

## **Análise da vulnerabilidade socioambiental no município de Vitória-ES, com o apoio de um SIG livre**

*Analysis of socio-environmental vulnerability in the municipality of Vitória-ES, with the support of a free GIS*

*Helio Carreço*

Bacharel e Mestre em Geografia pela Universidade Federal do Espírito Santo  
Especialista em Geoprocessamento na Prefeitura Municipal de Vitória – ES, Brasil  
[helio.carreco@gmail.com](mailto:helio.carreco@gmail.com)

*Aurélia Hermínia Castiglioni*

Doutora em Demografia pela Université Catholique de Louvain, França  
Professor Titular da Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil  
[aurelia.castiglioni@gmail.com](mailto:aurelia.castiglioni@gmail.com)

### **Resumo**

Este trabalho tem por objetivo analisar a vulnerabilidade socioambiental enfrentada pelas parcelas de baixa renda da população dos Bairros de Vitória-ES e demonstrar a relevância dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG) como ferramenta de mensuração e representação destas situações. Para isso, será demonstrada a viabilidade da adoção de geotecnologias livres para a abordagem deste tema, por meio da análise de variáveis socioeconômicas, infraestruturais e do meio físico. O estudo fundamenta-se em dados produzidos pelo IBGE, pela Prefeitura Municipal de Vitória e pela Secretaria de Segurança Pública do Espírito Santo, relativos ao período de 2010 a 2015. A análise e redução de variáveis são feitas por meio de critérios objetivos utilizando a Análise de Componentes Principais (ACP). As variáveis analisadas mostraram alta correlação e os resultados foram utilizados para a construção do Índice de Vulnerabilidade Socioambiental. A partir dos valores do índice, os bairros foram espacializados por meio de um software livre de SIG, o que permitiu formar agrupamentos de unidades de análise que apresentam semelhanças quanto à vulnerabilidade socioambiental, sendo possível identificar uma notável disparidade entre os bairros de Vitória.

**Palavras-chave:** Vulnerabilidade Socioambiental; Sistema de Informação Geográfica; Geotecnologias Livres.

### **Abstract**

This paper aims to analyze the Socio-Environmental Vulnerability faced by the low-income portion of the population from Vitoria – ES and show the importance of the Geographic Information System (GIS) as a tool of measurement and representation of these situations. Thus, the feasibility of adopting free geotechnologies will be demonstrated in order to approach this theme by means of analyzing the socioeconomic, infrastructural as well as physical environment variables. The study is based on data produced by IBGE, City Hall of Vitoria and by Secretary of Public Security of Espirito Santo, related to the period from 2010 to 2015. The analysis and reduction of variables are made by means of objective criteria utilizing the Principal Component Analysis (PCA). The variables analyzed showed high correlation and the results were utilized for the construction of the Socio-Environmental Vulnerability Index. From the values of the index, the neighborhoods were spatialized through a free GIS software which allowed forming groups of neighborhoods that present similarities regarding the Socio-Environmental Vulnerability. It was possible to identify a notable disparity among the neighborhoods of Vitoria.

**Keywords:** Socio-environmental Vulnerability; Geographic Information System (GIS); Free Geotechnologies.

## 1. INTRODUÇÃO

A pesquisa acerca da desigualdade socioambiental investiga se certos segmentos desfavorecidos da população, geralmente minorias e/ou os pobres, suportam uma carga desproporcional de risco ambiental. Sabe-se que em diversas cidades brasileiras, as porções da população que possuem baixa renda propendem a habitar próximos a locais inadequados como aterros sanitários, áreas alagáveis ou que apresentam risco de deslizamento, o que estabelece uma situação de desigualdade socioambiental.

Inúmeros pesquisadores têm utilizado sistemas de informações geográficas (sig) para gerenciar e estruturar análises de desigualdade ambiental (GLICKMAN; GOLDING; HERSH, 1995; BOER et al., 1997; MCMASTER; LEITNER; SHEPPARD, 1997). Os benefícios do uso de SIG para a investigação da desigualdade ambiental são relativamente simples: desigualdade ambiental é uma questão inerentemente espacial, ou seja, verifica-se uma relação espacial entre a distribuição de pessoas e de riscos ambientais.

Os softwares proprietários SIG (software que não pode ser compartilhado ou alterado de forma gratuita) estão disponíveis e oferecem diversas funcionalidades. Apesar disso, tais softwares possuem custo elevado de aquisição e manutenção de licenciamento, além de na maioria dos casos limitarem a liberdade de cópia, compartilhamento e modificação. As empresas desenvolvedoras dos SIGs algumas vezes fazem exceções para atividades educacionais, fornecendo cópias gratuitas ou com preço promocional do seu software. Esta prática estimula a adoção de SIGs proprietários nas instituições de ensino. Quando os estudantes deixam a academia, dirigem-se para o mundo corporativo e são tendenciosos pela aquisição do mesmo software comercial que aprenderam, sem saber da existência de alternativas gratuitas plenamente viáveis e com recursos avançados que poderiam ser utilizadas.

O artigo apresenta uma alternativa de um software SIG que é livre de custos aquisitivos e de código fonte aberto, para que acadêmicos e estudantes possam usar este software para amadurecer seus conhecimentos e resolver os desafios do trabalho. Ao capacitar-se no uso e compartilhamento de um software livre, é possível construir suas próprias habilidades, e o recurso financeiro economizado poderá ser investido em outros setores nas empresas e principalmente nas instituições públicas.

Inicialmente, busca-se definir o problema da desigualdade ambiental e social em Vitória. Em seguida, traça-se uma estratégia metodológica para investigação empírica dos fenômenos, optando-se pela aplicação de método de Estatística Multivariada às variáveis socioambientais para construção do indicador de vulnerabilidade e formação de grupos com características similares e pelo uso do SIG para a representação cartográfica. Posteriormente, realiza-se o estudo empírico, em

que se busca identificar as seguintes questões: a desigualdade ambiental e social existente no município, e qual a sua distribuição espacial.

## **2. QUESTÕES AMBIENTAIS URBANAS**

### **2.1. Os riscos**

O risco pode ser entendido como a probabilidade alta de certos grupos de indivíduos sofrerem ameaça por fenômenos específicos. Por exemplo, a probabilidade de atropelamento é maior em avenidas movimentadas, como vias arteriais, do que em vias locais de baixa velocidade; a probabilidade de doenças respiratórias é mais alta em lugares poluídos do que em lugares sem poluição; idosos fazem parte de um grupo de risco para doenças cardíacas e/ou degenerativas.

Segundo Veyret (2007), o risco é uma idealização social, em que os atores possuem uma percepção de algo que representa um perigo para as pessoas ao seu redor, para si mesmos ou para seus bens. Sobre os riscos ambientais, Veyret (2007) afirma que tais riscos envolvem a associação entre os riscos decorrentes de processos naturais agravados pela atividade humana devido à ocupação desordenada do território e os riscos naturais. Os riscos naturais são considerados aqueles que são pressentidos e suportados por um grupo ou um indivíduo sujeito à ação possível de um processo físico de uma área. A área pode ser de origem litosférica (escorregamentos, terremotos, erupções vulcânicas), como também pode ser de origem hidroclimática, como resultado da ação de tempestades, nevascas, ciclones ou secas. Chuvas intensas, muitas vezes, são responsáveis por inundações. Os riscos decorrentes dessas áreas possuem causas físicas que escapam largamente à intervenção do homem.

Segundo Emmi e Horton (1996), uma particularidade essencial relacionada à compreensão do que são riscos ambientais, refere-se à tese da espacialidade. Isto porque os riscos ambientais, de forma geral, são espacialmente distribuídos. Por exemplo, terremotos ocorrem em lugares específicos; inundações sobrevêm normalmente em planícies e áreas onde a drenagem é insatisfatória. Ao passo que os fenômenos ambientais são eminentemente espaciais, riscos ambientais devem ser também entendidos como fenômenos tipicamente espaciais. Além de serem localizáveis no espaço, podem ser mais intensos no decorrer da extensão espacial conforme as características específicas de cada local.

Em relação ao risco social, em 1992, Ulrich Beck, sociólogo alemão, passou a ser um dos teóricos sociais mais destacados mundialmente após a publicação de *Risk Society* (publicado em alemão, primeiramente em 1986). O pensamento deste autor centra-se na descrição de uma sociedade contemporânea que é sujeita a riscos intensos, em que os fundamentos cardeais para

identificação deste novo tipo de sociedade são as catástrofes ecológicas, as crises econômicas, as guerras preventivas e o terrorismo. (BECK, 1992).

## 2.2. Desastres

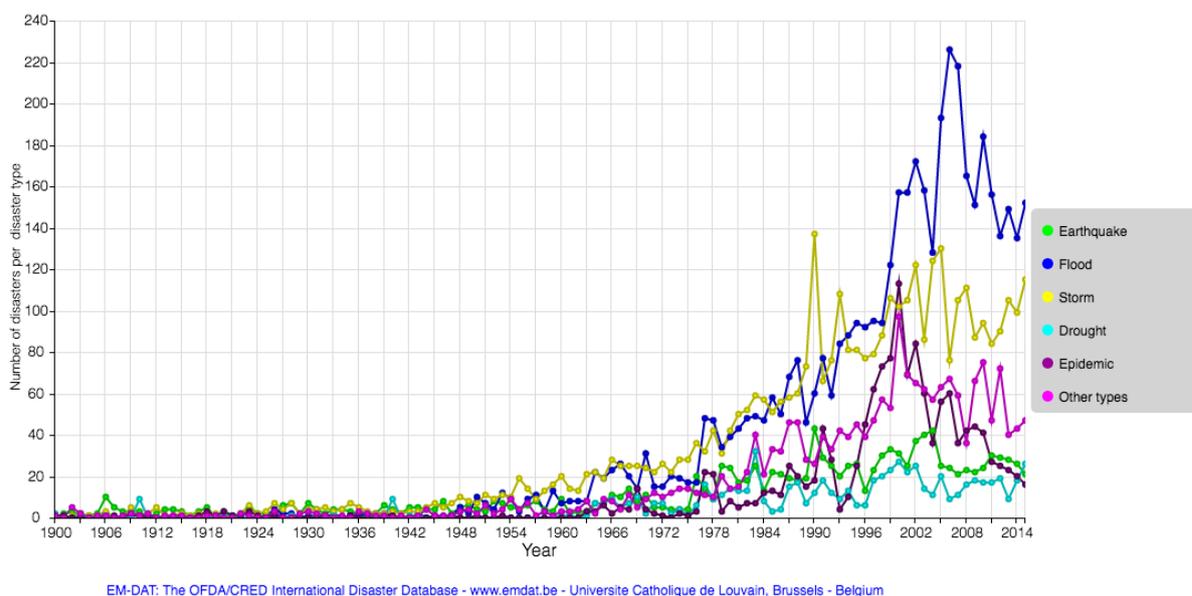
Kobiyama et al (2006) definem os desastres naturais como eventos extremos da natureza que ocorrem nos locais onde a humanidade habita, e como consequência de tais eventos, são ocasionados danos materiais e/ou humanos, além de prejuízos socioeconômicos. Podem ser considerados eventos extremos os deslizamentos de encostas, inundações, furacões e as secas prolongadas.

Segundo a Estratégia Internacional para a Redução de Desastres (*International Strategy for Disaster Reduction - ISDR*), da Organização das Nações Unidas, quando ocorre um desastre natural, são ocasionadas graves perturbações do funcionamento da sociedade, pois de forma generalizada ocorrem prejuízos, materiais, ambientais e/ou humanos que excedem a capacidade da sociedade vitimada em lutar contra os efeitos causados utilizando somente seus próprios recursos. (ISDR, 2004).

Há um consenso de diversos autores na ideia de que populações vulneráveis são as que mais sofrem os impactos dos desastres naturais (BECK, 1992; VEYRET, 2007). Por isso, julgou-se pertinente mostrar neste estudo alguns dados sobre os desastres naturais registrados no mundo. Foram utilizados os dados disponibilizados pelo Banco de Dados Internacional Sobre Desastres (EM-DAT), alimentado pelo Centro de Pesquisa em Epidemiologia de Desastres (CRED). Os registros indicam que entre os anos de 1900 a 2015, houve um incremento mundial significativo na ocorrência de desastres naturais, especialmente a partir da década de 1948, com uma leve tendência de queda do ano 2000 em diante. Ressalta-se que esta estatística contabiliza apenas os desastres de grande severidade, ou seja, são considerados apenas aqueles com ocorrência de dezenas de vítimas fatais, centenas de desabrigados, etc.

Ainda analisando os dados do EM-DAT (2016), observa-se a grande quantidade de desastres hidrometeorológicos no mundo, sendo as tempestades (meteorológicos) e as inundações (hidrológicos) os tipos de desastres mais registrados.

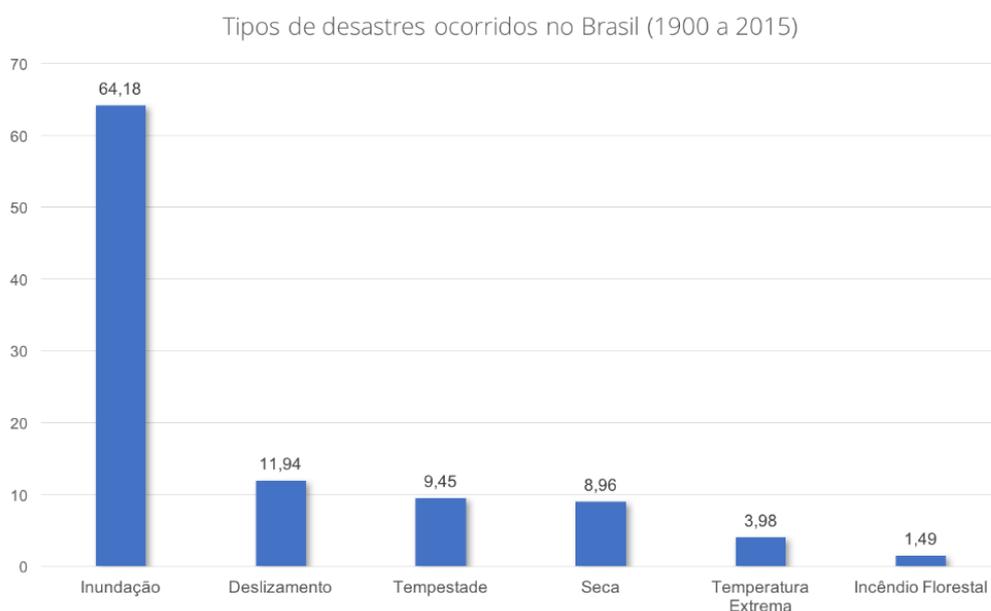
Ponserre et al (2008) afirmam que há uma tendência de crescimento na ocorrência de desastres naturais no mundo, em que a maioria dos casos registrados são de desastres hidrometeorológicos (Figura 1).



**Figura 1.** Tipos de desastres naturais ocorridos no mundo (1900 a 2015).

**Fonte:** EM-DAT (2016).

Em relação ao Brasil, os dados EM-DAT (2016) indicam uma tendência semelhante ao que acontece no mundo em relação aos desastres naturais. Entre os anos de 1900 a 2015, foram registrados 201 desastres, os quais em sua maioria foram computados a partir de 1940. Neste estudo, para o Brasil foram considerados apenas os desastres naturais dos sub-grupos: climatológico, hidrológico e meteorológico. Os desastres mais frequentes foram as inundações (64,18%), seguidas pelos deslizamentos e tempestades (11,94% e 9,45% respectivamente). Claramente observa-se como as inundações são um problema recorrente no Brasil (Figura 2).

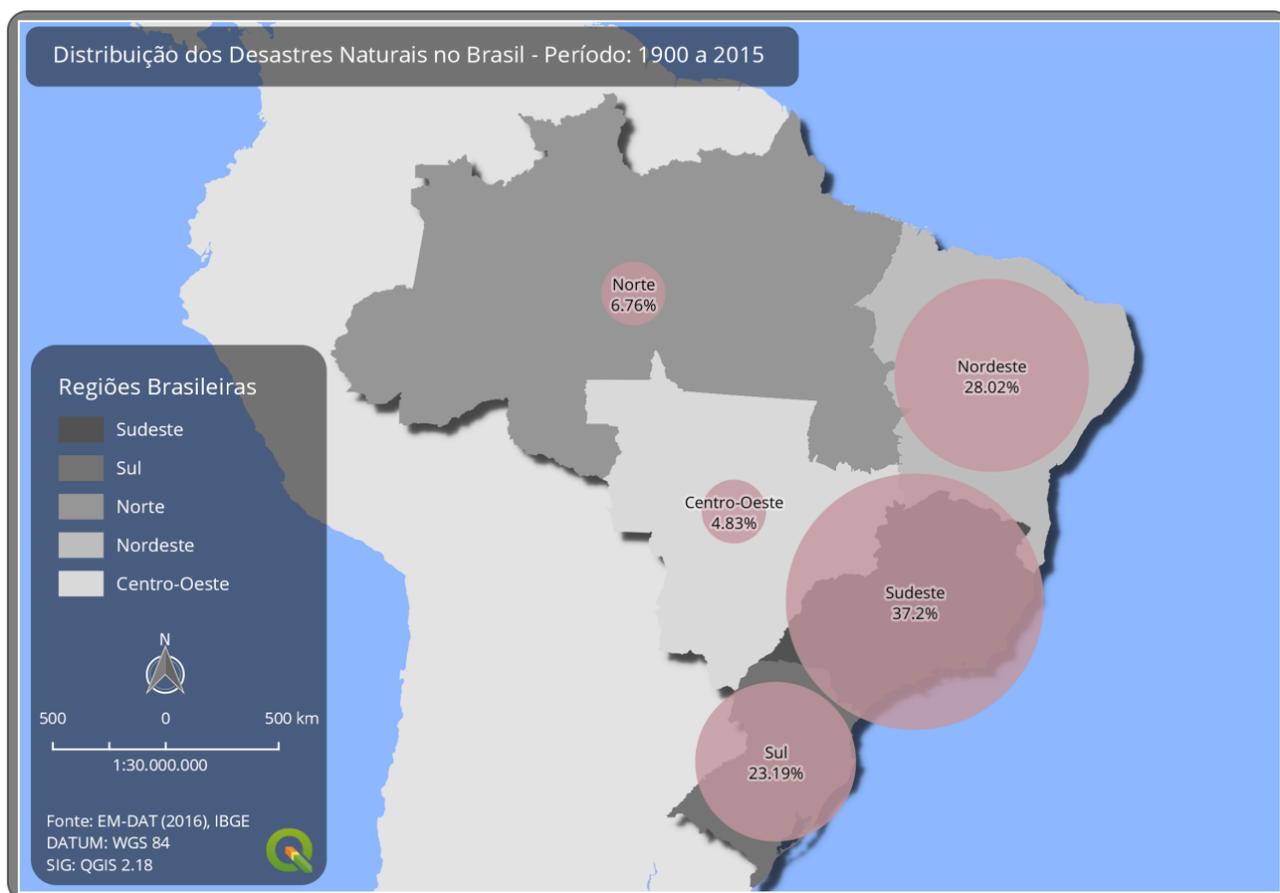


**Figura 2.** Tipos de desastres ocorridos no Brasil (1900 a 2015).

**Fonte:** EM-DAT (2016). Elaborado pelo autor.

Segundo Santos (2010), alguns fatores são considerados importantes por influenciarem diretamente no nível de água que pode chegar em uma enchente, independentemente da quantidade de precipitação. São eles: uso da terra, altitude, tipo de solo e declividade.

Com o intuito de mostrar a distribuição espacial dos desastres naturais no Brasil, os dados da EM-DAT (2016) foram representados cartograficamente, utilizando o Sistema de Informações Geográficas QGIS. Constatou-se que as regiões do Brasil com maiores registros de desastres naturais no período analisado são: Sudeste, Nordeste e Sul, com 37,2%, 28,02% e 23,19% respectivamente. Dos 201 registros encontrados no EM-DAT para o período analisado no Brasil, 15 não possuíam a localização do fenômeno (Cidade, Estado ou Região). As porcentagens foram calculadas considerando apenas as amostras com informação de localização (Figura 3).



**Figura 3.** Distribuição espacial dos desastres naturais no Brasil.  
**Fonte:** EM-DAT (2016). Elaborado pelo autor.

Importante notar na informação mostrada no mapa, que as regiões brasileiras com maior registro de desastres, são justamente as regiões mais populosas, com grandes aglomerados urbanos. O efeito dos desastres naturais em regiões populosas pode ser desastroso quando as cidades não são resilientes, sendo que as populações carentes são as mais afetadas.

Segundo Silva (2010), nas últimas décadas o mundo tem passado por grandes mudanças socioeconômicas e ambientais, como por exemplo, o rápido processo de urbanização, crescimento da população, mudanças climáticas e degradação ambiental. Por conta desses e outros fatores, a humanidade tem se tornado mais vulnerável aos efeitos devastadores causados pelos desastres naturais.

### **2.3. Vulnerabilidade Socioambiental**

O uso do conceito de vulnerabilidade no contexto social foi introduzido por O'Keefe et al. (1976) para explorar o papel chave desempenhado pelos fatores socioeconômicos, que podem ocasionar uma fraca resposta e recuperação aos efeitos de eventos naturais extremos. No início dos anos 1980, foram feitos vários desenvolvimentos teóricos e estudos de caso (WHITE, 1973; O'KEEFE et al., 1976; WESTGATE; O'KEEFE, 1976; Haas et al., 1977; BURTON et al., 1978). Nesta época, a crescente literatura começou a fornecer suporte para avaliar e explorar o conceito de vulnerabilidade (TIMMERMAN, 1981). Susman et al. (1983), também enfatizaram as desigualdades sociais específicas que definem a vulnerabilidade. Assim começou a compreensão da vulnerabilidade social como a capacidade da sociedade para lidar com os perigos e seus efeitos (BLAIKIE, 1994; BOHLE et al., 1994; CUTTER, 1996; CUTTER et al., 2003).

Segundo Bullard (1996), o conceito de vulnerabilidade socioambiental trata sobre a coexistência ou sobreposição espacial entre parcelas pobres da população, que são discriminados e possuem alta privação (vulnerabilidade social), que habitam ou transitam em áreas de risco ou de degradação ambiental (vulnerabilidade ambiental).

Alcántara-Ayala (2002), afirma que a vulnerabilidade é estabelecida por meio do relacionamento entre os sistemas naturais e humanos, podendo ser dividida em vulnerabilidade natural e humana. A primeira depende do perigo natural, às vezes relacionada à localização geográfica (vulnerabilidade de inundação, deslizamento, etc.), enquanto a segunda está baseada no sistema social, econômico, político e cultural.

A definição para vulnerabilidade, segundo Alcántara-Ayala (2002), seria a propensão de um grupo populacional ameaçado por algum tipo de perigo natural a sofrer diferentes níveis de danos, dependendo de sua carência social, econômica e cultural. Tal vulnerabilidade determina a grandeza do desastre, o processo de recuperação e o nível de resiliência. Esta é a abordagem adotada neste estudo.

Neste sentido, a metodologia aplicada neste trabalho analisa variáveis socioambientais para identificar os bairros considerados em situação de vulnerabilidade socioambiental. Para espacialização das análises, utilizou-se um software livre de SIG, também como forma comprobatória da viabilidade na

adoção desta solução em detrimento a alternativas proprietárias. Abordagem mais aprofundada sobre este tema encontra-se no tópico seguinte.

### 3. SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS

Segundo Rosa (2005), as geotecnologias são uma coleção de tecnologias e ferramentas de coleta, processamento, análise e visualização de informações com referência geográfica. Denomina-se Geoprocessamento todas as técnicas inerentes à informação espacial, que é um ramo da área do conhecimento intitulada de Geomática. As geotecnologias são compostas por hardware, software e peopleware, que juntos integram excelentes ferramentas de gestão do território e tomada de decisão. Destacam-se entre as geotecnologias a Fotogrametria, os Sistemas de Informações Geográficas (SIG), a Cartografia Digital, o Sensoriamento Remoto, o Sistema de Posicionamento Global (GPS), a Topografia, os Banco de Dados espaciais, a Geoestatística, e WebMapping.

Produzir bons mapas pode ser desafiador, demorado e caro. Mas recentemente, um novo conjunto de ferramentas de mapeamento acessíveis e gratuitas permitiu que quase qualquer pessoa com um computador possa facilmente elaborar um mapa. Entretanto, bons mapas não são geralmente o resultado. Os computadores e softwares estão disponíveis, mas aos novos profissionais de SIG faltam os princípios de Cartografia e metodologias. Seus mapas são muitas vezes indevidamente projetados, não se comunicam facilmente com o usuário, e nem sempre são eficazes.

#### 3.1. Geotecnologias Livres

Antes de aprofundar o tema sobre Geotecnologia Livres, é interessante entender primeiramente o conceito de Software Livre. O Software Livre foi proposto por Richard Stallman, por meio do projeto GNU e da Free Software Foundation (FSF) e é baseado em quatro tipos de liberdades, descritas na tabela 1:

**Tabela 1.** As liberdades do Software Livre

1	A liberdade de executar o programa, para qualquer propósito;
2	A liberdade de estudar como o programa funciona e adaptá-lo para suas necessidades. O acesso ao código-fonte é um pré-requisito para esta liberdade;
3	A liberdade de redistribuir cópias de modo que você possa ajudar ao seu próximo;
4	A liberdade de aperfeiçoar o programa, e liberar os seus aperfeiçoamentos, de modo que toda a comunidade se beneficie. O acesso ao código-fonte é um pré-requisito para esta liberdade.

**Fonte:** GNU (2016).

A partir do surgimento do Software Livre foram criados diferenciados tipos de licença de uso, as quais citam-se as principais: General Public License (GPL) e Lesser General Public License (LGPL) do projeto GNU e a Berkeley Software Distribution (BSD). Tais licenças discorrem sobre as quatro liberdades, ampliando ou restringindo o direito de uso, cópia, publicação, distribuição e comercialização de um software.

Ao mesmo tempo em que ocorria a disseminação da ideia de Software Livre, paralelamente houve o surgimento do consórcio internacional Open Geospatial (Open Geospatial Consortium – OGC), conhecido como OpenGis®. Criado em 1994, o OGC é uma organização voluntária internacional composta por empresas e instituições governamentais e acadêmicas do mundo todo, e que promovem a interoperabilidade entre as diversas Geotecnologias. Com este objetivo, o OGC define as especificações que devem ser seguidas como padrão pelas ferramentas e tecnologias de informação espacial (OGC, 2016).

São chamados geoserviços, fornecidos por um software servidor responsável por responder a requisições espaciais solicitadas por um cliente pela rede. A resposta é feita em formato de arquivos XML, encapsulados em Simple Object Access Protocol (SOAP), um padrão de comunicação especificado por Serviços Web (Webservices). O conteúdo da resposta pode variar de acordo com o protocolo adotado.

Segundo Uchoa (2004), a relação de Geotecnologias Livres pode ser disposta em quatro categorias: Gerenciadores de Banco de Dados (SGBD), Servidores, Clientes (SIG para Desktop) e Bibliotecas.

Durante a década de 2000 as tecnologias SIG evoluíram extraordinariamente, inclusive aquelas distribuídas sob o “selo” Software Livre (SL). Muitas organizações públicas e privadas passaram a adotar e implementar suas soluções com softwares livres em ao invés de investiram em licenças restritivas. A partir da iniciativa do SAGA GIS em 2000, universidades, departamentos de governo, agências de fomento e programadores perceberam a tempo que as geotecnologias tinham se restringido a apenas três softwares, e iniciaram uma espécie de revolução SIG. Ao longo da citada década, ao menos nove aplicativos FOSS GIS (*Free and Open Source Software GIS*) foram desenvolvidos e disponibilizados ao público para download. O grau de amadurecimento dos SIGs livres se mostrou desde então crescente e constante, tanto em relação à qualidade e às funcionalidades como também em serviços e suporte, e com isso tem tornado viável a adoção dos mesmos (Figura 4).

Como exemplo da tendência de adoção de geotecnologias livres é possível citar a instituição do Plano Diretor de Geoprocessamento da Prefeitura Municipal de Fortaleza no ano de 2007, e a adoção do QGIS como SIG principal para o Departamento de Meio Ambiente do Estado de Victória, na Austrália (FOSSGIS, 2011).



**Figura 4.** Linha do tempo dos principais SIGs desenvolvidos.

**Fonte:** FOSSGIS (2011). Revisado e adaptado pelo autor.

### 3.2. QGIS: SIG utilizado na operacionalização das análises espaciais.

O QGIS é um Sistema de Informação Geográfica (SIG), simples, funcional e robusto, desenvolvido em C++ e Python, baseado nas bibliotecas Qt4 em sua versão 2.x e Qt5 em sua versão 3.x. Trata-se de um projeto oficial da Open Source Geospatial Foundation (OSGEO) e um Software Livre licenciado sob a GNU General Public License.

Inicialmente chamado de Quantum GIS, o projeto iniciou-se em 2002 tendo sua primeira versão lançada em junho deste mesmo ano. O QGIS tornou-se com o tempo em uma aplicação multiplataforma que funciona no Windows, Linux, Mac OSX e Android sendo capaz de suportar vários formatos vetoriais, rasters, banco de dados dentre outras diversas funcionalidades. O QGIS oferece um conjunto cada vez mais diversificado de funcionalidades por meio de complementos, sendo possível visualizar, editar e analisar dados geográficos além de compor layouts para exportação e impressão de mapas.

O desenvolvimento do QGIS acontece por meio de contribuições voluntárias de usuários, empresas e instituições, que juntos compõem uma comunidade mundial de apoiadores do QGIS. (FOSSGIS, 2011).

### 3.3 Adesão de geotecnologias livres na administração pública

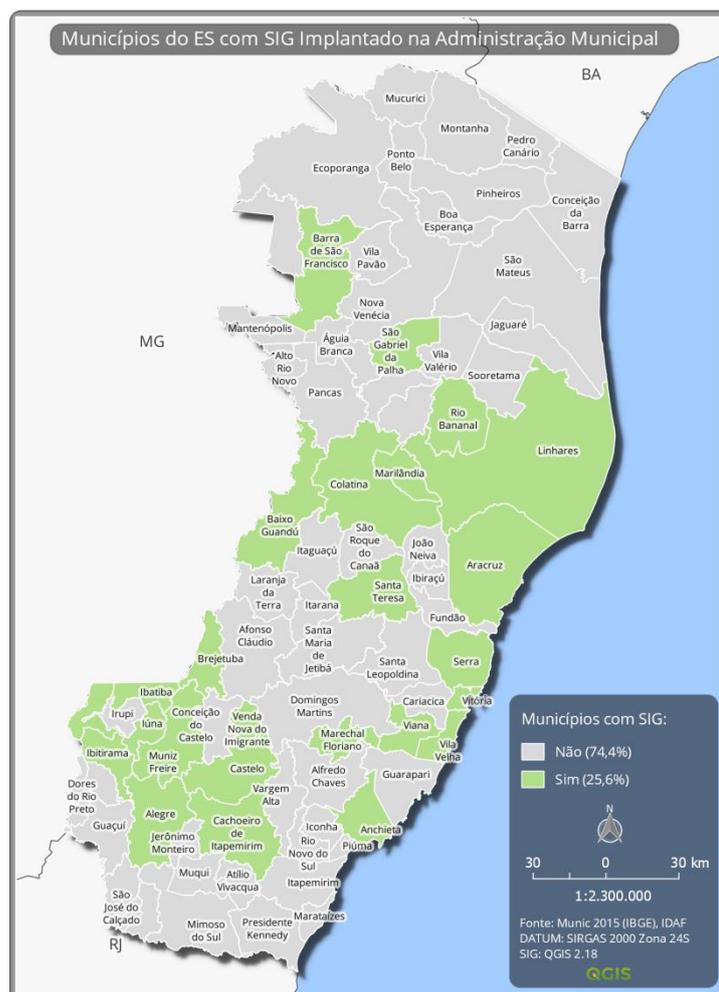
Atualmente, observa-se no cenário mundial certa popularização do geoprocessamento como ferramenta de gestão, tanto para empresas quanto no setor público. No Brasil, no entanto, grande parte dos municípios ainda não pode contar com uma estrutura SIG bem organizada. Primeiro, por não contar muitas vezes com uma qualificação profissional específica, mas também devido aos altos custos para aquisição de licença de software de geoprocessamento.

O cenário brasileiro atual revela que aqueles órgãos públicos que possuem recursos financeiros, investem um elevado capital em softwares proprietários fornecidos por empresas que oferecem “soluções prontas”, de custo elevado, deixando as instituições dependentes de tais empresas e provocando gastos excessivos para renovação e manutenção das licenças de uso e atualizações de versão de software.

Para exemplificar tal situação, foram consultados os dados da Pesquisa de Informações Básicas Municipais (Munic 2015), apresentada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Em sua 13ª edição, a Munic 2015 investigou todas as 5.570 municipalidades existentes no Brasil, em que foram levantados dados sobre a gestão e a estruturação dos municípios, a partir da investigação de informações sobre temas que contemplam questões relacionadas a recursos humanos e planejamento urbano, além de recursos sobre gestão, terceirização, informatização e a gestão ambiental interinstitucional.

A Munic (2015) destaca a importância da verificação sobre a presença de Sistema de Informação Geográfica (SIG) na Política Municipal do Meio Ambiente. Os resultados elucidam que, quanto maior o tamanho da população dos municípios, mais frequente é observado a existência de SIG. O percentual dos municípios brasileiros que apresentavam SIG foi de apenas 10,3%. O Espírito Santo apresentou proporção acima da média nacional, com 25,6% dos seus municípios com SIG implantado na administração municipal (Figura 5).

Ocorre que em geral, administradores municipais visam nos sistemas de geoprocessamento recursos de bancos de dados relacionais com informações espaciais, que disponibilizem informações matriciais, tabulares e vetoriais para consulta, objetivando primariamente o Imposto Predial Territorial Urbano (IPTU). Entretanto, existem outras aplicações multidisciplinares no âmbito do desenvolvimento urbano que se beneficiam do SIG, como identificação de áreas com carência de infraestrutura e serviços, planejamento de ações e preservação do meio ambiente, o que ajuda a responder uma questão primária da política pública: onde agir (SOUZA, 2003).



**Figura 5.** Municípios do Espírito Santo que possuem SIG implantado na administração municipal.  
**Fonte:** Munic (2015). Elaborado pelo autor.

As aplicações práticas do geoprocessamento são pouco exploradas, principalmente em estudos socioambientais nas áreas urbanas, muito por conta da escassez de profissionais capacitados nesta área. Além disso, o elevado custo de equipamentos informáticos e softwares foi um argumento amplamente utilizado para não se investir nesta tecnologia. Entretanto, tais instrumentos são de fundamental importância para o planejamento urbano, e imprescindíveis para tomada de decisão dos órgãos públicos, especialmente as prefeituras por fazerem a imediata gestão dos Municípios. (LEITE; ROSA, 2006).

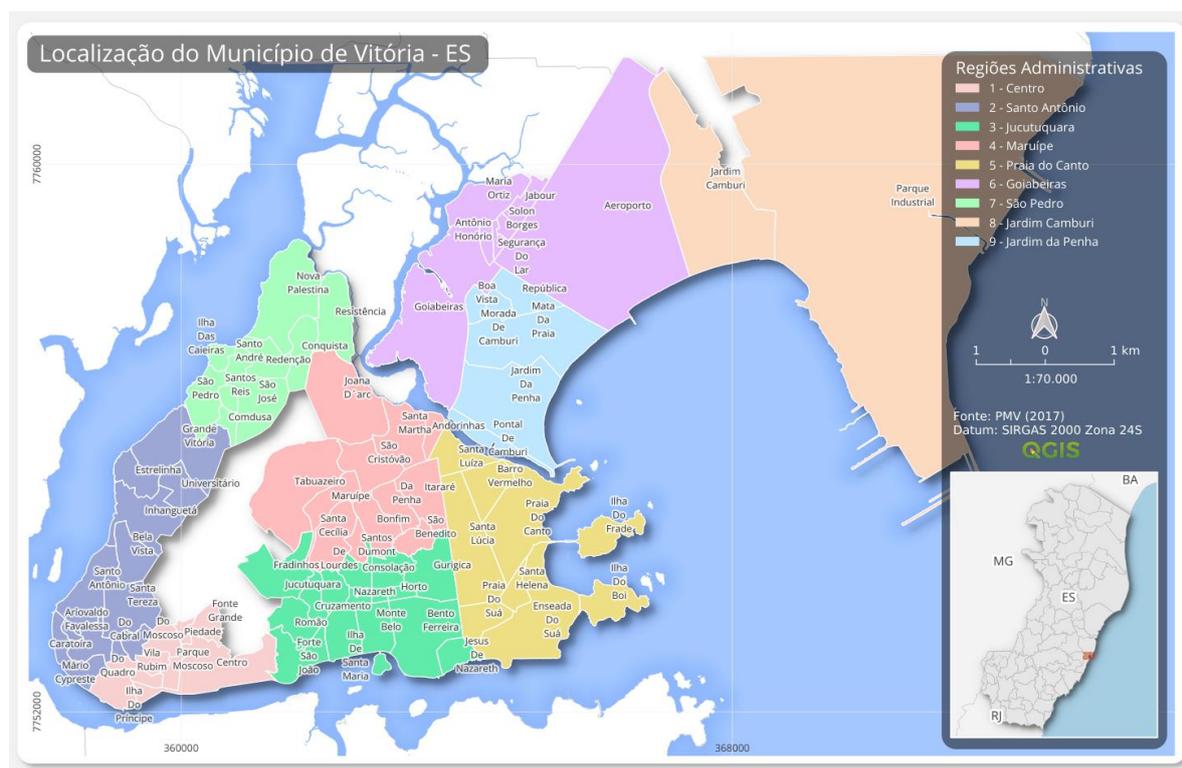
Nieto e Levi (2003) defendem o uso do geoprocessamento pelos gestores urbanos, pela possibilidade de os tomadores de decisão fazerem uso de ferramentas de consulta, análise, cadastro e atualização de informações para elucidar conclusões, e melhor aplicação dos recursos públicos.

## 4. MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 Área de Estudo

A ilha de Vitória transformou-se em vila no dia 08 de setembro de 1551 e foi modificando totalmente sua fisionomia por sucessivas gerações. A emancipação política do município ocorreu em 24 de fevereiro de 1823, por meio de um Decreto-Lei Imperial que concedeu Fórum de Cidade a Vitória, tornando-se capital do Espírito Santo. A partir deste momento, Vitória é considerada um município que retém capacidades administrativas, recursos, bens e patrimônio. A estrutura da centralidade principal da cidade foi afetada pelo procedimento de projetar o centro para fora do núcleo urbanístico a partir da década de 1980, por meio da expansão do mercado imobiliário e a consequente criação de subcentros (PMV, 2016).

A extensão territorial do município limita-se ao Norte com o município de Serra, ao Sul com Vila Velha, a Oeste com Cariacica e a Leste com o Oceano Atlântico. Seu território é formado por uma ilha principal, com área de 29.31 km<sup>2</sup>, e de uma parte continental, situada ao Norte, com extensão de 39.66 km<sup>2</sup> (Figura 6). Integram também o território municipal as Ilhas Oceânicas de Trindade e o Arquipélago de Martin Vaz, situadas a 1.140 km da costa, com área de 10.92 km<sup>2</sup>. Além desses espaços, Vitória possui diversas ilhas menores no seu entorno, que agregadas à sua baía compõem seu território de 98.194 km<sup>2</sup> (IBGE, 2017).



**Figura 6.** Localização do Município de Vitória-ES.

Fonte: PMV (2017). Elaborado pelo autor.

Segundo dados do Censo 2010 do IBGE, Vitória possuía uma população de 327.801 habitantes, com uma densidade populacional de 3.338,30 hab/km<sup>2</sup>, o que configura uma situação de grande concentração populacional. A população estimada em 2016 é de 359.555 habitantes (IBGE, 2017). Seus 80 bairros são agrupados em 9 regiões administrativas, conforme a Lei 8611/13 (PMV, 2016).

O estudo propõe a identificação, o ranqueamento e o agrupamento dos bairros do município de Vitória-ES quanto à situação de vulnerabilidade socioambiental, no contexto da segurança pública, do acesso a equipamentos públicos e do bem-estar econômico e social. A análise foi efetuada a partir da elaboração de um índice de vulnerabilidade socioambiental, formado pela combinação de dados demográficos, infraestruturais, ambientais e socioeconômicos dos bairros.

Há que se justificar a limitação dos dados utilizados nesse estudo em decorrência do recorte das unidades de análise, ou seja, a escala de bairros adotada na metodologia. Vitória é o menor município do Espírito Santo, mas apresenta uma grande diversidade que precisa ser considerada. A adoção do recorte espacial em nível de bairros, melhora a qualidade e precisão da informação tendo em vista a diversidade do município, entretanto, muitos aspectos que seriam importantes a serem considerados na temática do presente estudo não foram inseridos pela falta de disponibilidade de informações na escala de detalhe dos bairros.

## 4.2 Fontes de dados

Os domínios que formam a base para a construção do índice de vulnerabilidade são: Socioeconômico; Infraestrutura e Segurança Pública; Meio Físico.

As variáveis utilizadas são provenientes do Censo Demográfico de 2010, da Prefeitura Municipal de Vitória, e da Gerência de Estatística e Análise Criminal (GEAC), setor de estatística e inteligência da Secretaria de Estado da Segurança Pública e Defesa Social do Espírito Santo (SESP).

O recorte temporal adotado compreende o período de 2010 a 2015. Já o recorte espacial está no nível de bairros. Ao determinar a localização de grupos populacionais vulneráveis, é importante o uso de uma escala geográfica adequada e suficiente para discernir as diferenças demográficas. Segundo Aronson et al (2007), estudos anteriores em demografia e saúde pública tem usado bairros ou setores censitários como bases espaciais. O IBGE apresenta os dados por setores censitários, mas também disponibiliza as informações por bairro para aqueles municípios que já possuem lei de bairros aprovada, o que é o caso de Vitória-ES.

Segundo Morrow (1999), os planejadores de emergência e os formuladores de políticas públicas devem ser incentivados a identificar e localizar setores de alto risco por meio de mapas de vulnerabilidade, integrando informações em sistemas de SIG sempre que possível. O mapeamento desses dados revela padrões geográficos de potencial vulnerabilidade da população a desastres que podem ser usados para mitigação, preparação, resposta e recuperação. O autor afirma ainda que o gerenciamento efetivo de desastres exige a participação agressiva dos bairros e grupos vulneráveis em todos os níveis de planejamento e resposta, além de esforços de mitigação que abordem as causas da vulnerabilidade.

A tabela 2 apresenta a lista de variáveis utilizadas para a formação do índice de vulnerabilidade, e suas respectivas fontes de origem.

**Tabela 2.** Lista de variáveis utilizadas nas análises.

Variável	Nome	Descrição	Fonte	Domínio
VAR 1	População total	População total por bairro.	Censo 2010	Socioeconômico
VAR 2	Crianças	Proporção de pessoas com menos de 15 anos.	Censo 2010	
VAR 3	Idosos	Proporção de pessoas de 60 anos ou mais.	Censo 2010	
VAR 4	Rendimento de até 2 Salários mínimos	Proporção de pessoas com rendimento de até 2 salários mínimos.	Censo 2010	
VAR 5	Rendimento de 10 salários mínimos ou mais	Proporção de pessoas com rendimento de 10 salários mínimos ou mais.	Censo 2010	
VAR 6	Pessoas sem rendimentos	Proporção de pessoas sem rendimentos.	Censo 2010	
VAR 7	Alfabetização	Proporção de pessoas de 7 anos ou mais alfabetizadas.	Censo 2010	
VAR 8	Proporção de pessoas de 7 anos ou mais analfabetas	Proporção de pessoas de 7 anos analfabetas	Censo 2010	
VAR 9	Habitantes por domicílio	Número médio de habitantes por domicílio.	PMV/Censo 2010	
VAR 10	Equipamentos de educação	Número de escolas públicas e particulares, de ensino infantil, fundamental e médio.	PMV	Infraestrutura e Segurança Pública
VAR 11	Crimes contra a pessoa	Número de crimes contra a pessoa registrados pelo CIODES por bairro, no ano de 2015.	SESP/GEAC	
VAR 12	Crimes contra o patrimônio	Número de crimes contra o patrimônio registrados pelo CIODES por bairro, no ano de 2015.	SESP/GEAC	
VAR 13	Declividade	Declividade média do terreno por bairro.	PMV	Meio Físico

**Fonte:** Censo 2010, PMV, SESP/GEAC. Elaborada pelo autor.

Os dados socioeconômicos são provenientes do Censo demográfico de 2010, realizado pelo IBGE. De posse das informações tabulares, foram construídos indicadores: proporções e médias.

O domínio socioeconômico compreende dados sobre a pobreza, desemprego, renda, educação e habitantes por domicílio. As populações economicamente desfavorecidas são desproporcionalmente afetadas por desastres. Os pobres são menos propensos a ter a renda ou os bens necessários para se prepararem para um possível desastre ou para se recuperar após um desastre (MORROW, 1999; CUTTER et al., 2003).

Os dados sobre infraestrutura no Município de Vitória considerados no estudo abrangem indicadores de educação e de segurança pública.

O número de equipamentos de educação disponíveis por bairro é proveniente da Prefeitura Municipal de Vitória, que disponibiliza o Shapefile com a localização de cada unidade escolar e dados tabulares com o detalhamento de cada escola.

Quanto aos dados sobre segurança pública, estes são provenientes da Gerência de Estatística e Análise Criminal (GEAC), que é o setor de estatística e inteligência da Secretaria de Estado da Segurança Pública e Defesa Social do Espírito Santo (SESP). Esta gerência, dentre outras atribuições, faz o georreferenciamento de todas as ocorrências criminais que são registradas pelo Centro Integrado Operacional de Defesa Social (CIODES) por meio do atendimento 190.

O período considerado na análise foi o ano de 2015, em que foram filtradas as ocorrências de crimes contra a pessoa e os crimes contra o patrimônio, excluindo as demais tipificações de crimes e as ocorrências que porventura são oriundas de abertura de chamado em hospitais.

Os dados de segurança pública também foram disponibilizados em formato Shapefile. Assim, no QGIS foi feito um *intersect* das ocorrências de interesse com a camada de bairros para que fosse retornado uma nova camada de pontos de ocorrência, mas com as informações dos bairros agregadas na tabela de atributos. Com isso foi possível fazer a contagem das ocorrências por bairro de Vitória e adicionar as informações criminais na planilha de variáveis.

Para análise da vulnerabilidade socioambiental no meio físico, a variável utilizada foi a declividade do terreno. Apesar desta informação não ser determinante para justificar uma situação de vulnerabilidade, em geral populações que não possuem condições financeiras para adquirir moradia em locais seguros, tendem a se instalarem em áreas de risco como morros e vertentes inclinadas. Por outro lado, regiões elevadas, que proporcionam uma vista privilegiada, são utilizadas para a construção de imóveis valorizados.

O estudo da declividade das vertentes é fundamental para estudos geológicos, geomorfológicos e hidrológicos. A declividade do relevo é representada cartograficamente por meio de mapas temáticos, em que as feições são agrupadas em classes de declividade, com intervalos

expressos em grau ou porcentagem. Este parâmetro é primordial para analisar, por exemplo, a susceptibilidade a deslizamentos de uma encosta.

A declividade do terreno foi calculada utilizando as ferramentas do QGIS para interpolação de curvas de nível, geração de modelo digital de elevação, cálculo da declividade, reclassificação da imagem em classes de declividade segundo a classificação proposta pela Embrapa (1979). Além de ferramentas de estatística por zona, para obtenção da declividade média por bairro de Vitória.

### **4.3 Análise de componentes principais**

O processo de investigação e redução dos dados se deu por meio da Análise de Componentes Principais (ACP). A ACP pode ser considerada uma importante ferramenta de análise multivariada, por constituir-se como a base em que são fundamentados diversos métodos de análise de dados multivariados. A ACP é um método estatístico linear que estima os autovalores e auto vetores da matriz de covariância dos dados. Com esse resultado é possível a realização da redução dimensional dos dados e a análise dos padrões principais de variabilidades presentes.

Trata-se de um método exploratório com capacidade de desmembrar a informação relevante da informação repetitiva e aleatória. Por ser uma ferramenta de análise exploratória, a ACP possibilita a revelação da presença ou não de amostras anômalas de relações entre variáveis analisadas e de agrupamentos ou relacionamentos entre amostras (LYRA et al., 2010).

Este procedimento pode ser utilizado para o desenvolvimento de índices e agrupamentos de indivíduos, de forma que a análise agrupa os indivíduos de acordo com suas variâncias, isto é, segundo o comportamento observado dentro do universo analisado. Em suma, espera-se que as primeiras componentes (em número menor do que o de variáveis originais) compreendam a maior parte da variação total no conjunto de dados original, de forma que a dimensionalidade efetiva dos dados possa ser reduzida.

Resumidamente, a ACP indica que, se algumas das variáveis originais são altamente correlacionadas, elas estão efetivamente “dizendo a mesma coisa”, e podem existir restrições lineares sobre estas variáveis. É esperado então que os primeiros componentes sejam significativos, contribuam para uma melhor compreensão dos dados, e sejam úteis em análises subsequentes, em que seja utilizado um número menor de variáveis.

## 5. CARACTERIZAÇÃO E REGIONALIZAÇÃO DOS BAIRROS SEGUNDO A SITUAÇÃO DE VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL

A Análise de Componentes principais foi utilizada como metodologia para reduzir os vínculos contidos na matriz que representa os valores de 13 variáveis socioambientais selecionadas para os bairros de Vitória, além de agrupar as variáveis correlacionadas em fatores e facilitar a análise da massa de informações.

Para a realização da ACP, foi utilizado o Software SPSS (Statistical Package for Social Sciences), versão 23, que é um programa computacional de análise estatística de dados. Ele possui um pacote de ferramentas de apoio à tomada de decisão que inclui: aplicação analítica, mineração de dados, mineração de texto e estatística, que transformam dados em informações importantes. A ferramenta do SPSS utilizada para realização da ACP foi a Análise de Fatores.

### 5.1 Síntese das relações entre as variáveis socioambientais

Os resultados obtidos com a aplicação da ACP demonstram que a informação acerca dos bairros de Vitória, em relação às 13 variáveis socioambientais, é bem representada pelos dois primeiros fatores extraídos da ACP, que resumem 72,7% do total de informações (Tabela 3).

**Tabela 3.** Proporção da variância explicada pelos 4 primeiros fatores - ACP.

Fatores	% de variância	% Variância cumulativa
1	52,1	52,1
2	20,6	72,7
3	7,5	80,2
4	5,0	85,2

**Fonte:** Elaborado pelo autor.

Os fatores extraídos da aplicação da ACP traduzem a estrutura matricial das variáveis iniciais utilizadas neste estudo e que representam um forte indicativo de vulnerabilidade socioambiental em Vitória (Tabela 4). Para a matriz de componentes, foi aplicada uma rotina de rotação Varimax, normalizada pelo método de Kaiser.

As saturações constituem o nível de correlação efetivo entre as variáveis iniciais e as variáveis criadas, os fatores, que podem ser compreendidos a partir do significado previamente conhecido sobre as variáveis iniciais. Com base nas variáveis que resume, o fator pode ser intitulado consoante a perspectiva do fenômeno que ele simboliza. (CASTIGLIONI, 2008).

O primeiro fator, que resume mais da metade da informação total (52,1%), é descrito pelas relações que diferenciam os bairros em situação ou não de vulnerabilidade socioambiental. É fortemente e positivamente saturado por variáveis cujos valores mais elevados estão relacionados a situações de vulnerabilidade da população: proporção de crianças, analfabetismo, número médio de moradores por domicílio, declividade média, desemprego e proporção de rendimento até dois salários mínimos. Em oposição, este fator é fortemente e negativamente saturado por indicadores que caracterizam contextos com melhores níveis de vida: proporção de idosos, alfabetização, e proporção de rendimentos superiores a 10 salários mínimos.

**Tabela 4.** Saturações das variáveis sobre os dois primeiros fatores.

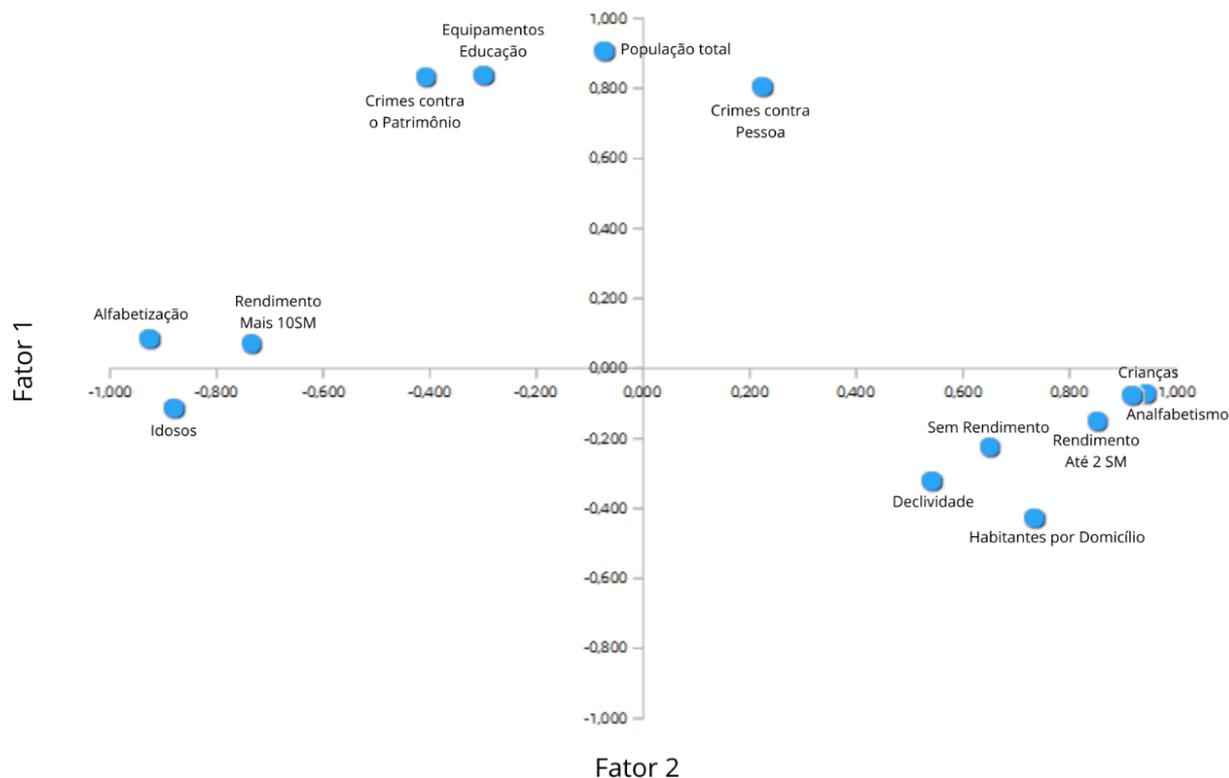
Variáveis	Componentes	
	Fator 1	Fator 2
População total	-0,070	<b>0,900</b>
Crianças	<b>0,947</b>	-0,078
Idosos	<b>-0,877</b>	-0,117
Alfabetização	<b>-0,922</b>	0,081
Proporção de pessoas de 7 anos ou mais analfabetas	<b>0,922</b>	-0,081
Habitantes por domicílio	<b>0,737</b>	-0,433
Equipamentos de educação	-0,296	<b>0,834</b>
Crimes contra a pessoa	0,228	<b>0,802</b>
Crimes contra o patrimônio	-0,404	<b>0,828</b>
Declividade	<b>0,545</b>	-0,328
Pessoas sem rendimento	<b>0,653</b>	-0,231
Rendimento de até 2 Salários Mínimos	<b>0,856</b>	-0,158
Rendimento de 10 salários mínimos ou mais	<b>-0,732</b>	0,065

**Fonte:** Elaborado pelo autor

O segundo fator condensa 20,6% da informação, sendo caracterizado por correlações positivas para aquelas variáveis que indicam grandes aglomerados populacionais, como a população total por bairro, o total de crimes contra a pessoa e contra o patrimônio, e os equipamentos de educação por bairro.

Os dois primeiros fatores extraídos mediante aplicação de ACP aos valores das 13 variáveis são mostrados na figura 7.

## Gráfico de Componentes



**Figura 7.** Gráfico das saturações das variáveis sobre os componentes 1 e 2 em espaço rotacionado.

**Fonte:** Elaborado pelo autor.

Estes fatores condensam 72,7% da variância da matriz, em que o primeiro fator, formado por variáveis altamente correlacionadas, é uma boa síntese da massa de informações utilizadas, concentrando sozinho mais da metade da explicação com 52,1%. Com base nas variáveis envolvidas, é correta a interpretação de que o fator 1 representa bem o nível de vulnerabilidade socioambiental nos bairros de Vitória, caracterizando-se pela oposição entre dois grupos de variáveis altamente correlacionadas com o fator, mas com sentidos inversos.

## 5.2 Agrupamento dos bairros de Vitória que apresentam similaridades quanto a vulnerabilidade socioambiental

As relações entre as variáveis que caracterizam situações de vulnerabilidade socioambiental para a população dos bairros de Vitória são examinadas por meio da aplicação do método da ACP para primeiramente sintetizar a matriz de variáveis e, a seguir, formar grupos caracterizados por níveis distintos de vulnerabilidade.

A partir dos escores fatoriais, que representam os valores das contribuições dos bairros submetidos à análise na construção do fator 1, efetuou-se o reagrupamento dos bairros de Vitória

segundo as características das variáveis utilizadas nesta análise, de acordo com o sentido positivo ou negativo das contribuições do bairro para a construção do fator 1, que constitui nesta análise o Índice de Vulnerabilidade Social.

Para isso, uma tabela formada pelos campos “fator 1”, “nome bairro”, e “cod bairro”, proveniente da ACP, foi importada para o ambiente SIG. No QGIS, nas propriedades da camada vetorial de divisão dos bairros, utilizou-se a ferramenta de junção de tabelas (join) para incorporar junto à sua tabela de atributos, o campo “fator 1” contendo os escores fatoriais. A junção de tabelas foi feita utilizando o campo “cod bairro” como chave primária.

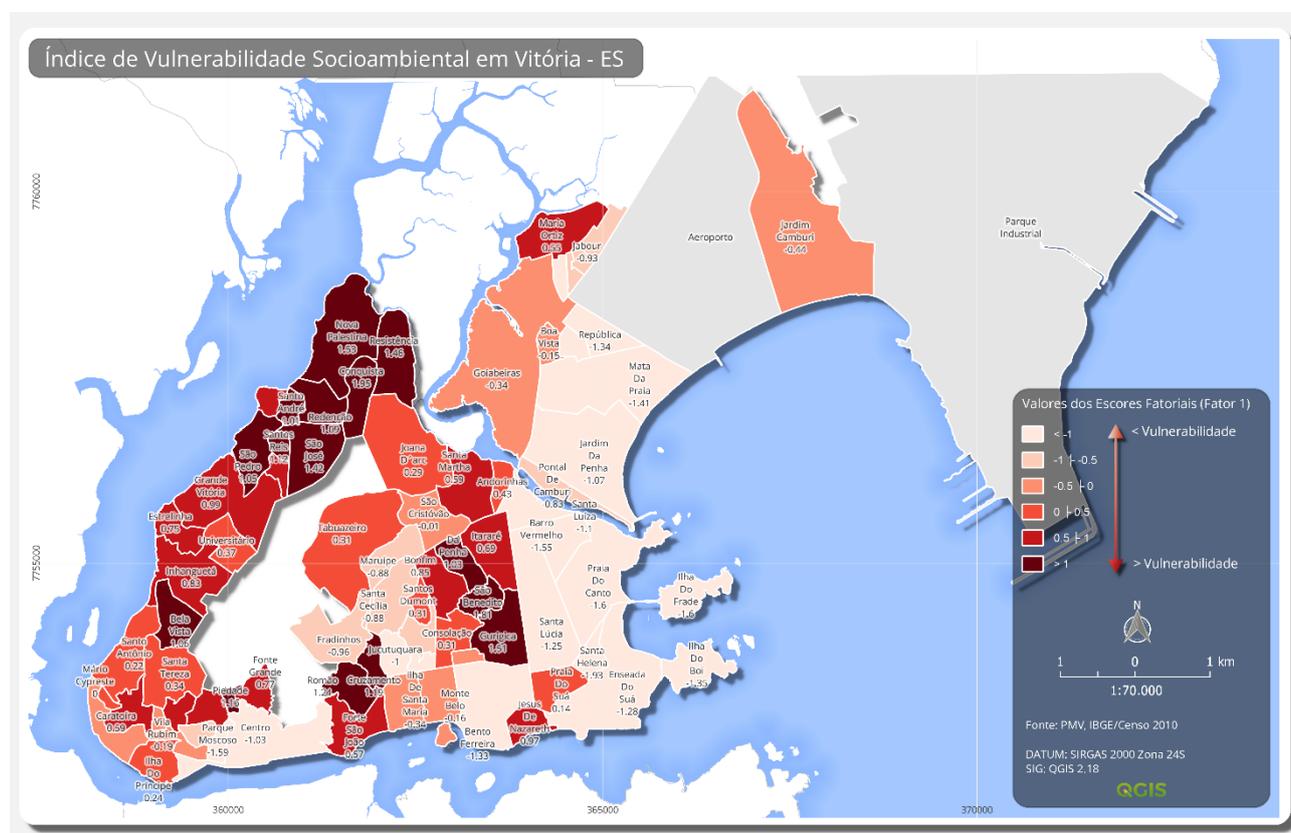
Foram formados 6 grupos de bairros que apresentam similaridades intragrupo e diferenças inter-grupos em relação às variáveis utilizadas neste estudo, que caracterizam os diferentes níveis de vulnerabilidade socioambiental para o município de Vitória.

Os grupos com os maiores escores negativos quanto ao índice de vulnerabilidade apresentam valores mais elevados para as variáveis de proporção de alfabetização, idosos, rendimento maior que 10 salários mínimos, e crimes contra o patrimônio. Os grupos com escores elevados positivamente quanto ao índice de vulnerabilidade, apresentam níveis mais elevados para as variáveis que representam a proporção de crianças, rendimento até 2 salários mínimos, habitantes por domicílio e crimes contra a pessoa. Estes grupos agregam os bairros de regiões menos desenvolvidas do município, localizados na parte ocidental do território e nos pontos de altitudes mais elevadas. Portanto, os maiores escores positivos do índice revelam os bairros com maior vulnerabilidade socioambiental (Figura 8).

O grupo 1 (escores  $< -1$ ) concentra os bairros que, de acordo com a metodologia ACP empregada, apresentam menos vulnerabilidade socioambiental. É composto pelos bairros das regiões nobres localizados na parte leste do município, dentre os quais Ilha do Boi, Ilha do Frade, Praia do Canto e Jardim da Penha. O grupo 2 (escores  $-1 \mid -0,5$ ) representa aqueles bairros com características semelhantes ao grupo 1, porém com pesos menores que o anterior. É composto por bairros localizados em diversas regiões do município, os quais citam-se: Maruípe, Solon Borges, Fradinhos e Santa Clara. Os grupos 3 e 4 (escores  $-0,5 \mid 0,5$ ) congrega os bairros com fracos pesos negativos e fracos pesos positivos respectivamente.

O grupo 5 (escores  $0,5 \mid 1$ ) agrega os bairros que apresentam escores com considerável elevação como Grande Vitória, Santa Martha, Itararé e Jesus de Nazareth, assinalando que tais bairros possuem certo grau de vulnerabilidade socioambiental. Por fim, o grupo 6 (escores  $> 1$ ) congrega os escores mais elevados, compondo os bairros que apresentam os níveis mais críticos de vulnerabilidade socioambiental, de acordo com as variáveis utilizadas neste estudo com a aplicação da Análise de Componentes Principais. A maior parte dos bairros deste grupo localiza-se na região

da Grande São Pedro (Nova Palestina, São José, Santos Reis, Resistência), a oeste do município, e nas regiões mais elevadas (Gurigica, São Benedito, Da Penha, Bela Vista, Romão e Cruzamento). As maiores diferenças foram observadas nos bairros Santa Helena, com o maior peso negativo sobre o fator 1 (-1,93) e Conquista, que apresenta o escore mais elevado (1,95).



**Figura 8.** Mapa de Índice de Vulnerabilidade Socioambiental em Vitória – ES.  
**Fonte:** Elaborado pelo autor.

As variáveis adotadas se revelaram eficientes para o enriquecimento das análises acerca da desigualdade socioambiental, e foram sintetizadas para o desenvolvimento de um Índice de Vulnerabilidade Socioambiental por meio da Análise de Componentes Principais (ACP). Ao analisar os resultados obtidos por meio da aplicação da ACP, verificou-se uma grande vulnerabilidade socioambiental no Município de Vitória e intensa segregação socioespacial que leva as comunidades de menor renda a habitarem as periferias da cidade, que em alguns casos são áreas sem infraestrutura adequada e em encostas inapropriadas à ocupação.

Evidencia-se que o fator socioeconômico tem um peso importante na determinação grau de vulnerabilidade de um indivíduo ou grupo social quando essas populações enfrentam situações que envolvem a preparação e enfrentamento de eventos extremos da natureza, como tempestades, escorregamentos e inundações. Os resultados mostram uma tendência de determinados grupos

populacionais com desvantagem social e ambiental em relação aos demais, seja em piores situações educacionais, econômicas ou habitacionais.

As variáveis sociais, ambientais e infraestruturais mostraram-se viáveis para o apontamento de áreas que apresentam contextos de maior fragilidade. A explicação para a existência de áreas de risco em bairros menos desassistidos deve levar em consideração os condicionantes de ordem humana, pois os bairros que apresentam os piores índices sociais referentes à renda e escolaridade em geral são os bairros com maiores problemas no enfrentamento de eventos extremos da natureza. No indicador sintético final, os fatores sociais desempenharam papel fundamental.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A metodologia empregada neste trabalho possibilitou a espacialização da vulnerabilidade socioambiental por meio da construção de um índice a partir de variáveis socioeconômicas, infraestruturais, ambientais e de segurança pública, na escala geográfica dos bairros de Vitória – ES, empregando-se métodos estatísticos e técnicas de geoprocessamento. Desta forma, foi possível caracterizar o território do município em classes de vulnerabilidade socioambiental.

Os resultados deste trabalho são em decorrência da disponibilidade de dados, informações científicas e estatísticas municipais. Foram escolhidos grupos de informações julgadas pertinentes para a realização da Análise de Componentes Principais, uma vez que, por exemplo, as variáveis sociais e ambientais existentes são mais acessíveis. Assim, foram utilizadas variáveis socioambientais relevantes, associando-as com indicadores infraestruturais e de segurança pública.

Em relação às ferramentas de geoprocessamento utilizadas neste trabalho, estas se mostraram essenciais para o bom entendimento dos fenômenos estudados, gerando conhecimento e suporte a tomada de decisão por pesquisadores e gestores públicos para aplicação de boas políticas públicas na administração municipal.

Um entrave que outrora limitava a manipulação de dados georreferenciados era a difícil aquisição de softwares SIG. Por muitos anos, o desenvolvimento de Sistemas de Informações Geográficas ficou restrito a poucas empresas, que comercializavam seus bons produtos a preços pagáveis apenas por instituições com condições financeiras mínimas. Este cenário começou a mudar em meados dos anos 2000, em que surgiram diversos projetos de softwares de geoprocessamento desenvolvidos sob o selo do código aberto e software livre.

Foi constatada neste estudo a pouca adoção de geotecnologias na administração pública municipal do Brasil e do Espírito Santo. Em grande parte, isso se deve à falta de recursos financeiros para aquisição de softwares e falta de mão de obra qualificada para assumir projetos de

geoprocessamento. Para o problema financeiro, este estudo contribui para elucidar que isto pode ser solucionado com a adoção do QGIS como principal programa de SIG, sem prejuízo de praticamente nenhuma funcionalidade oferecida pelo ArcGIS, pelo contrário, há facilidades e ferramentas muitas vezes melhores. O QGIS, combinado com o PostgreSQL mais PostGIS (Banco de dados livre mais extensão espacial), é uma ótima opção para uma administração pública ou empresa que deseja incluir o SIG em seus planos de gestão. AGRADecIMENTOS

## AGRADECIMENTOS

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Espírito Santo, pelas grandes contribuições e reflexões que conduziram a elaboração deste trabalho.

Aos servidores da Prefeitura Municipal de Vitória por todo apoio prestado para realização deste trabalho, bem como pelo fornecimento de dados qualitativos e georreferenciados do Município de Vitória.

Aos servidores da Gerência de Estatística e Análise Criminal (SESP/GEAC) pela gentil colaboração em ceder dados georreferenciados de criminalidade, e por realizarem este trabalho tão importante para melhoria da Segurança Pública do Estado do Espírito Santo.

## REFERÊNCIAS

ALCÁNTARA-AYALA, I. Geomorphology, natural hazard, vulnerability and prevention of natural disasters developing countries. **Geomorphology**, v. 47, p.107-124, 2002.

ARONSON, R.E.; A.B. Wallis; P.J. Ocampo; T.L. Whitehead; P. Schafer. 2007. **Ethnographically Informed Community Evaluation: A Framework and Approach for Evaluating Community-Based Institutions**. *Maternal and Child Health Journal* 11(2): 97–109.

BECK, U. **Risk society**. Towards a new modernity. Londres: Sage Publications, 1992.

BLAIKIE, P.: **At risk**: natural hazards, people's vulnerability, and disasters. London: Routledge, 1994.

BOER, J. T. et al. Is there environmental racism? The demographics of hazardous waste in Los Angeles County. **Social Science Quarterly**, v. 78, n. 4, p. 793-810, 1997.

BOHLE, H. G.; DOWNING, T E.; WATTS, M J. Climate change and social vulnerability: toward a sociology and geography of food insecurity. **Global environmental change**, v. 4, n. 1, p. 37-48, 1994.

BULLARD, R. D. **Unequal protection**: environmental justices and communities of color. San Francisco: Sierra Club Books. 1996.

BURTON, I.; KATES, R.; WHITE, G. **The environment as hazard**. Oxford: Oxford University Press, 1978.

CASTIGLIONI, A. H. **Envelhecimento da população em Vitória**, Espírito Santo (Brasil). Trabalho apresentado no III Congresso da Associação Latino Americana de População, ALAP, realizado em Córdoba - Argentina, de 24 a 26 de Setembro de 2008.

CUTTER, S. L.; HOLM, D.; CLARK, L. The role of geographic scale in monitoring environmental justice. **Risk Analysis**, v. 16, n. 4, p. 517-526, 1996.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária -. **Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos**. Súmula da 10. Reunião Técnica de Levantamento de Solos. Rio de Janeiro, 1979. 83p. (EMBRAPA-SNLCS. Miscelânea, 1).

EM-DAT. The International Disaster Database. **Centre for Research on the Epidemiology of Disasters** – CRED. 2016. Disponível em: <[http://www.emdat.be/disaster\\_trends/index.html](http://www.emdat.be/disaster_trends/index.html)>. Acesso em: Set. 2016.

EMMI, P. C.; HORTON, C. A. **Seismic risk assessment, accuracy, requirements, and GIS-based sensitivity analysis**. In: Goodchild, M. F. Steyaert, L. T. e Park, B. O. (orgs). Environmental Modeling: Progress and Research Issues. For Collings: GIS World Books. 1996, p. 191-195.

FOSSGIS. **Softwares Livres no Ensino**. Ano 1 – Edição Nº 2 – Junho de 2011. Disponível em <<http://www.geocursos.net/fossgis/download/>> Acesso em Jul. 2016.

GLICKMAN, T. S.; GOLDING, D.; HERSH, R.. GIS-Based Environmental Equity Analysis A Case Study of TRI Facilities in the Pittsburgh Area. In: **Computer supported risk management**. Springer, Dordrecht, 1995. p. 95-114.

HAAS, J.; KATES, R.; BOWDEN, M. (Eds.): **Major insights: A summary and recommendations**, chap. 6, pp. 261–293, The MIT Press environmental studies series, The MIT Press, Cambridge, MA, 1977.

IBGE. **Cidades** – Informações sobre os municípios do Brasil. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/v4/brasil/es/vitoria/panorama>>. Acesso em: Jun. 2017.

ISDR - International Strategy for Disaster Reduction (2004). **Vision of Risk: A Review of International Indicators of Disaster Risk and its Management**. King's College, University of London. Disponível em: <<https://www.unisdr.org/2005/HFdialogue/download/tp1-visionsofrisk.pdf>> Acessado em: Set. 2016.

KOBIYAMA, M., MENDONÇA M., MORENO, D. A., MARCELINO I. P., MARCELINO E. V., GONÇALVES E. F., BRAZETTI L. L., GOERL R. F., MOLLERI G. S., RUDORFF F. M. (2006). **Prevenção de desastres naturais: conceitos básicos**. Florianópolis: Ed. Organic Trading. Disponível em: <<http://logatti.edu.br/images/prevencaodesastres.pdf>> Acesso em: Out. 2016.

LEITE, M. E.; ROSA, R. Geografia e geotecnologias no estudo urbano. **Caminhos de Geografia**, v. 7, n. 17, 2006.

LYRA, W.; SILVA, E.; ARAÚJO, M.; DUARTE, W.; VERAS, G. Classificação Periódica: Um exemplo didático para ensinar análise de componentes principais. **Química Nova**, v. 33, Nº 7, p.1594-1597, 2010.

MCMMASTER, R. B.; LEITNER, H; SHEPPARD, E. GIS-based environmental equity and risk assessment: methodological problems and prospects. **Cartography and Geographic Information Systems**, v. 24, n. 3, p. 172-189, 1997.

MUNIC - **Pesquisa de Informações Básicas Municipais**. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/perfilmunic/2015/>> Acesso em: Set. 2016.

MORROW, Betty Hearn. Identifying and mapping community vulnerability. **Disasters**, v. 23, n. 1, p. 1-18, 1999.

OGC®. **Open Geospatial Consortium**, Inc. Disponível em: <<http://www.opengeospatial.org>>. Acesso em: 28 Jun. 2016.

NIETO, C. G.; LEVI, S. L. Avances tecnológicos en cartografía. Atlas cibernéticos. In OLIVEIRA, PE (org.) **ESPACIO GEOGRÁFICO**. Epistemología y diversidad. México, DF: UNAM, p. 423-436, 2003.

O'KEEFE, Phil; WESTGATE, Ken; WISNER, Ben. Taking the naturalness out of natural disasters. **Nature**, v. 260, p. 566-567, 1976.

PMV. Prefeitura Municipal de Vitória. **Legislação Municipal**. Vitória, 2016. Disponível em: <<http://vitoria.es.gov.br>>. Acesso em Jun. 2016.

PONSERRE S., SCHEUREN J., POLAIN O., BELOW R. GUHA-SAPIR D. **Annual disaster statistical review**. The numbers and trends 2007. School of Public Health. Catholic University of Louvain, Belgium. Disponível em: <[http://www.unisdr.org/files/2796\\_CREDAnnualStatisticalReview2007.pdf](http://www.unisdr.org/files/2796_CREDAnnualStatisticalReview2007.pdf)> Acesso em: Out. 2016.

ROSA, R. Geotecnologias na geografia aplicada. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 16, p. 81-90, 2011.

SANTOS, A. R. dos; LOUZADA, F. L. R de O.; EUGENIO, F. C. (Coord.). **ArcGIS 9.3 total**: aplicações para dados especiais. Alegre, ES: Ciências Agrárias Universidade Federal do Espírito Santo/CAUFES, 180 p., 2010.

SILVA, R. C. da. **Vulnerabilidade socioambiental a desastres na bacia hidrográfica do Rio Itacorubi**, Florianópolis, SC. 2010. 76 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) –Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010. Disponível em: <[https://moodle.ufsc.br/pluginfile.php/1545023/mod\\_resource/content/1/VULNERABILIDADE%20SOCIOAMBIENTAL%20A%20DESASTRES%20NA%20BACIA%20DO%20ITA%20CORUBI.pdf](https://moodle.ufsc.br/pluginfile.php/1545023/mod_resource/content/1/VULNERABILIDADE%20SOCIOAMBIENTAL%20A%20DESASTRES%20NA%20BACIA%20DO%20ITA%20CORUBI.pdf)> Acesso em: Set. 2016.

SOUZA, G. de O. C. de; TORRES, H. da G. O estudo da metrópole e o uso de informações georreferenciadas. **São Paulo em perspectiva**, v. 17, n. 3-4, p. 35-44, 2003.

SUSMAN, P.; O'KEEFE, P.; WISNER, B. Global disasters, a radical interpretation. **Interpretations of calamity**, p. 263-283, 1983.

TIMMERMANN, P. Vulnerability, resilience and the collapse of society. **Environmental Monograph**, v. 1, p. 1-42, 1981.

UCHOA, H. N; FERREIRA, P. R. **Geoprocessamento com Software Livre**. Versão 1.0, 2004. 31 p. Disponível em: <[http://carlosgrohmann.com/downloads/geoprocessamento\\_software\\_livre\\_uchoa-roberto-v1.0.pdf](http://carlosgrohmann.com/downloads/geoprocessamento_software_livre_uchoa-roberto-v1.0.pdf)> Acesso em: 28 Jun. 2016.

VEYRET, Y. **Os Riscos:** o homem como agressor e vítima do meio ambiente. São Paulo: Contexto, 2007.

WESTGATE, K. N. Some definitions of disaster. In: **Occasional Paper**. Inglaterra. The University of Bradford. Disaster Research Unit, 1976.

WHITE, G. F. Natural hazards research. **Directions in geography**, v. 193, 1973.

Trabalho enviado em 01/09/2018

Trabalho aceito em 30/09/2018