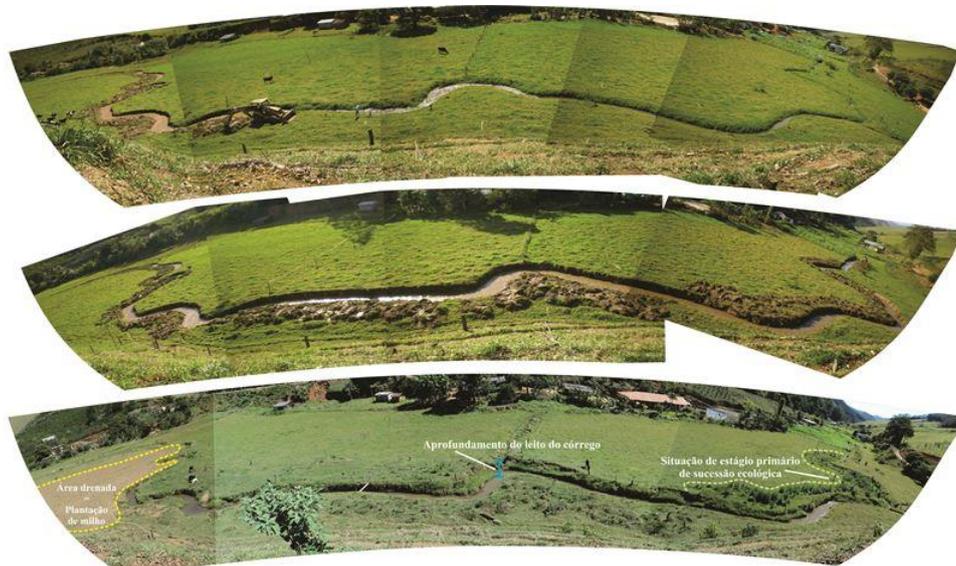
### 3.3. Desassoreamento de Cursos Hídricos

Para executar o desassoreamento dos cursos hídricos foi utilizada uma retroescavadeira e uma escavadeira hidráulica. Estas máquinas foram utilizadas para garantir o restabelecimento do curso natural dos leitos de rios e córregos, identificados tanto a partir das imagens como nas inserções em campo, seguindo as diretrizes indicadas na Instrução Normativa nº 13/2008 do Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos-IEMA. Tal Instrução Normativa dispensa de licenciamento ambiental e permite o desassoreamento em cursos hídricos de até 5 metros de largura desde que não seja excedido o limite de aprofundamento de 80 centímetros de material sedimentar em seu leito, priorizando a suavização das margens do curso hídrico e destinando o material às margens, evitando a formação de diques.

Com o trabalho realizado pelas máquinas foi possível desassorear uma extensão total de 15,9km de cursos hídricos. Tal intervenção melhorou a vazão dos rios e córregos, propiciando o rebaixamento do lençol freático e a drenagem das áreas alagadas.

Na etapa de monitoramento após a intervenção nos cursos hídricos, para acompanhar a evolução dos trabalhos relacionados ao restabelecimento natural da região, fez-se um momento de sensibilização com os agricultores em relação à preservação da mata ciliar incentivando o plantio de mudas de espécies nativas nas margens dos cursos hídricos e em alguns locais foi possível identificar a sucessão natural da vegetação, como identificado na Figura 2.

Figura 2 – Fotomosaico de parte do Ribeirão Monte Alverne, comunidade do Macuco, com o desassoreamento e identificação do surgimento da sucessão ecológica natural nas margens do córrego.



### **3.4. Implantação de Equipamentos de Monitoramento das Águas**

Em Castelo os principais afluentes do rio geram cinco micro bacias hidrográficas, denominadas: MBH do Córrego Santo Amaro, MBH do Ribeirão São João, MBH do Rio Caxixe, MBH do Rio Castelo, MBH do Rio da Prata (CASTRO JUNIOR et al., 2007). Tais micro bacias auxiliaram na setorização para implantação de equipamentos com o objetivo de realizar o monitoramento das águas, tanto pluvial quanto hidrológico.

Para adquirir os equipamentos para monitorar as águas, a Prefeitura Municipal de Castelo firmou parcerias com o Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Nacionais-CEMADEN, Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos-IEMA e Agência Nacional das Águas-ANA.

Para realizar o monitoramento das águas pluviais foram recebidos do CEMANDEN cinco pluviômetros semiautomáticos instalados nas comunidades rurais de Morro Vênus, São Manoel e Fazenda do Centro e bairros Exposição e Independência, além de cinco pluviômetros automáticos instalados nas comunidades rurais de Ponte São João e Criméia, e bairros Centro, Exposição e Independência.

Os técnicos do IEMA instalaram na montante do rio Castelo, na parte inicial da zona urbana uma estação hidrológica que monitora a alteração do nível da água do rio. E complementando os equipamentos citados anteriormente, a ANA instalou no bairro Niterói, um jogo de réguas para medição do nível do rio.

Tais equipamentos foram essenciais para identificar que a partir da cota de 3,6 metros inicia-se a inundação nos bairros dentro da área urbana e permitiu fazer uma marcação no vão da passarela do bairro Independência com os limites de Alerta (amarelo) e Alarme Geral (vermelho), local onde a população faz o acompanhamento da subida do nível do rio e se prepara para deixar suas casas, caso seja necessário.

### **3.5. Gerenciamento de Risco de Desastre**

Segundo Pinheiro (2015) para realizar um planejamento é necessário a conexão entre os elementos: histórico, dados e tipo de desastre, que precisam interagir para alcançar resultados. Neste contexto, tais etapas foram conquistadas com a criação de um inventário, o levantamento de informações do pós-desastre de 2009 e criação de um banco de dados.

A definição de gestão de risco de desastres segundo o Glossário da Estratégia Internacional para Redução de Desastres (EIRD/ONU, 2009) é caracterizada pelo conjunto de decisões administrativas, de organização e de conhecimentos operacionais desenvolvidos por sociedades e comunidades para estabelecer políticas, estratégias e fortalecer suas capacidades e resiliência a fim de reduzir os impactos de ameaças e conseqüentemente, a ocorrência de possíveis desastres, envolvendo todo tipo de atividades, incluindo medidas estruturais e não estruturais para evitar (prevenção) ou limitar (mitigação e preparação) os efeitos adversos dos desastres.

Sendo assim, para realizar o gerenciamento de risco de desastre no município de Castelo, a Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil fica à frente do monitoramento de informações referente à dinâmica da SBHRC, acompanha as alterações ambientais no restabelecimento dos cursos hídricos após o desastre de 2009 e controla o banco de dados. Além disso, em um trabalho em conjunto com outros setores do Executivo Municipal criou o Plano de Contingência-PLAMCON, que é uma ferramenta que estabelece os procedimentos de Nível 1 = Prevenção e Preparação e Nível 2 = Alerta Geral, Resposta e Reconstrução.

O PLAMCON é um documento distribuído entre os diversos setores da Prefeitura Municipal de Castelo, abriga as informações referentes ao tipo de desastre e as alterações associadas a ele, além dos procedimentos que cada secretaria municipal deverá executar durante as etapas de controle e operação referente ao desastre. Esta é uma ferramenta que necessita anualmente de atualização devido às novas informações referentes às alterações na SBHRC.

## **4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS E CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Oliveira (2010) destaca que o assoreamento nos cursos d'água é conseqüência da erosão acelerada e traz grande prejuízo às instalações urbanas com o aumento das enchentes. Assim como ocorreu no pós-desastre de 2009, os cursos hídricos pertencentes à SBHRC foram alterados fisicamente e receberam um significativo aporte de sedimentos e as ações referentes ao

restabelecimento dos cursos naturais por meio do desassoreamento de rios e córregos foi a ação inicial para o gerenciamento de riscos de desastres.

Os resultados do desassoreamento foram constatados nas propriedades das 63 famílias atendidas, moradoras das 14 comunidades rurais onde foram feitas as intervenções em 15,9km de cursos hídricos. Em uma análise qualitativa identificou-se uma efetiva recuperação das áreas degradadas começando pela melhoria na vazão hídrica que proporcionou o rebaixamento do nível do lençol freático e diminuição das áreas inundadas; retorno do material sedimentar para o solo disposto às margens dos cursos hídricos; a vegetação iniciou seu processo de sucessão ecológica natural pela germinação das sementes existentes nas calhas dos córregos e dispostas às margens dos mesmos e retorno da vida cotidiana nas planícies de inundação, retomando as atividades rurais.

Visando um gerenciamento integral dos riscos de desastres, a atividade de controle do assoreamento dos cursos hídricos na zona rural foi fundamental para diminuir o aporte de sedimentos na calha do rio Castelo e proporcionar uma redução dos casos de inundação. Aliado a esta intervenção física no terreno, o monitoramento das águas da SBHRC foi possível devido à instalação de equipamentos (5 pluviômetros semiautomáticos, 5 pluviômetros automáticos, 1 estação hidrológica, réguas de medição do nível do rio, demarcação de alerta e alarme geral) que controlam a pluviosidade e a elevação do nível do rio. Tais equipamentos permitiram identificar que a partir da cota de 3,6 metros inicia-se a inundação nos bairros dentro da área urbana, proporcionando a execução das ações referentes ao Plano de Contingência-PLAMCON.

Vale ressaltar que o PLAMCON foi a ferramenta criada para estabelecer procedimentos a serem adotados pelos órgãos envolvidos e definir uma estrutura operacional e de medidas de prevenção, alerta e resposta ao desastre.

Com esta rede de planejamentos e ações buscou-se integrar as medidas de prevenção, mitigação, preparação e resposta visando a promoção do desenvolvimento sustentável para o gerenciamento de riscos de desastres no município de Castelo, como ordena a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- COBRADE. Anuário Brasileiro de Desastres Naturais: 2013. Ministério da Integração Nacional, Brasília, 106p., 2014.
- BRASIL. Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012. **Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil – PNPDEC; dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil – SINPDEC e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil – CONPDEC; e dá outras providências.** Brasília, 2012. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011-2014/2012/Lei/L12608.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12608.htm)>. Acesso em: 20 jan. 2016.
- CASTRO JUNIOR, R. M.; SOBREIRA, F. G.; BORTOLOTTI, F. D.; SOUZA, L. A. Definição de unidades geomorfológicas a partir de navegação e validação de campo utilizando GPS e sistemas de informações geográficas: o caso da sub-bacia do rio Castelo-(ES). Boletim de Ciências e Geodinâmica, Curitiba, v 13, n. 1, p. 42-59, jan-jun. 2007.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE MUNICÍPIOS-CNM. Proteção e Defesa Civil em Âmbito Local – Conceitos e Competências. Brasília: CNM, 2015.
- EIRD/ONU. **Estratégia Internacional para Redução de Desastres da Organização das Nações Unidas. Terminologia sobre reducción del riesgo de desastres.** Suíça: 2009. Disponível em: <[http://www.unisdr.org/files/7817\\_UNISDRTerminologySpanish.pdf](http://www.unisdr.org/files/7817_UNISDRTerminologySpanish.pdf)>. Acesso em 21 jan. 2016.
- GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO. Instrução Normativa nº 13 de 02 de dezembro de 2008. Dispõe sobre diretrizes para a execução das atividades de limpeza e desassoreamento da calha de cursos hídricos e dá outras providências. Vitória, 2009.
- OLIVEIRA, L. M. Acidentes geológicos urbanos. 1 ed. Curitiba: Mineropar-Serviço Geológico do Paraná, 2010.
- PINHEIRO, E. G. Gestão pública para a redução dos desastres: Incorporação da variável risco de desastre à gestão da cidade. 1 ed. Curitiba: Editora Appris, 2015.
- SAUSEN, T. M.; LACRUZ, M. S. P. Sensoriamento remoto para desastres.1 ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.