UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E NATURAIS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA

THIAGO BORINI PIMENTEL

FRAGILIDADE POTENCIAL E EMERGENTE DO RELEVO DE VITÓRIA–ES: SUBSIDIOS PARA GESTÃO DE RISCOS E DESASTRES EM AMBIENTE URBANO

VITÓRIA
2019

THIAGO BORINI PIMENTEL

FRAGILIDADE POTENCIAL E EMERGENTE DO RELEVO DE VITÓRIA–ES: SUBSIDIOS PARA GESTÃO DE RISCOS E DESASTRES EM AMBIENTE URBANO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, pertencente ao curso de Geografia da Universidade Federal do Espírito Santo, como pré-requisito para obtenção do grau de Bacharel em Geografia. Orientador: Prof. Dr. André Luiz Nascentes Coelho.

VITÓRIA

2019

THIAGO BORINI PIMENTEL

FRAGILIDADE POTENCIAL E EMERGENTE DO RELEVO DE VITÓRIA–ES: SUBSIDIOS PARA GESTÃO DE RISCOS E DESASTRES EM AMBIENTE URBANO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, pertencente ao curso de Geografia da Universidade Federal do Espírito Santo, como pré-requisito para obtenção do grau de Bacharel em Geografia.

Aprovado em:

COMISSÃO EXAMINADORA

_____

Prof. Dr. André Luiz Nascentes Coelho
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientador

_____

Dr. André Demuner Ramos
SEDU/ES

_____

James Rafael Ulisses dos Santos
DOUTORANDO PPGG/UFES

AGRADECIMENTOS

Meus sinceros agradecimentos a todos aqueles que diretamente e indiretamente participaram de minha jornada acadêmica até aqui, meus colegas, professores, amigos e familiares, que em diferentes graus contribuíram para a minha formação e para e execução deste projeto, seja com conversas, discussões, conselhos ou vivências, pois cada experiência vivida nestes últimos anos foi de real importância para a construção do ser social e profissional que está encerrando mais este ciclo.

Gostaria de lembrar também, de toda a equipe profissional da Defesa Civil municipal de Vitória, com a qual tive o prazer de trabalhar e aprender durante dois enriquecedores anos, e que contribuíram significativamente para minha formação profissional e para a escolha metodológica e temática desta pesquisa, a qual o órgão também se tornou membro integrante, contribuindo com dados e informações de extrema relevância.

A todos os professores(as), pesquisadores(as) e escritores(as) cujos trabalhos e estudos foram de fundamental importância para a minha formação, e também, para a construção deste projeto, sem os quais nada disso seria possível.

“Os que têm a oportunidade de se consagrar aos estudos científicos deverão ser os primeiros a pôr seus conhecimentos a serviço da humanidade.”

Karl Marx

RESUMO

Foi presenciado em todo o mundo, nas últimas décadas, um aumento populacional significativo associado a uma aglomeração nos centros urbanos, o que ocasionou, em países como o Brasil, um crescimento acelerado das cidades, que em grande parte dos casos não ocorreu de forma ordenada, por meio de planejamentos urbanos eficientes. Essa problemática permitiu o avanço das manchas urbanas pelo país sobre locais suscetíveis à ocorrência de desastres naturais, como encostas e margens de rios, intensificando a demanda por estudos de análises e identificação destas localidades. Com o objetivo de contribuir para os estudos de Áreas de Risco e Suscetibilidade à deflagração de desastres relacionados a movimentos de massa na cidade de Vitória, capital do estado do Espírito Santo, foram elaborados, por meio de ferramentas e técnicas do Sistema de Informação Geográfica (SIG) e Sensoriamento Remoto, mapeamentos das zonas de Fragilidade Potencial e Emergente do município, seguindo a metodologia proposta por Ross (1994; 1997), destacando as localidades que apresentam maior fragilidade devido a características naturais de seu Estrato Geográfico (Fragilidade Potencial) e aquelas que se apresentam frágeis após as intervenções humanas na paisagem (Fragilidade Emergente). Para atingir a validação dos resultados obtidos, são somados ao debate dados de ocorrência de eventos destrutivos recentes atendidos pela Defesa Civil no município em estudo, bem como foram realizadas comparações e análises pautados em produtos obtidos por meio de estudos do Plano Municipal de Redução de Riscos (PMRR). Pode-se concluir que os estudos resultantes desta pesquisa obtiveram êxito em seus objetivos e razões de ser, sendo amplamente capazes de demonstrar as áreas e localidades mais frágeis do relevo da área em análise. Por meio de produções desta natureza, os agentes do poder público e as comunidades envolvidas são municiados de novas ferramentas e técnicas para mitigar os possíveis danos materiais e humanos decorrentes da culminância de eventos destrutivos de origens diversas, contribuindo para um melhor planejamento dos territórios.

Palavras chave: Fragilidade Emergente e Potencial; Sensoriamento Remoto; Áreas de Risco e Suscetibilidade.

ABSTRACT

It has been witnessed all over the world in recent decades a significant population increase associated with an agglomeration in the urban centers, which in countries like Brazil accelerated the growth of cities, which in most cases did not happen in an orderly way, through efficient urban planning. This problem allowed the advance of the country's urban spots on sites susceptible to the occurrence of natural disasters, such as slopes and riverbanks, intensifying the demand for studies of analysis and identification of these localities. With the objective of contributing to the studies of Risk and Susceptibility Areas to the outbreak of disasters related to mass movements in the city of Vitória, capital of the state of Espírito Santo, the Geographic Information System (GIS) tools and techniques SIG) and Remote Sensing, mapping of the zones of Potential and Emergent Fragility of the municipality, following the methodology proposed by Ross (1994, 1997), highlighting the locations that present greater fragility due to the natural characteristics of its Geographic Stratum (Potential Fragility) and those which are fragile after human interventions in the landscape (Emergent Fragility). In order to achieve the validation of the obtained results, we add to the debate data of recent destructive events attended by the Civil Defense in the city under study, as well as comparisons and analyzes based on products obtained through studies of the Municipal Plan of Risk Reduction (PMRR). It can be concluded that the studies resulting from this research have been successful in their objectives and reasons for being, and are able to demonstrate the most fragile areas and locations of relief in the area under analysis. Through such productions, public officials and communities are provided with new tools and techniques to mitigate possible material and human damages resulting from the culmination of destructive events of diverse origins, contributing to a better planning of the territories.

Keywords: Emergent and Potential Fragility; Remote sensing; areas of risk and susceptibility.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa de localização da área de estudos 3
Figura 2 – Escorregamento de solo no bairro Joana D'arc. 6
Figura 3 – Evento destrutivo no bairro Joana D'arc 9
Figura 4 – Mapa de Declividade de Vitória - ES. 32
Figura 5 – Classes de Solo de Vitória - ES. 34
Figura 6 – Classificação da Fragilidade dos Solos. 35
Figura 7 – Uso e Cobertura da Terra, Vitória - ES 39
Figura 8 – Classificação do Grau de Proteção do Solo. 40
Figura 9 – Fragilidade Potencial de Vitória - ES 43
Figura 10 – Maciço Central de Vitória 43
Figura 11 – Fragilidade Emergente de Vitória 46
Figura 12 – Movimento de massa destruiu imóvel em Caratoíra 49
Figura 13 – Escorregamento de Solo ocorrido no bairro Centro 50
Figura 14 – Sinistros e Setores de Risco 51
Figura 15 – Sinistros e Setores de Risco no Maciço Central de Vitória 52
Figura 16 – Recorte Espacial da Região do Maciço Central 53
Figura 17 – Vista aérea do bairro Forte São João 56
Figura 18 – Bairro Forte São João, em Vitória - ES 58
Figura 19 – Reportagem sobre movimento de massa em Vitória - ES 59
Figura 20 – Bairros com Áreas de Risco mapeadas pela prefeitura 63

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Categoria Hierárquica das Classes de Declividade.....33
Quadro 2 – Classes de Fragilidade dos Solos. 33
Quadro 3 – Graus de proteção dos solos em função dos tipos de Uso e Cobertura da Terra.....36
Quadro 4 – Soma da Área dos Polígonos de Fragilidade Potencial.....41
Quadro 5 – Soma da Área dos Polígonos de Fragilidade Emergente.....42
Quadro 6 – Sinistros por Classe de Solo 47
Quadro 7 – Sinistros por Uso e Cobertura da Terra.....47
Quadro 8 – Sinistros por Classe de Declividade 48
Quadro 9 – Análise integrada dos Sinistros em Forte São João.....55
Quadro 10 – Análise Integrada de bairros de Vitória – ES.....57

LISTA DE SIGLAS

ASTER/GDEM – Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer / Global Digital Elevation Map.

CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais.

ES – Espírito Santo.

GIS – Geographical Informations System.

IJSN – Instituto Jones dos Santos Neves.

LACGGEO – Laboratório de Cartografia Geográfica e Geotecnologias (UFES).

PMRR – Plano Municipal de Redução de Riscos.

PMV – Prefeitura Municipal de Vitória.

SIG – Sistema de Informação Geográfica.

SR – Sensoriamento Remoto.

UFES – Universidade Federal do Espírito Santo.

UTM – Universal Transversa de Mercator.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO... 1

1.1 OBJETIVOS ... 4

1.1.1 OBJETIVOS GERAIS ... 4

1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS ... 4

1.2 JUSTIFICATIVA E PROBLEMATIZAÇÕES ... 4

2. BASE TEÓRICO-CONCEITUAL ... 14

2.1 CONCEPÇÃO DA FRAGILIDADE DOS AMBIENTES ... 20

2.2 OS SIGS NA GESTÃO DE RISCOS E DESASTRES ... 25

3. METODOLOGIA ... 31

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES ... 41

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS ... 64

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS ... 67

1. INTRODUÇÃO

Em nosso país, o crescimento da população e a sua concentração nos centros urbanos, fez surgir uma enorme demanda por moradia, alimentos, energia, água, entre diversas outras questões. Devido a esta dinâmica, novas áreas territoriais vêm sendo ocupadas e exploradas de modo degradante e em ritmo cada vez mais acelerado, aliado a um crescimento exorbitante das cidades, o que, em grande parte dos casos, não vem acompanhado de um planejamento ou ordenamento territorial (ROSS, 2009 apud COELHO 2017).

De acordo com Coelho (2017), estas ações são acompanhadas por danos socioambientais e eventos destrutivos diversos, como os movimentos de massas em encostas ocupadas irregularmente, enchentes, alagamentos, entre os mais diversos males que vem afligindo nossas áreas urbanizadas. Este cenário expõe uma elevada necessidade de estudos que possam analisar as ameaças destas paisagens, identificando o grau de fragilidade a partir da compilação entre os elementos naturalmente dispostos e as intervenções humanas sobre o espaço, tornando de extrema importância a elaboração de métodos e políticas eficientes de ordenamento territorial e ambiental, no intuito de mitigar ao máximo os danos de possíveis desastres naturais.

O entendimento de relevo e de sua dinâmica deve, obrigatoriamente, tangenciar a compreensão do funcionamento e das interrelações destes com os demais elementos da natureza (água, solo, clima e cobertura vegetal), e isto é de significativo interesse ao planejamento e gestão físico-territorial (ROSS, 1992, 2009). Assim sendo, as alterações e ações antrópicas sobre o relevo podem ocasionar danos de maiores proporções em determinadas localidades do que provocariam em tantas outras. Isso ocorre devido a certas combinações da dinâmica natural presente em localidades específicas a tornarem mais frágeis às modificações realizadas pelos seres humanos. Nesse contexto,

> “A preocupação é dar direção a uma geomorfologia que tem suas bases conceituais nas ciências da terra, mas fortes vínculos com as ciências humanas, à medida que pode servir como suporte para entendimento dos ambientes naturais, onde as sociedades humanas se estruturam, extraem os recursos para a sobrevivência e organizam o espaço físico-territorial” (ROSS, 1992, p.17).

De acordo com as propostas metodológicas de Ross (1994; 1997), foi elaborado nesta pesquisa um mapeamento da Fragilidade Potencial e Emergente da paisagem da cidade de Vitória, capital do estado do Espírito Santo, destacando as áreas de maior risco ou suscetibilidade a ocorrência de eventos destrutivos relacionados à deflagração de movimentos de massa, construindo uma ferramenta para usufruto no planejamento, ordenamento da cidade e no auxílio à gestão de riscos e desastres. Afinal,

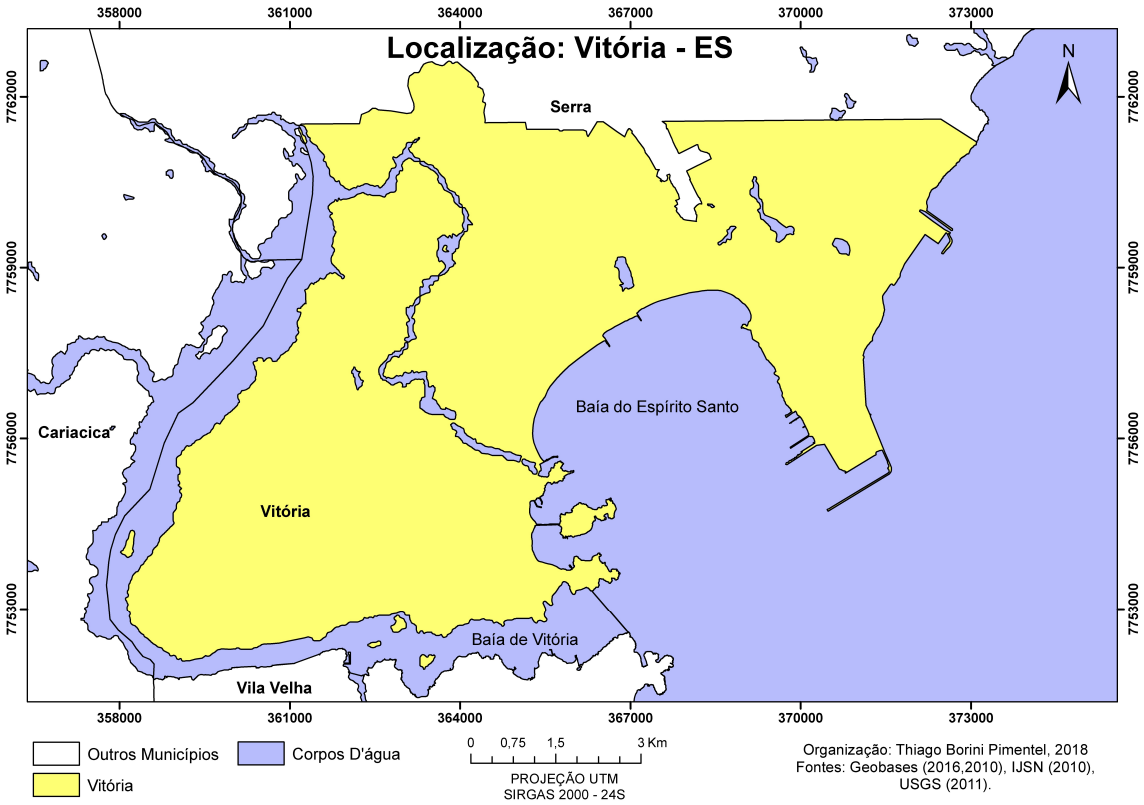
> "Hoje é essencial que todos conheçam os perigos, calculáveis ou não, que ameaçam o ser humano. Sejam eles naturais ou provocados pela ação do homem, os desafios ao combate dos riscos demanda grande atenção da sociedade" (VEYRET, 2007 apud TOMINAGA et al., 2009, p. 147).

Para tal foram analisados individualmente elementos do estrato geográfico da área em estudo (Figura 1), como o relevo, o solo e o uso e cobertura da terra, como também a sua integração, projetando ambientes de maior ou menor fragilidade a partir da relação entre os resultados obtidos e o arcabouço teórico selecionado. Posteriormente as áreas de risco e suscetibilidade mapeadas no decorrer deste estudo foram comparadas às localidades mapeadas pelo PMRR (Plano Municipal de Redução de Risco), projeto financiado pela Prefeitura Municipal de Vitória, propiciando uma aplicação prática e problematização dos resultados obtidos em ambos estudos e enriquecendo o debate da temática, dialogando também com estudos abrangentes acerca da temática, como os de Tominaga et al. (2009), Bobrowsky e Highland (2008), Coelho et al. (2017), Bertone e Marinho (2013), Nardoto (2013) e Spink (2014).

Este estudo foi desenvolvido a partir do projeto de pesquisa "Geotecnologias, Ação Das Águas e As Repercussões Sobre Território", vinculado ao Departamento de Geografia, no Centro de Ciências Humanas e Naturais da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Sob coordenação do Prof. Dr. André Luiz Nascentes Coelho, o referido projeto apresenta em sua linha de estudo a associação do emprego de geotecnologias na análise territorial e ambiental, mediante uso de ferramentas como Sistema de Informação Geográfica (SIG) integrado com Sensoriamento Remoto (SR) e uso de produtos orbitais, respaldando a utilização destas técnicas e metodologias para

a identificação de áreas de fragilidade ambiental, estudos geográficos, crescimento urbano, uso e cobertura da terra, entre uma diversidade de outras temáticas, por meio de trabalhos como Coelho e Ferreira (2011), Coelho (2010, 2009, 2017) e Liu (2006).

Figura 1 – Mapa de localização da área de estudos.



Organização: Thiago B. Pimentel, 2018.

Em suma, este projeto utiliza da sistematização de dados com o uso integrado entre SIG e Sensoriamento Remoto para a elaboração de estudos de análise territorial e geoambiental, indicando em seu resultado final áreas de Fragilidade Potencial e Emergente do município de Vitória, baseando em características de sua composição geográfica. A partir dos produtos adquiridos, foram identificadas possíveis áreas de risco ou suscetibilidade a ocorrência de desastres naturais, propondo ações para a sua prevenção e para a gestão e planejamento destas localidades. Para a validação dos resultados obtidos, foram realizadas correlações com diversos outros estudos e pesquisas, além de análises em campo e comparações com o PMRR, na busca por somar elementos fundamentais ao debate e enriquecer os resultados obtidos.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 OBJETIVOS GERAIS

Esta pesquisa objetiva elencar análises correlacionadas às regiões de maior Fragilidade às intervenções antrópicas no município de Vitória, por meio do estudo e mapeamento de elementos da composição geográfica da região (relevo, solo e uso e cobertura da terra), com a finalidade de identificar e propor ações de prevenção e gerenciamento de possíveis áreas de risco ou suscetibilidade a ocorrência de eventos destrutivos relacionados à deflagração de movimentos de massa na municipalidade em questão.

1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar possíveis áreas de risco ou suscetibilidadea ocorrência de eventos destrutivos relacionados à deflagração de movimentos de massa na área em estudos.
- Buscar aplicações práticas dos produtos e estudos gerados a partir desta pesquisa na gestão de riscos e desastres do município.
- Contribuir para a difusão e os estudos relacionados à temática abordada.

1.2 JUSTIFICATIVAS E PROBLEMATIZAÇÕES

Para Tominaga et al. (2009), os Desastres Naturais consistem em um tema cada vez mais presente no cotidiano das pessoas, independentemente se estas residem ou não em áreas de risco. Ainda que em um primeiro momento, o senso comum associe o termo a eventos de grande escala como terremotos, tsunamis e erupções vulcânicas, os Desastres Naturais contemplam, também, processos, dinâmicas e fenômenos mais localizados, tais como os deslizamentos, inundações e erosão, que podem ocorrer de forma natural ou serem induzidos pela ação humana.

No Brasil, os principais fenômenos desencadeadores de desastres naturais são derivados da dinâmica externa do planeta Terra, tais como as inundações e enchentes, escorregamentos de solo e/ou rochas e tempestades. Esses fenômenos acontecem, geralmente, associados a eventos pluviométricos intensos e prolongados, que ocorrem com maior freqüência no verão nas regiões sul e sudeste e no inverno na região nordeste.

Silva et al. (2009) constatou que o Espírito Santo é atingido por pelo menos sete tipos de desastres: inundação gradual, inundação brusca, vendaval, granizo, movimentos de massa, estiagem e erosão marinha, que ocorrem em graus e freqüências distintas nas diversas municipalidades ao longo do estado.

Devido as especificidades da área de investigação escolhida, a capital Vitória, são os movimentos de massa (principalmente escorregamentos), como os ilustrados nas figuras 2 e 3, que protagonizam o presente estudo. Este fenômeno consiste em um importante processo natural que atua na dinâmica das vertentes, compondo um fator de extrema relevância nas dinâmicas que fazem parte da evolução geomorfológica da superfície terrestre.

Entretanto, o crescimento desordenado da ocupação urbana em áreas vulneráveis, sem o adequado planejamento do uso do solo e com a presença massiva de edificações de baixo padrão construtivo, está desencadeando acidentes associados a esses processos, que muitas vezes atingem dimensões de desastres (TOMINAGA et al., 2009).

A urbanização brasileira e seus processos históricos, caracterizada pela apropriação por parte do mercado imobiliário das melhores áreas das cidades e pela ausência, quase total, de disponibilidade de áreas urbanizadas destinadas à moradia popular, forçou as populações de menores condições financeiras a resolver seus problemas de moradia ocupando áreas menos valorizadas pelo mercado. Nesse processo, áreas ambientalmente frágeis, como margens de rios, mangues e encostas íngremes foram ocupadas de forma irregular e precária (CARVALHO et al., 2007). Assim,

> "Analisando os locais onde acontecem esses sinistros, percebe-se que não existem aspectos básicos de planejamento, muito pelo contrário, notam-se os seguintes fatores: grande número de

> residências, grande concentração populacional, baixo aspecto construtivo das edificações, desmatamento, acúmulo de lixo. Soma-se a esses a possibilidade de alterações climáticas desfavoráveis" (SILVA et al., 2009, p. 10)

Figura 2 – Escorregamento de solo no bairro Joana D'arc.

Fonte: Defesa Civil Municipal de Vitória, 2013.

Dialogando com Silva et al. (2009) é possível perceber que a urbanização espírito-santense não fugiu ao padrão do restante do país, tendo se orientado às margens dos rios ou em encostas íngremes. Segundo o autor, essa problemática se intensificou a partir da década de 1960, devido ao crescimento populacional impulsionado pela implantação de grandes obras nos centros mais desenvolvidos do estado. Com a finalização destas obras e o inchaço populacional gerado por elas, as periferias da Grande Vitória se expandiram rapidamente, ocupando ainda mais as áreas de encostas, mais expostas à ação de eventos geológicos e geomorfológicos.

Essa ocupação precária ocasiona um aumento da vulnerabilidade destas áreas já naturalmente frágeis, culminando no surgimento de setores de alto risco que,

somados a períodos de chuvas intensas e prolongadas, têm sido plano de fundo dos mais diversos eventos destrutivos e desastres, afinal:

> “Na doutrina nacional de defesa civil, o desastre é conceituado como resultado de ventos adversos, naturais ou provocados pelo homem, em ecossistemas vulnerável, causando danos humanos, materiais e ambientais e consequentes prejuízos econômicos e sociais” (SILVA et al., 2009, p. 10).

Figura 3 – Evento destrutivo no bairro Joana D’arc.

Fonte: Defesa Civil Municipal de Vitória, 2013.

Em conformidade com Santos (2015) notamos também que esses problemas, entretanto, não se distribuem de forma homogênea pelo espaço urbano. Eles ocorrem principalmente nas localidades ocupadas por populações mais vulneráveis, que não apresentam capacidade de absorver esses distúrbios ou se recuperar após a ocorrência de eventos destrutivos.

A retirada da cobertura vegetal, os assoreamentos, a alteração no curso natural dos córregos e rios, a ocupação das encostas e demais áreas de maior declividade, o aumento da impermeabilização e da quantidade e da velocidade

do escoamento superficial que interferem diretamente nos processos naturais, criando riscos emergentes para a população (SANTOS, 2015).

O autor (op. cit) ressalta que nos ambientes urbanos essas dinâmicas tomam proporções ainda maiores, devido à escassez de espaços, ao elevado nível de alterações antrópicas, a concentração demográfica, e a segregação territorial, que gera, em determinados casos, o surgimento das chamadas áreas de risco, que são localidades que possuem maior possibilidade de serem afetadas por eventos destrutivos ou desastres.

Um evento geológico pode se tornar um acidente ou desastre ao gerar consequências sociais e econômicas (perdas e danos) ou se referir a um evento quando não se há registro de perdas ou danos relacionados a ele. Desta forma, podemos atribuir suscetibilidade a uma área cujos fenômenos possuem possibilidade de ocorrência como um evento sem danos, enquanto risco está relacionado à possibilidade de que o fenômeno ocorra e provoque consequências sociais e econômicas (CERRI; AMARAL, 1998 apud TOMINAGA et al., 2009)

Essas áreas, segundo Santos (2015), são normalmente constituídas por ambientes legalmente protegidos dotados de elevada fragilidade ambiental e rejeitados pelo mercado imobiliário, onde a precariedade do controle e da fiscalização facilita a ocupação irregular, que, geralmente, é efetivada de forma precária por populações sem grande poder aquisitivo e de investimento na edificação de moradias e infraestruturas.

Partindo deste pressuposto e da gravidade da problemática, torna-se necessária a inclusão de medidas e procedimentos de gerenciamento de risco associados aos programas de urbanização e ordenamento territorial dos municípios e governos estaduais e federais, com o intuito de mitigar e evitar novas catástrofes e perdas humanas e materiais.

Santos (op. cit) observa também que no Brasil, a suscetibilidade a esses eventos é mais evidente quando associada a eventos hidroclimáticos intensos. Sendo mais crítica a situação nas localidades ocupadas por populações que apresentam maior vulnerabilidade social, não dispondo de condições de infraestrutura para enfrentar essas adversidades. A problemática se agrava

quando aliada à precariedade da população e da ocupação do espaço se evidencia a baixa capacidade de resposta por parte do poder público com medidas adequadas as situações de crise.

Evidencia-se, assim a necessidade de projetos que visem identificar estas localidades de maior fragilidade ambiental e social e atuar efetivamente sobre elas e suas problemáticas cotidianas, a fim de erradicar ou reduzir significativamente a possibilidade de ocorrência de eventos destrutivos relacionadas às dinâmicas naturais do relevo nestas regiões, evitando perdas humanas e econômicas futuras. É importante também, se criar mecanismos de rápida atuação pós desastre, para solucionar de forma rápida e eficiente os danos causados em caso de ocorrência destes.

Para tal, em acordo com Carvalho et al. (2007) o gerenciamento das áreas de risco de deslizamentos, enchentes e inundações, exigem dois fundamentos principais: a Previsão e a Prevenção. O primeiro possibilita a identificação das áreas de risco e indica as áreas e localidades mais propensas à ocorrência de acidentes (definição espacial = onde), estabelecendo também as condições e circunstâncias destes processos (definição temporal = quando). Já a segunda busca municiar possíveis medidas preventivas, visando impedir a ocorrência dos processos ou reduzir de forma significativa suas abrangências e magnitudes, minimizando os impactos e agindo de forma direta sobre o relevo, as construções ou até mesmo a própria população.

> “Dois elementos são essenciais na formulação do risco: o perigo de se ter um evento, fenômeno ou atividade humana potencialmente danosa e a vulnerabilidade, ou seja, o grau de suscetibilidade do elemento exposto ao perigo. Isso indica que o impacto do desastre dependerá das características, probabilidade e intensidade do perigo, bem como da vulnerabilidade das condições físicas, sociais, econômicas e ambientais dos elementos expostos” (TOMINAGA et al., 2009, p. 150).

Com base nos autores supracitados, podemos concluir que o fator risco é uma variável calculável, pois um processo potencialmente perigoso passa a se tornar um risco para a sociedade do entorno a partir do momento em que a possibilidade de sua ocorrência é constatada.

Apesar de um grande número de perigos impostos por processos naturais serem inevitáveis, os desastres não são. A investigação de eventos que ocorreram no passado e o monitoramento da situação no presente possibilitam entender e prever a ocorrência de futuros perigos, permitindo à comunidade ou ao poder público adotar medidas que possam minimizar ou extinguir o risco de um desastre (UN-ISDR, 2004 apud TOMINAGA et al., 2009).

Neste ponto de vista, esta pesquisa discorrerá sobre a possibilidade de aplicação da metodologia de Fragilidade Emergente e Potencial (ROSS, 1994;1997) para os estudos da temática, criando produtos que propiciem o fundamento da Previsão e utilizando-os também propiciar discussões e debates a respeito do papel do poder público na Prevenção, instrumentalizando metodologicamente e tecnicamente principalmente aquelas municipalidades sem estudos abrangentes e grande disponibilidade de investimentos na área. Afinal,

> "A avaliação do perigo é resultante da combinação das informações do meio físico (tipo de solo, declividade, clima, etc.) e do mapa de inventário de processos como os de escorregamentos e de erosão. Os atributos descritos neste mapa podem ser analisados qualitativamente, classificando-se, por exemplo, em baixo, médio ou alto perigo. O mapa de perigo representa, portanto, o potencial de ocorrência, em uma área ou região, de processos que podem ser causadores de desastres naturais e, desta forma, contribui com importantes subsídios para o adequado planejamento do uso e ocupação do solo visando o controle e redução dos desastres naturais" (TOMINAGA et al., 2009, p.153).

Partindo deste pressuposto, para a validação de nossos produtos, somaremos a estes informações de ocorrências pretéritas de eventos destrutivos, obtidas por intermédio da Defesa Civil Municipal de Vitória – ES e do Plano Municipal de Redução de Risco (PMRR), com o intuito de verificar os erros e acertos da modelagem proposta na área em estudo, bem como seu grau de confiabilidade.

Por fim, é extremamente importante ressaltar a relevância dos estudos desta natureza, principalmente em um cenário como o do estado do Espírito Santo, onde, segundo Silva et al. (2009), somente 10% dos municípios possui uma

Defesa Civil minimamente atuante. Sendo a realidade destas estruturas apenas a de atuação quando os desastres já ocorreram, sem nenhum (ou quase nenhum) investimento em estudos de previsão ou prevenção, que poderiam mitigar os danos ocasionados por estes eventos destrutivos, resguardando vidas e patrimônios capixabas.

A partir desse ponto de vista, sempre será válida a difusão e aplicação de técnicas e modelos que busquem contribuir para os debates que norteiam esta pesquisa, visando colaborar para o ordenamento territorial, para a gestão dos riscos e desastres e, principalmente, para a melhoria da qualidade de vida da população em geral.

Pensando na atuação do poder público no combate a estas problemáticas, Carvalho et al. (2007), propõe dois grupos de ações de gerenciamento envolvendo áreas de risco de movimentações de massa, enchentes e inundações, sendo medidas estruturais e não estruturais.

As medidas estruturais seriam aquelas em que se aplicam soluções de engenharia e infraestrutura, executando obras de estabilização de encostas, sistemas de drenagem, relocação de moradias, entre outros. No entanto, estas medidas se demonstram extremamente custosas, sobretudo quando se trata de áreas de risco muito extensas ou que apresentam problemáticas de alta complexidade.

As medidas não estruturais seriam aquelas onde se aplicam ações relacionadas às políticas urbanas, como o planejamento urbano, as legislações, os planos de ação das defesas civis e a educação. São consideradas medidas mais acessíveis, por apresentar custos relativamente mais baixos que as medidas estruturais, além de apresentarem bons resultados, principalmente na prevenção dos desastres (CARVALHO et al., 2007).

O planejamento urbano constitui, segundo o autor (op. cit), em um processo minucioso e necessário para fundamentar ações e medidas ligadas à ocupação espacial do município. Isso se torna extremamente relevante, uma vez que o

crescimento e a expansão das cidades, principalmente nos países emergentes, têm ocorrido sem o devido ordenamento do território, gerando assim, um aumento considerável das áreas de risco de desastres.

Vale ressaltar, também, a importância e abrangência das pesquisas científicas como medidas não estruturais, uma vez que o tratamento das situações de risco no planejamento urbano só se torna possível quando reconhecidas as características do estrato geográfico das regiões, e isto só é possível por meio do estudo aprofundado dos fenômenos, suas causas, localização no espaço e análise de ocorrências pretéritas e possíveis conseqüências de ocorrências futuras.

Um dos produtos de maior relevância e aplicabilidade nas ações de prevenção são os mapas ou cartas de risco ou de vulnerabilidade, que estudam, dentre outras coisas, o nível de danos a que a ocupação está sujeita e a possibilidade de ocorrência de desastres em determinadas localidades, de acordo com suas características naturais ou intervenções antrópicas.

No entanto, para Carvalho et al. (2007), o instrumento mais eficaz para reduzir a ocorrência de desastres é a existência de um sistema educativo eficaz, que gere e difunda uma cultura de prevenção na sociedade. Essa educação deveria abranger todos os níveis de ensino, com a inclusão de conhecimentos e experiências que abranjam as espacialidades do entorno, com soluções pragmáticas que possam ser colocadas em prática pela própria população.

Por fim, o autor (op. cit) conclui que a decisão de execução de uma dada medida, seja ela estrutural ou não estrutural, que objetive reduzir ou eliminar os riscos deve ser orientada pelo diagnóstico correto dos cenários potenciais de risco. Pois somente um diagnóstico abrangente e efetivo permitirá uma hierarquização das áreas de risco e o planejamento de ações concretas para solucionar

Assim, projetos desta natureza se tornam extremamente relevantes para a identificação, análise e gestão dos riscos e desastres, uma vez que atuam diretamente em várias frentes de medidas não estruturais, como no planejamento urbano, na pesquisa e na educação, gerando produtos (mapas e estudos) que podem também servir de apoio para o poder público definir possíveis áreas de intervenção por meio de medidas estruturais, contribuindo de forma ímpar para a difusão e qualificação dos estudos relacionados à temática abordada.

2. BASE TEÓRICO-CONCEITUAL

Partindo dos pressupostos geossistêmicos de Sotchava (1976, apud SPÖRL, 2001), discorre-se que a preocupação central dos estudos referentes à Geografia Física, não deve ser apenas o estudo dos componentes da natureza, mas sim, as conexões existentes entre eles, assim o estudo não deve ficar restrito a morfologia das paisagens e suas subdivisões, mas extrapolá-lo para sua dinâmica, não abrindo mão das análises da conexão entre homem e natureza.

De acordo com Grigoriev (1968, apud SPÖRL, 2001), o Estrato Geográfico do planeta é composto pela crosta terrestre, hidrosfera, troposfera, cobertura vegetal e reino animal, que fazem parte de um todo, definindo o ambiente onde vivem os seres humanos. Estes conjuntos de fatores são, então, o estrato geográfico e estão intensamente interligados. Sendo assim, a tarefa dos geógrafos deve ser estudá-los como totalidade, indissociáveis, não isoladamente.

> "As diferentes associações e interações entre os componentes do estrato geográfico definem ambientes dotados de uma dinâmica própria, e devem ser estudados para que se possa, progressivamente, ter um melhor entendimento desta relação, propiciando uma melhor organização do espaço e minimizando a degradação ambiental" (SPÖRL, 2001, p. 11).

Em conformidade com as idéias propostas por Ross (1997), compreendemos que as formas do relevo, assim como tudo na natureza ou na sociedade, não ocorrem por obra do acaso. Assim, da mesma forma como não existem duas pessoas completamente iguais, também não há de existir duas formas de relevo totalmente iguais entre si. Pode-se, no entanto, verificar que existem determinados conjuntos ou agrupamentos que guardam um elevado grau de semelhança entre si, devido a alguns fatores e elementos ali presentes. Conforme o autor:

> "O maior ou menor grau de semelhança entre as formas de relevo tem muito a ver com sua gênese, idade e sobretudo os processos (dinâmicos) que atuam no presente ou que atuaram no passado e

> que são os responsáveis pela geração das formas. As forças que determinam a atuação dos processos geradores das formas do relevo ou seja, a morfodinâmica, são de duas origens, e W. Penck denominou-as de forças endógenas e exógenas. Desse modo, o relevo é o produto do antagonismo de forças que atuam de fora pra dentro, através da atmosfera e de dentro pra fora, através da litofera e da energia do interior da Terra" (Ross, 1997, p. 7).

Assim, o relevo seria o produto da estrutura, de um lado, e dos agentes que as modelam, do outro, sendo a superfície da Terra uma enorme peça de escultura em processo contínuo e ininterrupto de esculturação e as esculturas quase invisíveis os demais elementos naturais.

No meio deste processo artístico de modelagem superficial do planeta protagonizado pela natureza, nos encontramos, com nossas cidades, sociedades e demais ações de antropização do meio. Isso torna extremamente necessário estudarmos e compreendermos onde nos encaixamos nas dinâmicas de formação e transformação do relevo, pois estamos, se não envolvidos, inseridos nesse processo, uma vez que ocupamos e vivemos sobre esta superfície, sobre o relevo, e suas características e transformações afetam nossos campos e centros urbanos de forma direta. Portanto:

> "A estrutura físico-biológica do estrato geográfico se consubstancia nas diversas "camadas ou componentes da natureza tais como a baixa atmosfera, a hidrosfera, a litosfera e a biosfera. Estas componentes se articulam e interagem de forma tal, que definem mecanismos extremamente complexos de funcionamento e de interdependência. Além do ambiente natural, o meio antrópico é parte fundamental no entendimento do processo, sendo para isso imprenscidível a análise das relações socioeconômicas entre os homens e destes com a natureza. Assim sendo, os estudos ambientais integrados e espacializados no tempo e no território devem contemplar a pesquisa, tanto em nível das disciplinas que representam o todo ou parte dos componentes do "estrato geográfico", como a interrelação entre elas" (ROSS, 1994, p. 65)

Seguindo esta perspectiva, e com a enorme colaboração de Ross (1997), se torna essencial o estudo do relevo em toda a sua complexidade e diversidade

de tipos e formas, que são dinâmicas e se manifestam ao longo do tempo e do espaço de modo diferenciado, em função das mais diversas combinações e interferências múltiplas dos demais componentes do estrato geográfico. São essas combinações que são responsáveis pela evolução e, portanto, pela gênese do modelado da superfície do nosso planeta. Afinal:

> "É preciso, para de entender o que está por trás de cada padrão de forma ou de tipo de vertente, verificar quais as influências de cada componente do estrato geográfico na gênese e portanto na dinâmica atual e pretérita dessas formas. Fica evidenciado que uma simples colina, ou uma exuberante serra ou ainda uma planície de um rio têm sua história evolutiva e consequentemente sua existência encontra explicação; elas não ocorrem por acaso, mas porque uma série de fatores naturais possibilitaram seu aparecimento e garantem sua funcionalidade e evolução contínua" (ROSS, 1997, pg. 10).

Nesse processo homens e mulheres, como seres sociais, interferem criando novas dinâmicas e processos, ao construírem e reorganizarem os espaços físicos, com a implantação de um sem número de estruturas e sistemas. Todas essas alterações ao ambiente natural modificam o equilíbrio de uma natureza que não é estática, mas que apresenta quase sempre um dinamismo harmonioso em evolução estável e contínua, quando não interrompida pelas ações antrópicas (ROSS, 1997).

Em vista disso, é evidente que as ações elaboradas pela sociedade no ambiente devem ser precedidas por um cuidadoso entendimento dos ambientes e das leis que regem o seu funcionamento, e para isso é necessária a elaboração de diagnósticos ambientais adequados, visando mitigar os efeitos negativos que podem se suceder desta transformação do meio, tanto em relação à natureza, quanto em relação a possíveis danos humanos ou financeiros às nossas cidades, uma vez que

> "O homem ao fazer parte do ambiente como elemento ativo é capaz de modificar a paisagem. Ele possui a capacidade de alterar solos, vegetação, condições hidrológicas, formas de erosão, introduzindo desta forma modificações no sistema, as quais, podem propiciar desequilíbrio ou novos arranjos que atingem o estado de equilíbrio

> funcional e o colapso. A modificação da paisagem é atingida através das alterações nas relações de suas variáveis" (SPÖRL, 2001, p. 12).

Desse modo, segundo Tricart (1977), que por meio da análise dos ambientes sob o prisma da Teoria de Sistemas, se parte do pressuposto de que na natureza as forças de energia e matéria se encontram em relações de equilíbrio dinâmico. No entanto, este equilíbrio pode ser alterado pelas intervenções antrópicas nos diversos componentes da natureza, gerando estados de desequilíbrio que podem ser temporários ou até mesmo permanentes. Assim, ambientes em equilíbrio dinâmico são classificados como estáveis, e os em desequilíbrio, instáveis.

De acordo com Spörl (2001) essas mudanças que ocorrem nas paisagens são resultado da interação entre os condicionantes do meio físico, e as atividades humanas. A intensidade da transformação resultando desta dinâmica depende primeiramente do esforço (ou tensão) aplicada ao sistema por homens e mulheres, e posteriormente, do grau de fragilidade do próprio sistema.

Como discorrido anteriormente, os componentes do estrato geográfico devem ser analisados como parte de um todo, sendo indissociáveis, sendo assim, alteração antrópica em um destes componentes de um sistema em estado dinâmico se refletirá de uma forma ou de outra sobre os demais componentes deste sistema, modificando o estado de equilíbrio dinâmico anterior às ações humanas (ROSS, 1997).

Para Spörl (2001) essas interferências no ambiente são intensificadas, pois, a sociedade reproduz e reordena o espaço, ou então, provoca alterações em função da utilização predatória dos recursos naturais, sem uma preocupação com a conservação da natureza.

O termo fragilidade ambiental, então, seria uma medida de sensibilidade intrínseca dos ecossistemas às pressões ambientais, associadas também às possíveis ameaças que sejam capazes de perturbar o equilíbrio dinâmico de um sistema (RATCLIFFE, 1971 apud VALLE et al., 2015). Os sistemas ambientais podem, no entanto, responder de formas distintas às alterações humanas nos componentes do estrato geográfico, como o relevo, o solo, o

clima e a cobertura vegetal. Assim, mapear a fragilidade ambiental de uma região ou localidade permite definir quais são as áreas mais frágeis e que necessitam de maior atenção, pois sua má utilização pode resultar no comprometimento de todo o sistema. O grau de impacto sobre o equilíbrio de um sistema, dependendo do tipo de intervenção, pode variar de acordo com as características do ambiente, ou seja, de sua fragilidade ambiental (FRANCO et al., 2013 apud VALLE et al., 2015).

Torna-se evidente, então, a necessidade de se entender o significado da aplicação dos conhecimentos geomorfológicos na implantação de qualquer atividade antrópica significativa na superfície terrestre. Para Ross,

> "No ambiente, como na questão da saúde, é preciso ter uma postura mais voltada para o preventivo do que para o corretivo. Da mesma maneira que é mais fácil e mais econômico prevenir-se das doenças do que curá-las, na natureza certamente é bem menor o custo da prevenção de acidentes ecológicos e da degradação generalizada do ambiente do que corrigir e recuperar o quadro ambiental deteriorado" (ROSS, 1997, p. 17).

Seguindo o contexto proposto, a Geografia como um todo, e especificamente a Geomorfologia, são de grande importância no sentido de inventariar e analisar os quadros ambientais, que são antes de qualquer coisa um espaço, humanizados ou não, fundamentalmente geográficos. No entanto, é importante citar Ab'Sáber (1994), lembrando que a previsão de impactos em uma determinado recorte espacial é uma operação técnico-científica essencialmente multidisciplinar e de extrema importância,

> "Primeiro, porque revela o nível de esclarecimento atingido pela sociedade do país em relação à capacidade de antever quadros futuros da organização espacial de seu território. E, num segundo nível, porque é também um bom indicador da força de pressão social dos grupos esclarecidos em relação ao bom uso dos instrumentos legais para garantir previamente um razoável quadro de qualidade ambiental e ordenamento territorial. Por último, porque é um excelente teste para avaliar a potencialidade da legislação disponível, assim como a sua aplicabilidade a casos concretos. Nesse sentido, as tarefas de previsão de impactos incluem todo um estoque de

> interdisciplinaridade, voltado para posturas culturais de interesse social e relevância para os cenários do futuro" (AB'SABER, 1994, p. 27).

Assim, o autor (op. cit) destaca a importância de estudos aprofundados das características intrínsecas às áreas de estudo anteriormente à realização de alterações antrópicas de grandes dimensões. Essas características de estrutura, composição e dinâmicas foram denominadas pelo autor como *Espaço Total,* sendo este o produto das ações e organizações humanas impostas à determinada área ao longo do tempo.

Desse modo, os estudos a respeito de impactos ambientais, e aqui incluímos também os desastres naturais induzidos (ou potencializados) pelos seres humanos, devem pressupor um entendimento das ações humanas sobre o meio e de sua gênese, levando em consideração os atributos remanescentes de um espaço herdado da natureza. Desta forma, Ab'Sáber (1994), destaca que devemos compreender o funcionamento dos fluxos vivos da natureza (alterados mas não inteiramente eliminados) e a história de formação e ocupação dos espaços criados pelos seres humanos. Destacando que,

> "Na realidade, o espaço total é que inclui todo o mosaico dos componentes introduzidos pelo homem — ao longo da história — na paisagem de uma área considerada participante de um determinado território. O termo paisagem é usado aqui como o suporte geoecológico e bioecológico modificado por uma infinidade variável de obras e atividades humanas. O conceito de espaço total, aplicado a uma área de organização complexa [...] envolve os componentes dos agroecossistemas regionais, os ecossistemas urbanos da região em sua plenitude e os eventuais remanescentes, bem preservados ou muito perturbados, dos ecossistemas naturais. Anos atrás, aquilo que hoje designamos como espaço total era chamado simplesmente de espaço humanizado, o que, de certa forma, não é totalmente errado, mas certamente se trata de uma expressão muito genérica e pouco analítica. Para os objetivos de um estudo de previsão de impactos, não basta dizer que se trata de uma região humanizada, por oposição a uma região predominantemente selvática ou silvestre. A beira dos grandes rios, riozinhos e igarapés da Amazônia é significativamente "humanizada". Esse termo se aplica indiferentemente ao complexo do mundo urbano industrial, aos sertões do Nordeste Seco ou às bacias

> urbanas de diferentes padrões e níveis de modernidade. Daí por que cada caso é um caso, dentro de certa abrangência espacial, a ser considerado em sua estrutura de sistemas ecológicos, naturais e antrópicos, para fins de previsão de impactos de projetos a serem inseridos na trama de seu espaço total" (AB'SABER, 1994, p. 29).

Nesta perspectiva, uma visão global incluindo a natureza e a sociedade se demonstra fundamental quando se pretende executar diagnósticos ambientais. Para Ross (1995), a ausência desta visão global pode ocasionar a obtenção de entendimentos parciais e incompletos da realidade, induzindo à possíveis decisões futuras erradas ou insatisfatórias.

Com o intuito de obter uma melhor compreensão da área de estudos em sua totalidade, a partir da análise de características naturais e intervenções antrópicas, foram compilados aspectos diversos do estrato geográfico da região, utilizando atributos da declividade, dos solos e do uso e ocupação da terra, classificados em acordo com a proposta metodológica de Ross (1994; 1997) para encontrar as localidades ambientalmente mais frágeis do município, por meio dos mapas de Fragilidade Emergente e Fragilidade Potencial, cuja aplicação e abrangência para estudos da natureza de gestão de riscos e desastres.

2.1. CONCEPÇÃO DA FRAGILIDADE DOS AMBIENTES

Em função das problemáticas ambientais e sociais ocasionadas pela prática de um modelo econômico predatório na trajetória história de nosso país, que contribuiu de maneira significativa para a degradação generalizada dos recursos naturais, torna-se cada dia mais necessária a elaboração de modelos de planejamento físico-territorial que leve em consideração não só a perspectiva econômico-social, mas, com a mesma relevância, a ambiental, com vistas a um desenvolvimento sustentável, e que leve em conta também as fragilidades dos distintos ambientes naturais diante as mais diversas inserções antrópicas no meio. Nesse sentido, se mostra necessário que as intervenções humanas no espaço sejam melhor planejadas, seguindo como diretrizes as potencialidades dos recursos naturais e humanos e as fragilidades dos ambientes (ROSS, 1994). Conforme o autor:

> “A fragilidade dos ambientes naturais face as intervenções humanas é maior ou menos em função de suas características genéticas. A princípio, salvo algumas regiões do planeta, os ambientes naturais mostram-se em estado de equilíbrio dinâmico até o momento em que as sociedades humanas passaram progressivamente a intervir cada vez mais intensamente na exploração dos recursos naturais” (ROSS, 1994, p. 64).

Seguindo este raciocínio, o autor (op. cit) afirma que os estudos de um determinado território pressupõem o entendimento das dinâmicas e processos de funcionamento do ambiente com e sem a intervenção das ações antrópicas. Sendo assim, a elaboração de um zoneamento ambiental deve partir da utilização de uma metodologia de trabalho que privilegie a compreensão dos atributos do ambiente natural, e do meio sócio econômico, visando buscar a cooperação de diversas áreas científicas específicas, partindo de uma síntese do conhecimento relacionado à realidade da espacialidade a ser investigada.

Entende-se, então, que o zoneamento ambiental não deve ser realizado a partir de uma leitura fria da paisagem, sendo necessária a inserção da análise do processo de ocupação que direciona o desenvolvimento e a ocupação do território, junto à apropriação de seus recursos naturais. A respeito disso é possível ressaltar que

> “Diante destes conhecimentos, as sociedades humanas não devem ser tratadas como elementos estranhos a natureza e portanto aos ecossistemas onde vivem. Ao contrário, precisam ser vistas como parte fundamental desta dinâmica representada através dos fluxos energéticos que fazem o sistema como um todo funcionar. Entretanto as progressivas alterações até então inseridas pelas sociedades humanas nos diferentes componentes naturais, afetam cada vez mais a funcionalidade do sistema e com freqüência induzem a graves processos degenerativos ao ambiente natural, em um primeiro momento, e a própria sociedade em prazos mais longo. Por isso é cada vez mais urgente que se faça inserções antrópicas absolutamente compatíveis com a potencialidade dos recursos de um lado e com a fragilidade dos ecossistemas ou ambientes naturais de outro” (ROSS, 1994, p. 65).

Uma proposição adequada de zoneamento ambiental deve, então, refletir a integração de áreas do conhecimento técnico-científico na medida em que se pretende averiguar da maneira mais completa possível as potencialidades do meio natural, visando a adequação dos programas de desenvolvimento e dos organismos institucionais a uma relação de harmonia com o meio natural, pautando o ordenamento territorial em princípios e pressupostos do desenvolvimento sustentável ou conservacionista (ROSS, 1994).

A partir desta perspectiva, Ross (op. cit), propõe algumas etapas metodológicas para a realização do mapeamento da Fragilidade Ambiental Empírica do meio, que permite averiguar as fragilidades das localidades de forma integrada, compatibilizando as características naturais de seu estrato geográfico com suas restrições.

Seguindo a proposta do autor, a análise da fragilidade exige alguns estudos básicos, como a declividade, a geologia, o solo, a vegetação, precipitação e o uso e cobertura da terra, que devem ser analisados por meio de relatórios técnicos sintéticos e analisados de forma integrada.

Segundo Villela e Ross (2004), os conceitos ecodinâmicos de Tricart (1977) foram utilizados por Ross (1997), que inseriu novas variáveis para a classificação das unidades, definindo o conceito de Unidades Ecodinâmicas Instáveis, que foram definidas como aquelas em que as intervenções humanas modificaram de forma intensa os ambientes, enquanto as Unidades Ecodinâmicas Estáveis configuram-se como aquelas que foram poupadas da ação antrópica direta, se encontrando em seu estado natural, ou muito próximo a ele. Conforme Villela e Ross (2004):

> "Na adequação das classificações para o planejamento ambiental, ROSS (1994) definiu que as Unidades Ecodinâmicas tanto estáveis quanto instáveis possuíam vários graus de instabilidade, variando desde o grau de instabilidade mais fraca até o grau de instabilidade mais forte. Estes graus de instabilidade seriam emergentes nas Unidades Ecodinâmicas Instáveis e potenciais nas Unidades Ecodinâmicas Estáveis, já que apesar do equilíbrio dinâmico existe sempre uma instabilidade previsível em razão das próprias

> características naturais e da possível alteração do meio pela sociedade humana. Na verdade, o enfoque da Ecodinâmica e sua identificação em unidades voltam-se para corrigir aspectos desfavoráveis do meio e facilitar a exploração dos recursos ecológicos, por sempre haver a evidência do ”antinomismo” chamado por TRICART (ROSS, 2001): a cobertura vegetal, que constitui os produtores primários e a base do ecossistema, e oposição à morfodinâmica, que é o fator limitante do ecossistema” (ROSS; VILLELA, 2004, p. 8).

Sob a ótica ecodinâmica, Ross (1994), classificou os meios morfodinâmicos em três grandes grupos, em função da intensidade dos processos atuais, sendo a estabilidade produto da relação entre atmosfera e litosfera, bem como seu equilíbrio dinâmico. Esses grupos são os meios estáveis, onde a pedogênese predomina sobre a morfogênese; os meios integrados, onde ambos os processos atuam de forma equilibrada (ou quase) sobre um mesmo espaço; e os meios fortemente instáveis, onde a morfogênese predomina na geodinâmica, gerando fenômenos catastróficos, que são evidências de uma situação de desequilíbrio dinâmico.

Em suma, para a concretização desta base teórica, o autor (op. cit) baseou seus estudos na teoria de sistemas expressa por Tricart (1977), com a denominação de Unidades Ecodinâmicas, que lhe permitiu inserir as categorias Unidades Ecodinâmicas Estáveis (*Fragilidade Potencial*) para as áreas em equilíbrio dinâmico e Unidades Ecodinâmicas Instáveis (*Fragilidade Emergente*), para as áreas modificadas pela ação antrópica. Essas categorias, por sua vez, devem construir os produtos cartográficos com identificação dos polígonos de diferentes graus e padrões de fragilidade, sendo o último o mapa síntese. Com isso,

> “As Unidades Ecodinâmicas foram classificadas por Tricart (op. cit) em três categorias: meio estável, meios integrados e meios fortemente instáveis, propondo também a cartografação destas unidades da paisagem através da Carta Ecodinâmica. Nas áreas que prevalece os processos morfogenéticos são entendidas como instáveis, enquanto que na que predominam a pedogênese são as estáveis. Quando há um equilíbrio entre ambas é definida com

> estabilidade intermediária. Com base no conceito da Ecodinâmica, visando aplicações ao Planejamento Ambiental, Ross (1994) acrescenta novos critérios estabelecendo a Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados, compreendendo a fragilidade potencial, que relaciona os fatores naturais da paisagem; e a fragilidade emergente, relacionando a fragilidade potencial com a cobertura do solo e as alterações antrópicas" (SILVEIRA, 2007 apud NARDOTO, 2013, p. 25).

Partindo dos pressupostos acima expostos, para elaboração destes produtos devem-se seguir alguns procedimentos operacionais, sendo o *Mapa de Fragilidade Potencial* produto da análise integrada dos fatores relevo (declividade) e solo (grau de erodibilidade) e o *Mapa de Fragilidade Emergente* o produto do cruzamento entre a fragilidade potencial com as alterações antrópicas ocorridas ao meio, expressa pelo estudo do uso e cobertura da terra.

Desta forma, buscaremos associar os produtos gerados ao estudo da gestão de riscos e desastres naturais, verificando ou não a aplicabilidade da metodologia para este fim, com o intuito de municiar possíveis pesquisas e órgãos públicos na prevenção e mitigação de danos ocasionados por eventos destrutivos futuros. Caso aplicável, este método pode ser de grande valia para as organizações competentes, tendo em vista o baixo custo e desgaste em sua produção e elaboração, o que o torna um excelente ponto de partida na identificação e demarcação de possíveis áreas de risco e suscetibilidade, uma vez que o zoneamento de áreas de risco

> "Compreende a identificação dos processos destrutivos atuantes, a avaliação do risco de ocorrência de acidentes e a delimitação e distribuição espacial de setores homogêneos em relação ao grau de probabilidade de ocorrência de processos ou mesmo ocorrência de risco, estabelecendo tantas classes como necessárias. Permite individualizar e caracterizar cada um dos setores, fornecendo informações sobre aos diversos níveis de suscetibilidade ao qual estão submetidos" (CARVALHO et al., 2007, p. 44).

Para qual, devido às características de abordagem, o *Mapa de Fragilidade Potencial* está associado às áreas de suscetibilidade, e o *Mapa de Fragilidade Emergente* demonstraria as áreas de risco propriamente ditas. Assim, os elementos seriam delimitados espacialmente e classificado de acordo com as características presentes em seu estrato geográfico, com a utilização de ferramentas de SIG e de Sensoriamento Remoto, como será apresentado a seguir.

A fragilidade na área de estudos e dada como emergente, devido ao alto nível de intervenções antrópicas ocorridas no meio. Há assim uma classificação de graus de potencias de instabilidade, em conformidade com o que é exposto em Villela e Ross (2004), ordenados em classes de fragilidade (de muito alta a muito baixa), conforme a correlação entre os produtos intermediários. Estas classes mostrarão a potencialidade à instabilidade ocasionada pelos processos morfodinâmicos e serão averiguadas quanto a possibilidade de sua aplicação em mapeamentos e estudos de áreas de riscos e na gestão de riscos e desastres.

2.2. OS SIGS NA GESTÃO DE RISCOS E DESASTRES

A obtenção de dados e de informações sobre a distribuição geográfica de recursos naturais, elementos sociais e demais temáticas sempre foi uma importante prática das sociedades. Dialogando com Carvalho et al. (2007), vemos no entanto, que até recentemente este tipo de estudo era efetuado com documentos e mapas em papel, impedindo uma análise que combinasse diversos mapas e compilasse seus dados. Com o desenvolvimento da tecnologia de informática, foi possível armazenar e representar essas informações em ambiente computacional, abrindo espaço para o desenvolvimento de técnicas de Geoprocessamento, que nesse contexto, denota o conjunto de tecnologias de coleta, tratamento e desenvolvimento de informações espaciais.

Dentre estas tecnologias, o SIG (Sistema de informações Geográficas) se refere ao conjunto de instrumentos computacionais que processam dados de

natureza espacial, o que permite a realização de análises complexas ao integrar dados de variadas fontes e permitir a criação de bancos de dados georreferenciados. Tornando possível também automatizar a produção de documentos cartográficos. Em suma, é possível afirmar que estes programas e técnicas são sistemas voltados à aquisição, análise, armazenamento, manipulação e apresentação de informações espacializadas.

Neste projeto, para a realização da identificação e delimitação das áreas de fragilidade potencial e emergente, optou-se por utilizar um Sistema de Informações Geográficas – SIG de forma integrada com ferramentas e conceitos de Sensoriamento Remoto, a fim de que os resultados obtidos possam, de fato, municiar o planejamento ambiental e ordenamento territorial da área em estudo, e servir como base e auxílio à realização de análises similares em outras localidades pelo país, contribuindo de forma significativa para o debate da temática e para a execução de ações de previsão e prevenção de desastres. Afinal,

> "Hoje, a industrialização e comercialização concentram-se nas cidades metropolitanas, o que resulta em um crescimento rápido da população urbana. Para resolver os problemas causados por esse crescimento, há a necessidade de se elaborar um plano diretor do desenvolvimento urbano. Para isso, o primeiro passo é obter as informações dos usos atuais do solo para que possam projetar seu controle no futuro. Graças às técnicas de sensoriamento remoto via satélite e Sistema de Informações Geográficas (SIG) (Geographical Informations System – GIS), os mapas atuais e históricos de usos do solo com alta resolução espacial podem ser adquiridos para acompanhar suas evoluções. Além disso, as novas técnicas que utilizam as características espectrais, espaciais e temporais dos dados, adquiridas via satélite, permitem uma análise profunda dos fenômenos urbanos, tais como população, qualidade de moradia, usos inadequados do solo, conservação de energia e invasão de terra e fornecem uma ferramenta eficiente para adequação do planejamento na expansão urbana" (LIU, 2006, p. 509).

A adoção deste sistema se justifica pelo fato de que as tecnologias associadas aos SIGs vêm obtendo avanços grandiosos nas últimas décadas, motivados pela facilidade e eficiência que seu uso tem apresentado nas mais diversas áreas técnicas e de pesquisa, como os estudos de cunho geoambientais. Nestes, especificamente, a utilização destas técnicas mostrou-se de enorme valia, uma vez que os estudos da temática requerem a análise e manipulação de uma significativa gama de dados, que precisam estar corretamente referenciados no espaço geográfico (georeferenciados), de forma a permitir o trabalho técnico a partir de planos de informações, que podem ser relacionados (NARDOTO, 2013).

Os produtos adquiridos por meio de técnicas de Sensoriamento Remoto e SIG, segundo Liu (2006), fornecem um fluxo contínuo de informações com alta frequências temporais e espaciais sem precedentes, sendo utilizadas por diversos campos da ciência como uma ferramenta fundamental na construção de métodos de pesquisa e suas diversas aplicações no monitoramento das evoluções dinâmicas do mundo real.

O Sistema de Informação Geográfica (SIG) é um modelo dinâmico construído por intermédio de um banco de dados digitais organizados para facilitar a atualização e aplicação de dados georreferenciados de infinitas camadas de informação no planejamento e na otimização de uma determinada tarefa. O SIG é empregado na integração e análise de dados provenientes de fontes dispersas, como imagens digitais de satélite, mapas digitais de usos de solo, topográficos, hidrologias, vegetação, dentre outros (LIU, 2006). Sendo assim,

> “A principal função de um SIG é armazenar, recuperar, analisar e gerar mapas desejados em um sistema de software implantado no computador para aprimorar o plano de manejo dinâmico.[...] os mapas de base cartográfica, que freqüentemente são usados na construção de modelo SIG, constituem diferentes tipos de dados geográficos, como imagens digitais de satélites, mapas de usos do solo, vegetação e modelos numéricos de terreno com seus atributos definidos nas tabelas de cada mapa temáticos. Portanto, um SIG é formado por interface com o usuário, entrada e integração de dados

> gráficos e tabulares, funções de processamento gráfico e de imagens, visualização e plotagem de dados geográficos" (LIU, 2006, p. 811).

Para gerenciar o banco de dados, vários *softwares* comerciais estão disponíveis, como ArcView, ERDAS, ENVI e SPRING. Esses programas normalmente integram as informações geográficas no banco de dados, compilando os atributos convencionais com objetos geográficos na forma de tabelas e arquivos. No caso específico deste estudo, o programa utilizado foi o *ArcGIS 10.5*, disponível no Laboratório de Cartografia Geográfica e Geotecnologias – LCGGEO do Departamento de Geografia da UFES.

A abordagem interdisciplinar para o mapeamento geomorfológico, visando a definição e o ordenamento de unidades de paisagem que contenham uma série de características, é muito facilitada pelo avanço da informática e pela utilização destes *softwares* e técnicas de SIG's. Zonneveld (1989, apud VILLELA & ROSS, 2004) aceita que a integração cartográfica espacial dos SIGs pode ser usada para a combinação dos elementos (adicionar, subtrair e recombinar ou separar os dados biofísicos de uma unidade mapeada, assim como na evolução de uma paisagem). No entanto, existem uma série de atribuições e atividades mentais que não podem ser programadas ou executadas facilmente por estes *softwares*, justificado pelo fato de que o mapeamento não pode ser apenas uma mera compilação de atributos e dados independentes. Assim, se torna necessária a proposição de análises críticas e metodológicas durante o processo de execução do mapeamento, fato que inclui no processo a necessidade de profissionais qualificados e, de preferência, uma equipe multidisciplinar, que possa extrair dos produtos uma quantidade ainda maior de aplicações e aperfeiçoamentos.

Para Coelho (2009) as aplicações do SIG como instrumento de apoio (e não de decisão) na gestão territorial e ambiental são inúmeras, inicialmente, por serem extremamente eficientes, precisos e qualificados na obtenção de informações espacializadas. Destaca-se também a existência de uma Base de Dados Espaciais que possibilita armazenar, consultar, exibir, alterar e excluir informações georreferenciadas, além de potencialidades diversas como: permitir a ciração de cadastros, gerar relatórios, integrar dados com secretarias e órgãos de gestão pública, entre diversas outras. O autor conclui que

> "Em função desse potencial, os SIGs constituem um ambiente tecnológico e organizacional que tem, cada vez mais, ganho adeptos no mundo todo, não só para as análises geográficas, como para as demais ciências, a exemplo, da Arquitetura, Geologia, Pedologia, Medicina, Biologia (ecologia), etc, caracterizado como um instrumento multidisciplinar de benefícios socioambientais" (COELHO, 2009, p. 107).

Tominaga et al. (2009) destaca também a possibilidade de utilização de técnicas de SIG no estudo de áreas de risco de ocorrência de Desastres Naturais, bem como na sua prevenção, tendo em vista que vários estudos desta natureza vem se desenvolvendo a partir de meados da década de 2000.

A autora supracitada discorre, também, que os mapas de risco representam os resultados da avaliação do risco, a qual se refere à estimativa de extensão dos prováveis danos decorrentes de um desastre natural. Estes danos incluem perdas de vidas ou ferimentos, danos aos recursos da terra e propriedades. Vale ressaltar que

> "A maioria dos mapeamentos de risco tem sido feita apenas em áreas de extensão limitada, devido à complexidade e dificuldade de se fazer a composição do perigo e do potencial de perda. Assim, ainda são poucos os métodos disponíveis na literatura para avaliação e mapeamento de risco" (TOMINAGA et al., 2009, p. 155).

A identificação e qualificação dos riscos é um dos principais suportes técnicos para a operação de políticas de gestão de riscos e desastres. Tanto instrumentalizando o poder público em ações de prevenção e mitigação de desastres, como no fornecimento de subsídios para o trabalho das Defesas Civis municipais e estaduais para a identificação e gerenciamento das diversas situações de risco relacionadas a escorregamentos ou inundações nas áreas urbanizadas (TOMINAGA et al., 2009).

Nesse sentido, Tominaga et al. (op. cit) conclui que a avaliação de risco é fundamental para o planejamento e desenvolvimento das estratégias de redução de desastres. Sendo os procedimentos utilizados diferentes conforme os recortes espaciais e naturezas dos fenômenos abordados. De modo geral, avaliar os riscos envolve o uso sistemático de informações para determinar as possibilidades de ocorrência de determinados eventos e a sua provável

abrangência, e as técnicas de SIG são extremamente eficientes neste sentido. Para tal, a autora sugere que

> "Em relação aos riscos geológicos sugerem-se os seguintes procedimentos: Definir o fenômeno em potencial (localização, dimensão, mecanismos) e as ocorrências anteriores (mapa de inventário ou cadastro); Análise e mapeamento dos fatores condicionantes do meio físico e dos tipos de uso e ocupação do solo, os quais interferem, aumentando ou reduzindo a probabilidade de ocorrência do processo potencialmente perigoso (mapas de perigo); Análise do risco das áreas de perigo em conjunto com a vulnerabilidade e dano potencial do elemento em risco (mapas de risco)". (TOMINAGA et al., 2009, p. 160).

Apesar de ser um modelo metodológico distinto do que será trabalhado neste projeto, é possível constatar diversas convergências entre os modelos propostos por Tominaga et al. (2009) e o modelo que se aplica a este estudo, o gerado por Ross (1994; 1997), o que demonstra uma conversa entre as diferentes técnicas de se identificar e constatar riscos, bem como de aplicação destes estudos na gestão dos riscos e desastres, enriquecendo ainda mais o debate e pluralizando suas técnicas e métodos de desenvolvimento.

Carvalho et al. (2007) defende que estas informações devem ser direcionadas a gestão com o intuito de realimentar o planejamento territorial, com eventuais modificações necessárias, tendo em vista que o crescimento e a expansão das cidades, principalmente nos países emergentes tem ocorrido de forma desordenada, aumentando os riscos de desastres naturais.

Desta forma, os estudos desta natureza intensificam cada vez mais a busca por uma melhor gestão dos riscos e dos desastres, instrumentalizando o debate e a busca por um melhor planejamento das cidades, de forma organizada e funcional, indicando que tipos de atividades podem ou não ocorrer em determinadas áreas e orientando as prioridades de investimentos e os instrumentos urbanísticos que devem ser implementados.

3. METODOLOGIA

Baseado nas propostas metodológicas de Ross (1994; 1997) e tendo como referência trabalhos como os de Gouveia et al.(2014), Ross e Massa (2012), Santos (2015), Coelho (2017) e Spörl (2011), esta pesquisa busca analisar individualmente os componentes do Estrato Geográfico como o relevo, o solo, e o uso e cobertura da terra, bem como a integração destes fatores para a identificação e estudo de possíveis áreas de risco e suscetibilidade à ocorrência de desastres naturais relacionados a movimentações de massa no município de Vitória-ES.

Para atingir este objetivo, utilizamos ferramentas de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) integrado com Sensoriamento Remoto (SR) para elaboração de mapas temáticos relacionando a cada elemento natural supracitado com a área de estudo, por meio da utilização do *software ArcGIS 10.5*, disponível no Laboratório de Cartografia Geográfica e Geotecnologias – LCGGEO do Departamento de Geografia da UFES, com a construção posterior de debates e discussões teóricas e metodológicas por intermédio de trabalhos e pesquisas anteriores de grande relevância para o tema abrangido pelo estudo, como pesquisas supracitadas no corpo deste documento.

Na análise integrada das fragilidades ambientais foram considerados os seguintes fatores: relevo (declividade das vertentes), classes de solo e grau de proteção do solo em relação à cobertura vegetal e/ou tipos de uso da terra. Esses fatores foram organizados em uma matriz de três algarismos, sendo eles a representação de cada um dos elementos supracitados classificados em cinco graus de fragilidade, de acordo com Ross (1994): 1 – Muito Fraco; 2 – Fraco; 3- Médio; 4 – Forte; 5 – Muito Forte.

A variável declividade (Figura 4) foi analisada em conformidade ao trabalho de Coelho (2017), utilizando como base dados ASTER/GDEM, que foram recortados/extraídos do limite territorial, gerando a declividade, e reclassificados com a sequência de comandos – *Extract by Mask*, *Slope* e *Reclassify,* enquadrando as classes e coeficientes em acordo com a metodologia de Ross (1994), como mostra a tabela a seguir:

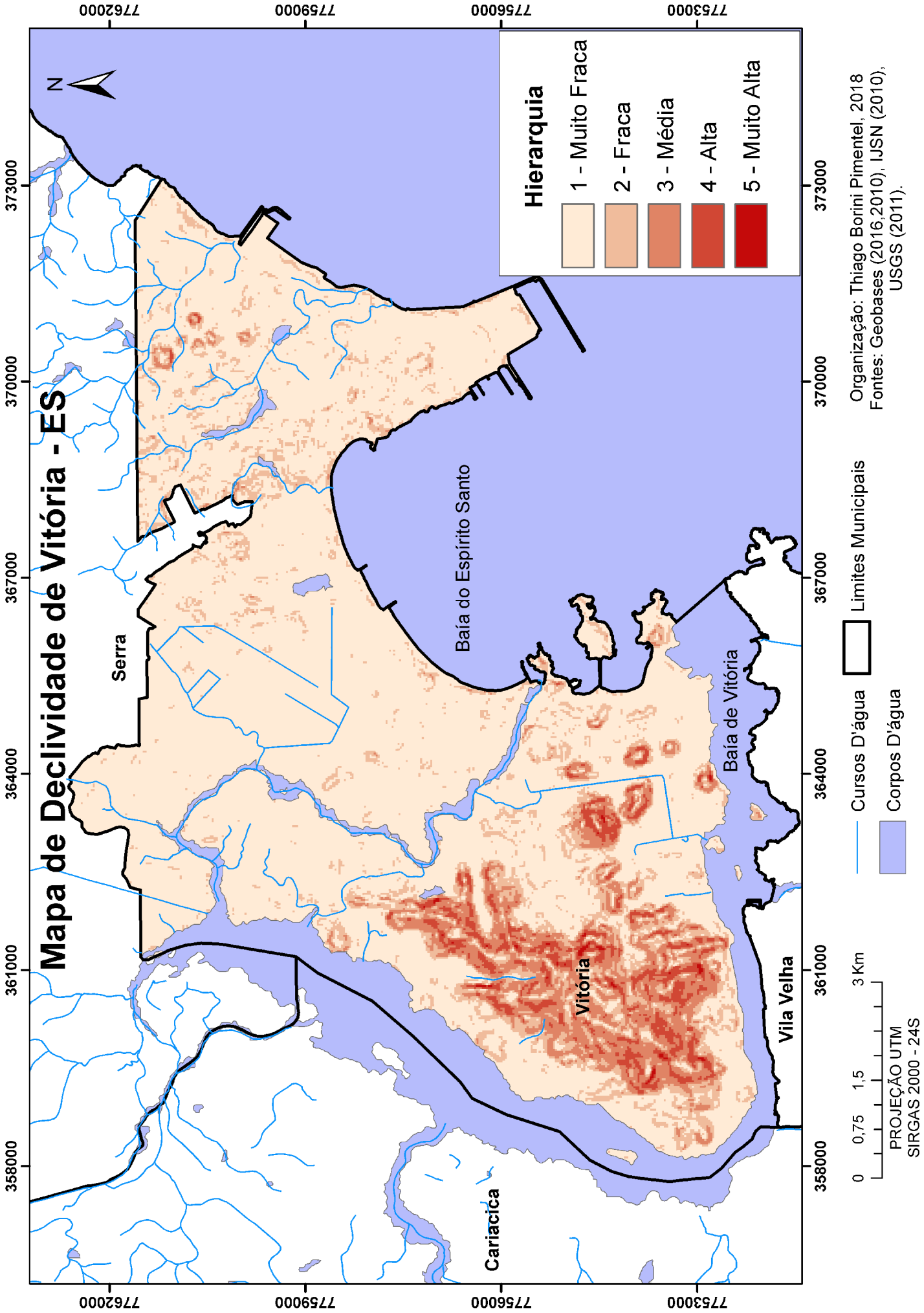


Figura 4 – Mapa de Declividade de Vitória – ES.

Quadro 1. Categoria hierárquica das classes de declividade

Categorias Hierárquicas	Nível de Declividade
1 – Muito Fraca	Até 6%
2 – Fraca	De 6 a 12%
3 – Média	De 12 a 20%
4 – Forte	De 20 a 30%
5 – Muito Forte	Acima de 30%

Fonte: ROSS (1994).

Em relação à variável solo (Figuras 5 e 6), os dados foram adquiridos a partir do GEOBASES, apresentando as classes de solo presentes na área em estudo no ano de 2014, que em momento posterior foram aperfeiçoados e estudados contando com contribuições importantes das pesquisas de Amorim (2017) e Santos (2013) para a adaptação de variáveis encontradas na área em estudo à classificação proposta pela metodologia norteadora deste trabalho. Assim, os dados foram recortados no limite municipal (comando *Clip)*, dissolvidos nas tipologias de solos (comando *Dissolve)*, sendo posteriormente criado um campo numérico "Peso" na tabela de atributos (*Create Field*), onde foram atribuídos coeficientes conforme as classes de solo (Quadro 2). Por fim, foi efetuada a transformação para *Raster* (*Polygon to Raster*).

Quadro 2. Classes de Fragilidade dos solos.

Classes de Fragilidade	Classes de Solo
1 – Muito Baixa	Latossolo Roxo, Latossolo Vermelho escuro e Vermelho Amarelo textura argilosa
2 – Baixa	Latossolo Amarelo e Vermelho-amarelo textura média/argilosa
3 – Média	Latossolo Vermelho-amarelo, Terra roxa, Terra Bruna, Argissolo Vermelho-amarelo textura média/argilosa.
4 – Forte	Argissolo Vermelho- amarelo textura média/arenosa, Cambissolos.
5 – Muito Forte	Neossolos Litólicos e Neossolo Quartzarênico

Fonte: Adaptado de ROSS (1994).

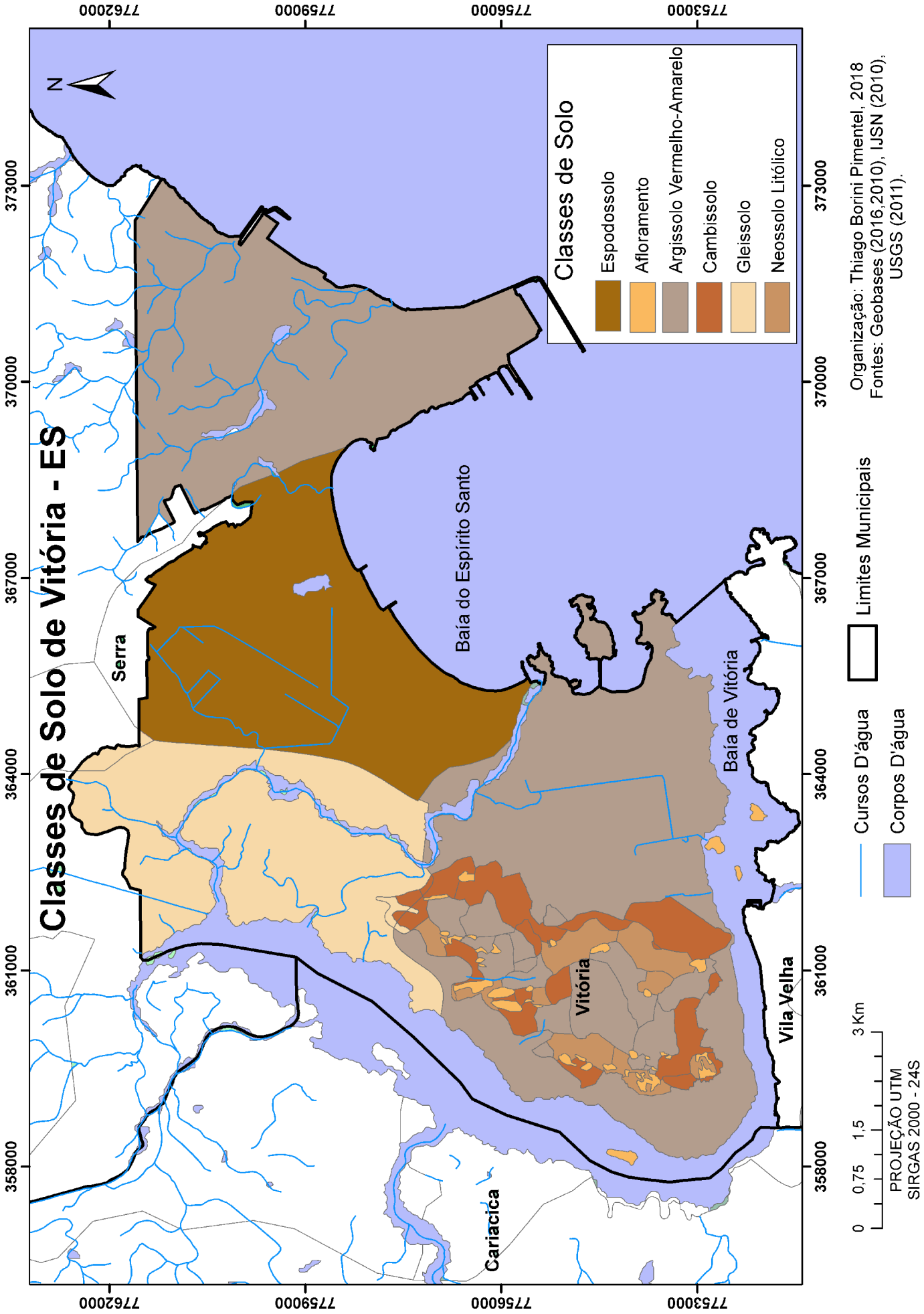


Figura 5 – Classes de Solo de Vitória – ES.

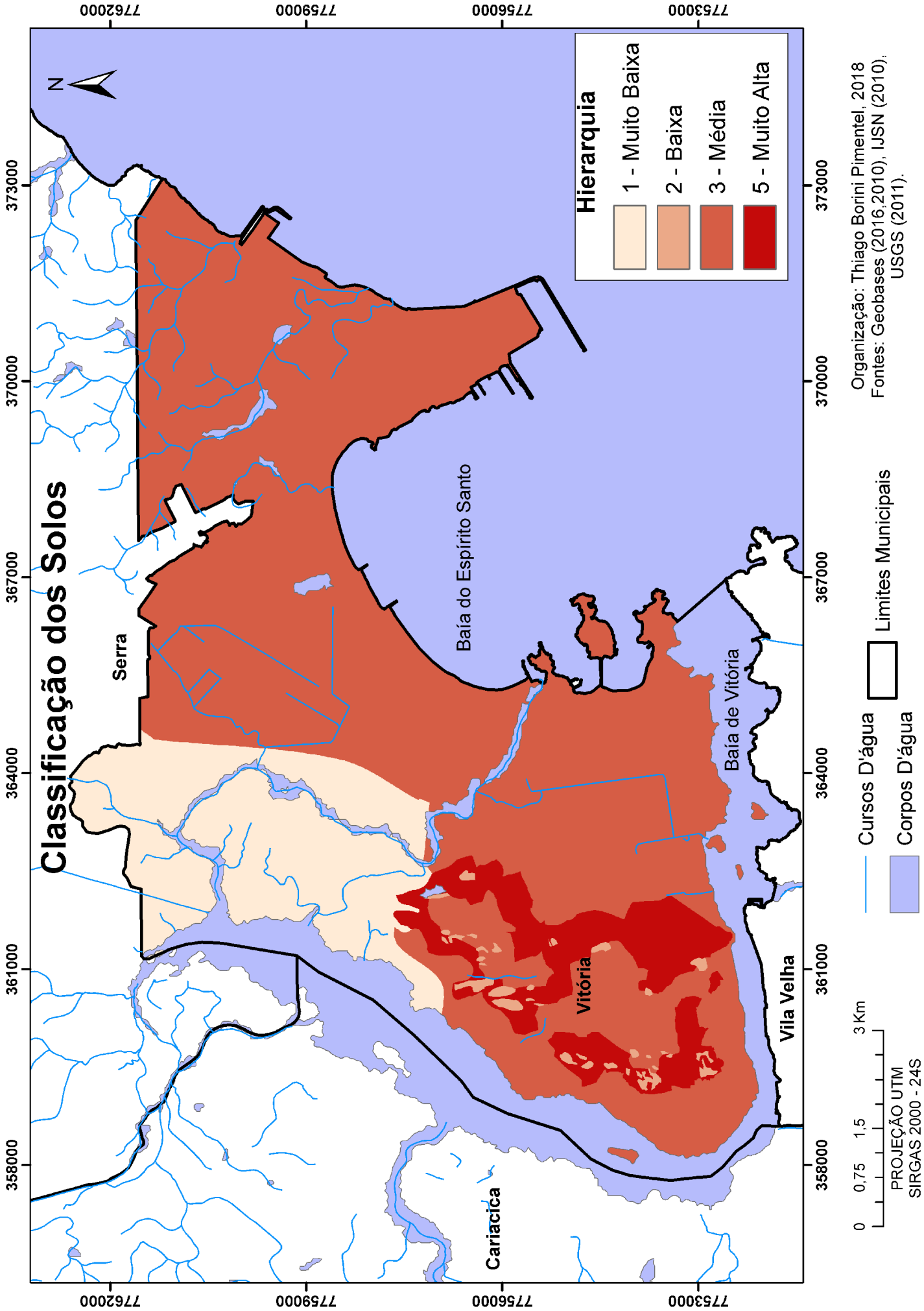


Figura 6 – Classificação da Fragilidade dos Solos.

Para classificar o grau de proteção dos solos (Figura 7) em função de sua cobertura vegetal e tipos de uso da terra, adquirimos dados geoespaciais junto ao Instituto Jones dos Santos Neves (IJSN), por meio do mapeamento de uso e cobertura da terra realizada no ano de 2010 (Figura 8). Estes dados foram trabalhados e alterados com base em estudos propiciados por campanhas de campo e classificados conforme a proposta de Ross (1994). Em seguida os dados foram recortados no limite municipal (comando *Clip)*, dissolvidos nas tipologias de usos (comando *Dissolve)*, seguido da criação do campo numérico "Peso" na tabela de atributos (*Create Field*) e atribuição de coeficientes conforme as classes de Uso e Cobertura da Terra (Quadro 3), finalizando com a transformação para *Raster* a partir do comando *Polygon to Raster*.

Quadro 3. Graus de proteção do solo em função dos Tipos de Uso e Cobertura da Terra

Graus de Proteção	**Tipos de Uso e Cobertura da Terra**
1 – Muito Alta	Florestas; Matas naturais, florestas cultivadas com biodiversidade.
2 – Alta	Formação arbustiva com extrato herbáceo denso, formações arbustivas densas. Mata homogênea de pinus densa, pastagens cultivadas com baixo pisoteio de gado, cultivo de ciclo longo como o cacau.
3 – Média	Cultivos de ciclo longo em curvas de nível/ terraceamento, pastagens de baixo pisoteio, silvicultura de eucaliptos.
4 – Baixa	Culturas de ciclo longo de baixa densidade, culturas de ciclo curto.
5 – Muito Baixa	Áreas desmatadas e queimadas recentemente, solo exposto, terraplanagens, culturas de ciclo curto sem práticas conservacionistas

Fonte: ROSS, 1994.

Como ressaltam Massa e Ross (2012), é importante lembrar que as informações climatológicas, especialmente quando referentes à precipitação,

constituem fator de extrema relevância para a análise da fragilidade ambiental, na medida em que exercem ação direta na dinâmica do sistema ambiental. A distribuição das águas regula o regime hídrico e exerce influência direta na evolução das formas de relevo por meio do intemperismo e da erosão, principalmente pluvial e fluvial. Contudo, esta variável não será correlacionada com as demais em função do caráter local da área de estudos, inserida totalmente no mesmo contexto climático/pluviométrico.

Vale afirmar que nem todos os elementos encontrados na área de estudo estão distribuídos exatamente conforme as tabelas. Sendo assim, tivemos que realizar algumas adaptações, encaixando os fatores encontrados à descrição que mais se aproximava a ele na metodologia de Ross (1994), buscando alcançar os resultados mais fiéis à proposta quanto for possível.

Ainda conforme Ross e Massa (op. cit) a natureza apresenta uma funcionalidade intrínseca entre seus componentes físicos e bióticos. Assim sendo, as análises das fragilidades potenciais e emergentes requerem uma análise integrada dos conhecimentos setorizados, afinal:

> "O relevo como os demais componentes da natureza não pode ser entendido de modo isolado. Na verdade, a setorização da natureza foi feita pelo homem pela dificuldade de entendê-la integralmente. As relações de diversos componentes da natureza são na realidade de interdependência e uma não existe sem a outra." (ROSS, 1997, p. 8).

Os mapas de fragilidade são resultado da síntese deste estudo. As informações acerca da declividade, do esboço pedológico e de uso e cobertura da terra foram sobrepostos, e as áreas de intersecção entre estes foram vetorizadas. Após esta etapa, foram atribuídos os índices de fragilidade, seguindo as tabelas presentes do corpo deste projeto, compostos por três algarismos, em acordo com a metodologia proposta por Ross (1994). Combinando os conjuntos de algarismos, foi possível obter uma hierarquia dos graus de fragilidade.

Na etapa seguinte, contamos com a grande colaboração do trabalho de Coelho (2017), utilizando a ferramenta *Raster Calculator* para somar as variáveis dos mapas temáticos produzidos e as transformar nos mapas de interesse. Para o mapa de Fragilidade Potencial (FP), foram somados os mapas de declividade

(DC) e de solo (SO), seguindo a equação FP= (DC+SO)/2. Já no mapa de Fragilidade Emergente (FE) foi utilizado também o fator uso e cobertura da terra (UC), formando a equação FE= (DC+SO+UC)/3, conforma ilustra o esquema abaixo:

$$\text{Fragilidade Potencial} = \frac{\text{Declividade} + \text{Solo}}{2}$$

$$\text{Fragilidade Emergente} = \frac{\text{Declividade} + \text{Solo} + \text{Uso e Cobertura da Terra}}{3}$$

Fonte: Organização do autor, 2019.

Por meio deste caminho, chegamos aos mapas temáticos que serão o centro das análises e discussões que se seguirão. A princípio, estes serão investigados utilizando como ponto de partida as ocorrências de eventos destrutivos de cunho geomorfológico (sinistros geológicos) atendidos pela Defesa Civil municipal de Vitória entre 2013 e 2017 e produtos relacionados ao Plano Municipal de Redução de Risco, averiguando a sua validade ou não para a identificação de áreas de risco à ocorrência de escorregamentos de solo na área em estudos. Em momento posterior, caso alcancemos a validação de nossos resultados, apresentaremos propostas de aplicações práticas dos mapas de Fragilidade Emergente e Fragilidade Potencial para a gestão territorial do município e na prevenção de riscos e desastres.

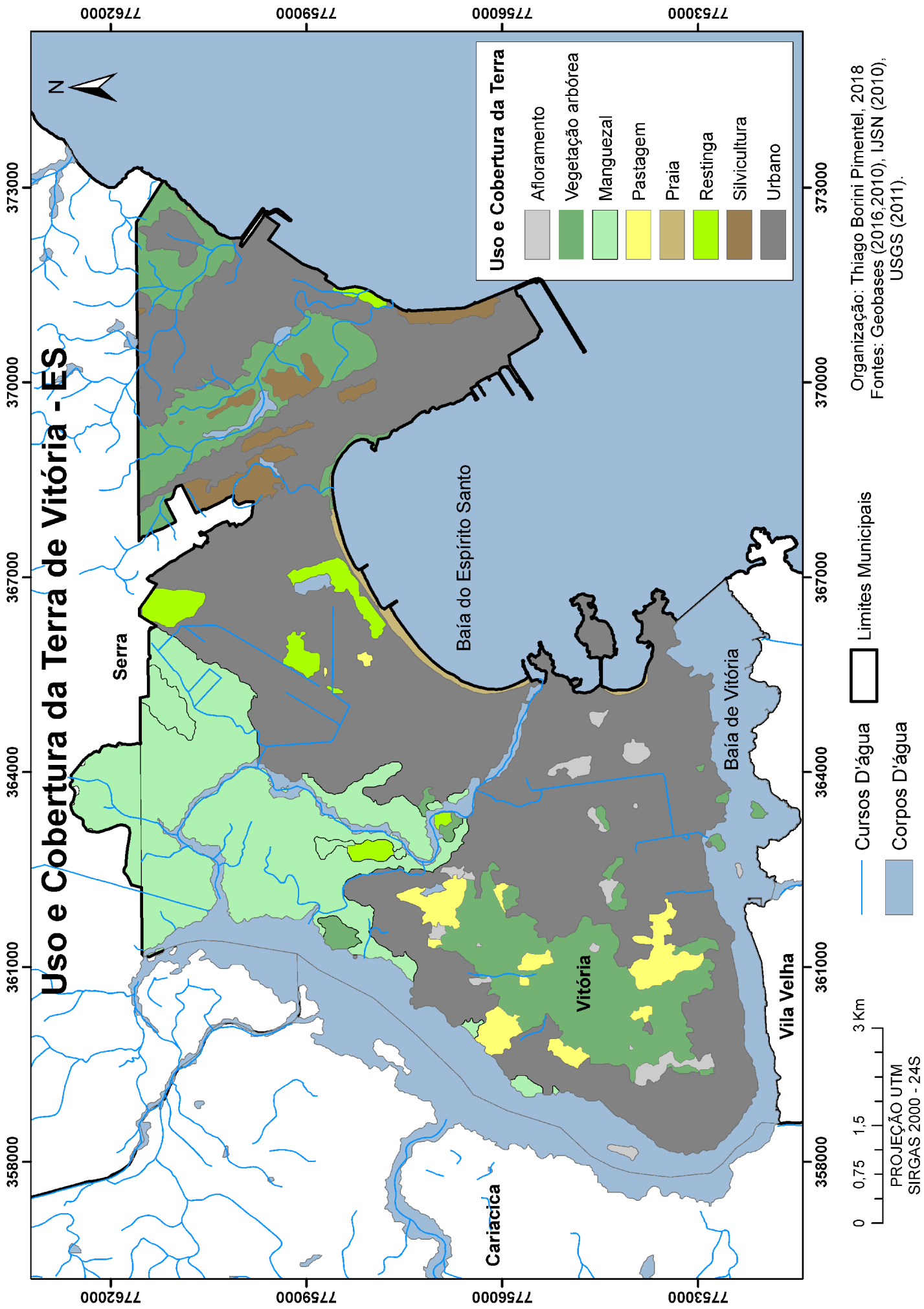


Figura 7 – Uso e Cobertura da Terra, Vitória – ES.

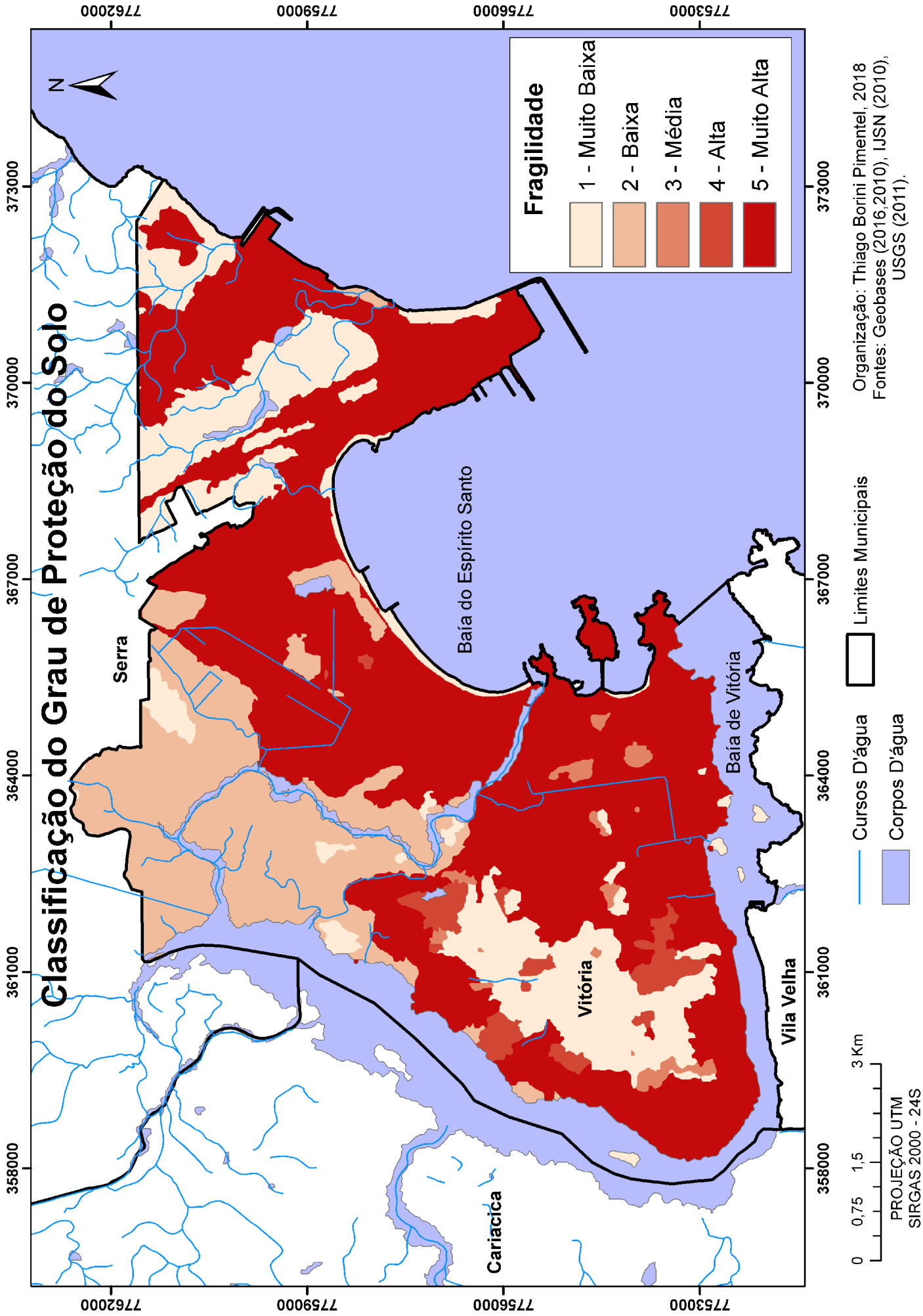


Figura 8 – Classificação do Grau de Proteção do Solo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Primeiro produto adquirido, o mapa de Fragilidade Potencial (Figura 9) representa as áreas naturalmente frágeis presentes na área de estudos, uma vez que levam em consideração apenas aspectos naturais da localidade (solo e declividade). No entanto, é no mapa de Fragilidade Emergente (Figura 11), que podemos averiguar a fragilidade dos ambientes quando se leva em consideração as alterações antrópicas, verificando os impactos da influência humana na fragilização dos ambientes.

Calculando a área dos polígonos de fragilidade, utilizando a tabela de atributos, é possível verificar por meio do mapa de Fragilidade Potencial (Figura 11), que a área de estudos seria naturalmente composta majoritariamente por áreas de fragilidade Muito Baixa (17,5%) e Baixa (70%), contando com áreas de fragilidade Média (8,2%), Alta (3,5%) e Muito Alta (0,8%) apenas em localidades específicas, principalmente aos arredores do maciço central de Vitória, local que apresenta as maiores declividades na cidade. Conforme ilustrado abaixo (Quadro 4):

Quadro 4. Soma da área dos polígonos de Fragilidade Potencial.

Grau de Fragilidade Potencial:	**Área (%):**
1 - Muito Baixa	17,5
2 – Baixa	70
3 – Média	8,2
4 – Alta	3,5
5 - Muito Alta	0,8

Fonte: Organização do autor, 2019.

No entanto, o mapa seguinte, representando a Fragilidade Emergente (Figura 11) do município, soma ao debate o elemento Uso e Cobertura da Terra, expondo principalmente os efeitos da ação antrópica sobre o relevo e o seu impacto (positivo ou negativo) na fragilização dos ambientes e do relevo, permitindo uma análise mais detalhada acerca da presença de áreas de risco

no município, bem como informar quais localidades mais necessitam de ações por parte do poder público para a prevenção de possíveis eventos destrutivos futuros, auxiliando na mitificação de danos humanos e/ou perdas materiais. Devido aos fatores expostos, é este produto que terá maior notoriedade nesta pesquisa, sendo alvo de nossas principais análises e investigações.

Com a inserção da nova variável (Uso e cobertura de terra), notamos algumas mudanças significativas na fragilidade do relevo da área de estudos. A princípio podemos notar uma mudança significativa das áreas de fragilidade Muito Baixa (33,3%) e Baixa (13,7%), em que há um aumento da primeira em detrimento à grande redução da segunda. É possível notar também que as áreas de fragilidade Média (50,1%) aumentaram vertiginosamente, possivelmente devido à grande mancha urbana do município, que elevou a vulnerabilidade a movimentos de massa, inundações ou alagamentos de grande parte da cidade, conforme ilustrado abaixo (Quadro 5):

Quadro 5. Soma da área dos polígonos de Fragilidade Emergente.

Grau de Fragilidade Emergente:	**Área (%):**
1 – Muito Baixa	33,3
2 – Baixa	13,7
3 – Média	50,1
4 – Alta	2,7
5 – Muito Alta	0,2

Fonte: Organização do autor, 2019.

Ademais, é possível notar uma redução nas localidades de fragilidade Alta (2,7%) e Muito Alta (0,2%), que provavelmente ocorreram devido às zonas de maior Fragilidade Potencial do município possuir uma área significativa de cobertura florestal, reduzindo seu impacto no coeficiente do mapa de Fragilidade Emergente.

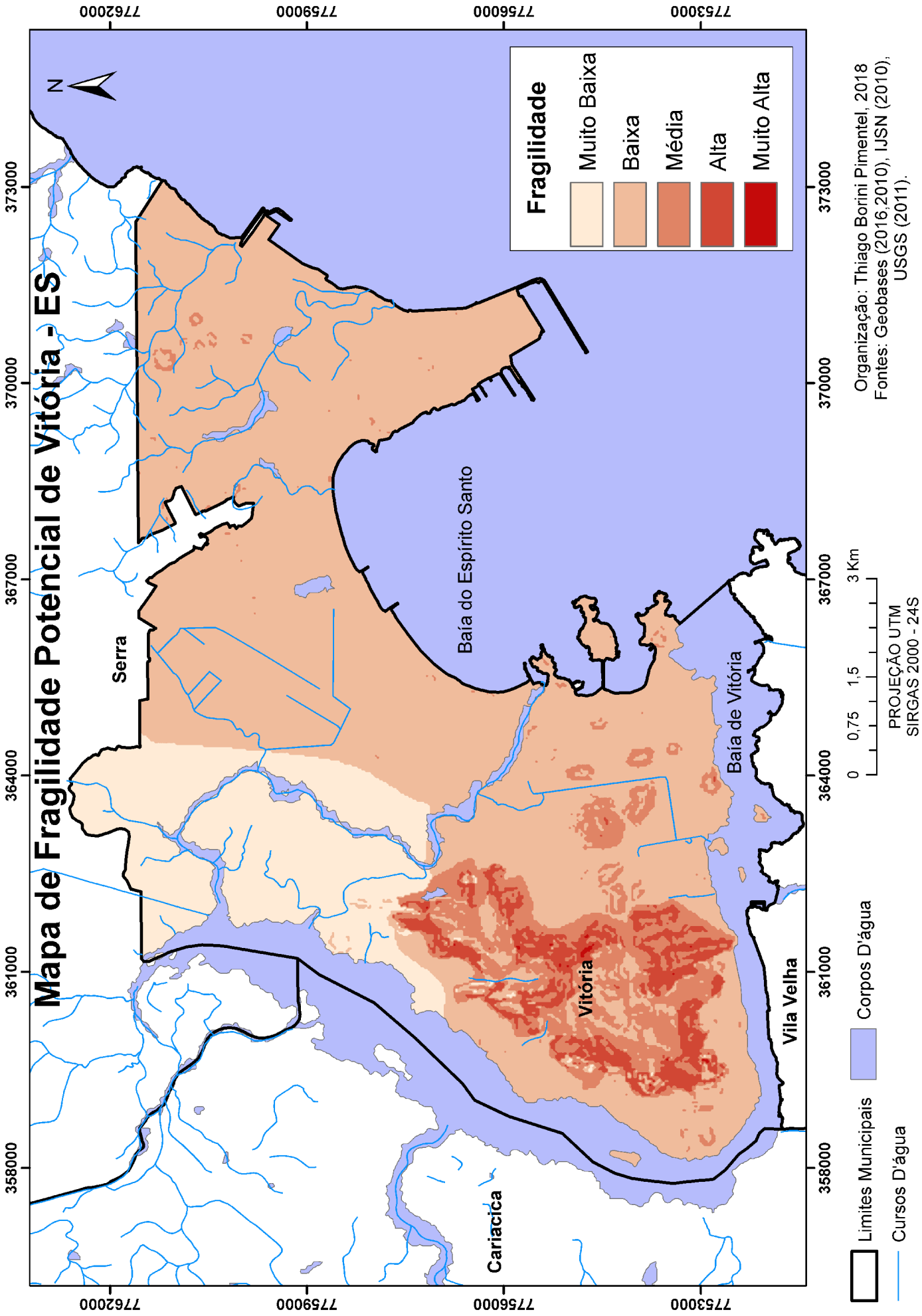
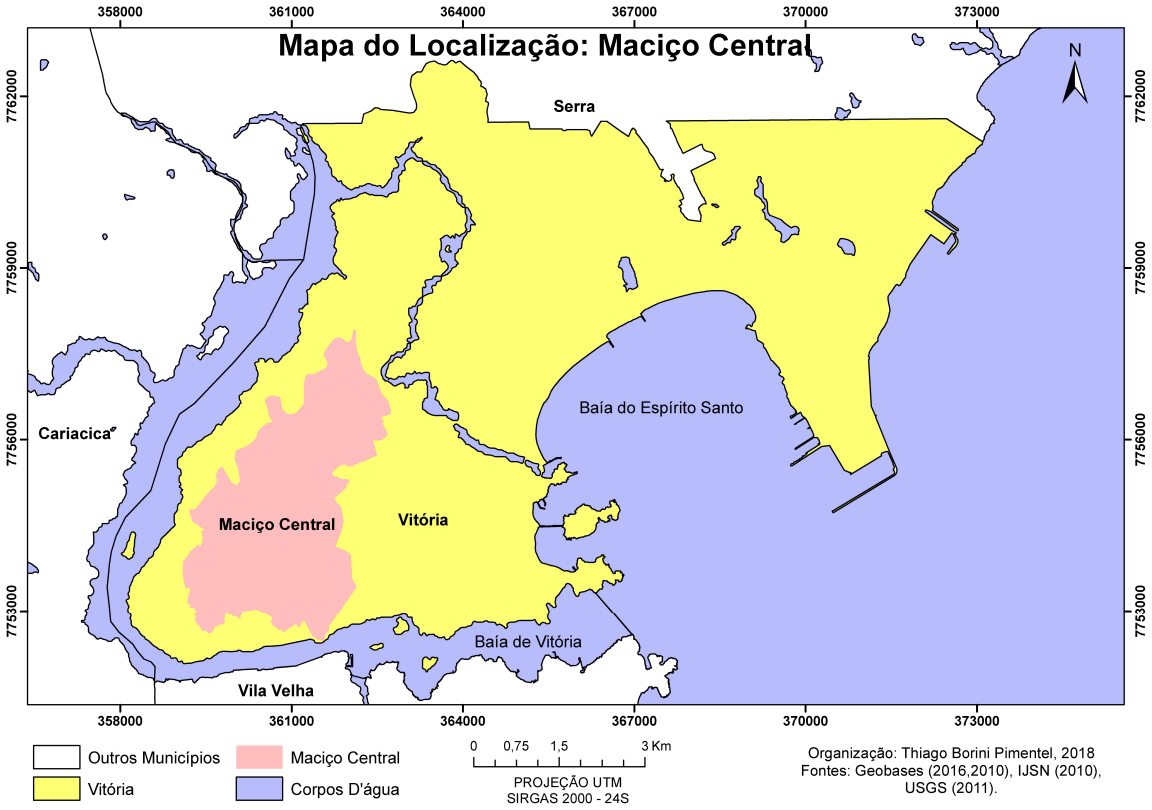


Figura 9 – Fragilidade Potencial de Vitória.

Constata-se também que a maior parte das localidades classificadas como Fragilidade Alta ou Muito Alta está situada nas áreas urbanizadas localizadas sobre o maciço central da cidade (Figura 10 e 11) ou em seus arredores, fato que se deve a serem essas áreas as de declividade mais acentuada do município, o que tornam também esses espaços os de maior preocupação no debate da gestão dos riscos e desastres, pois a declividade é fator essencial na ocorrência das movimentações de massa (caso exista formação de solo), que são o foco principal da pesquisa.

Figura 10 – Maciço Central de Vitória.



Fonte: Organização do autor, 2019.

Em muitas áreas que o fator Fragilidade se elevou devido à extensão da mancha urbana do município não há risco real de ocorrência de movimentos de massa, devido à declividade irrisória, podendo ser alvo, sim, de outras problemáticas, como alagamentos e inundações em ocasiões de períodos de chuvas intensas e prolongadas.

Em continuidade, para a verificação da aplicabilidade dos mapas à realidade do município, os correlacionamos a dois fatores de extrema relevância para o

estudo da temática a nível regional. A princípio coletamos as localizações dos últimos eventos destrutivos ligados a escorregamentos de solo e/ou rolamento de blocos rochosos atendidos pela Defesa Civil municipal de Vitória, entre o período de 2013 a 2017, denominados pela instituição de “Sinistros” (Figuras 12 e 13). Em seguida, também comparamos os produtos de nossa investigação com produtos relacionados ao PMRR (Plano Municipal de Redução de Risco), que contou com a elaboração de um mapeamento dos setores de risco presentes na área em estudo, concretizado por uma equipe multidisciplinar.

Ao localizarmos no mapa de Fragilidade Emergente os eventos destrutivos (Sinistros) relacionados a movimentações de massa atendidas pela Defesa Civil municipais de Vitória no período compreendido entre os anos de 2013 e 2017, é possível tecer uma série de considerações de extrema relevância sobre este.

Dos 21 sinistros registrados, 14 ocorreram em áreas mapeadas como Fragilidade Alta (como nas Figuras 12 e 13), correspondendo a aproximadamente 66,6% dos eventos destrutivos do período, 6 se deram em localidades mapeadas com Fragilidade Média, equivalendo a cerca de 28,5% das ocorrências e apenas 1 em local identificado como de Fragilidade Baixa, completando os menos de 5% restantes.

Também é possível destacar (Figura 15 e 16) que a maior parte destas ocorrências se deu nos bairros situados sobre o maciço central, ou em seus arredores, possibilitando um recorte espacial no município das localidades de real possibilidade de ocorrência de eventos desta natureza, o que pode facilitar os trabalhos de identificação e monitoramento de áreas de risco por parte das equipes da Defesa Civil municipal.

É possível efetuar, também, uma análise integrada dos elementos do estrato geográfico da região com a ocorrência dos sinistros, verificando os fatores naturais ou antrópicos da paisagem que vem contribuindo de forma significativa para a ocorrência destes eventos destrutivos, para tal, os dados obtidos junto à Defesa Civil foram sobrepostos aos mapas de Classes do Solo (Figura 5), Declividade (Figura 4) e Uso e Cobertura da Terra (Figura 7).

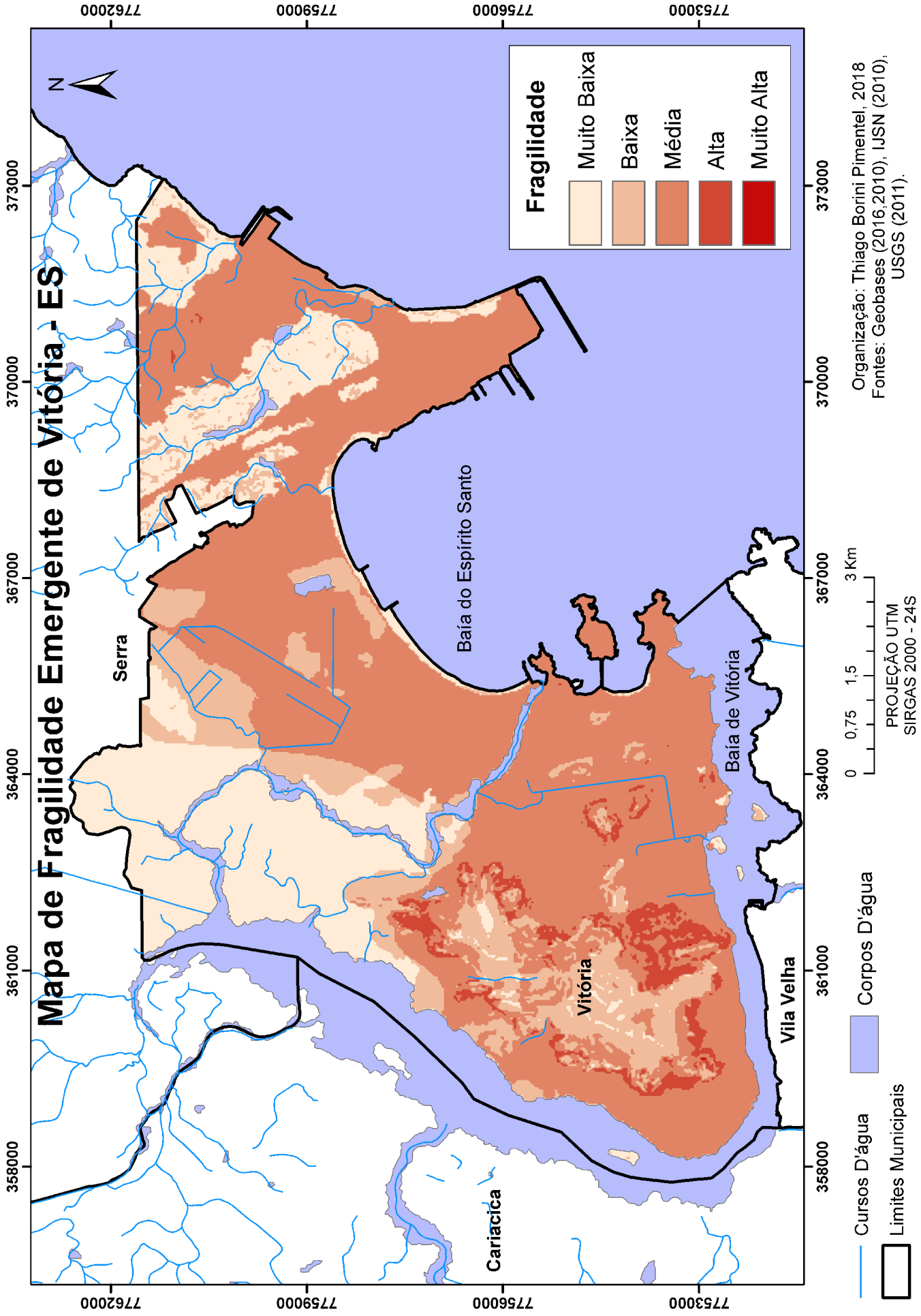


Figura 11 – Fragilidade Emergente de Vitória.

Analisando as Classes de Solo, é possível notar que a metodologia proposta classificou corretamente a contribuição destas para a ocorrência de movimentos de massa, uma vez que a maior parte dos Sinistros ocorreu em recortes espaciais abrangidos por Cambissolos, classificados com Fragilidade Muito Alta, conforme mostra o quadro abaixo:

Quadro 6. Sinistros por Classe de Solo.

Classe de Solo:	**Grau de Fragilidade:**	**Sinistros (Quantidade):**	**Sinistros (%):**
Cambissolo	5 - Muito Alta	11	52,4
Neossolo Litólico	5 - Muito Alta	1	4,7
Argissolo Vermelho - Amarelo	3 - Média	9	42, 9

Fonte: Organização do autor, 2019.

Os Sinistros correlacionados ao Uso e Cobertura da Terra (Quadro 7) também demonstram êxito na proposta metodológica. A maioria absoluta dos incidentes ocorreu dentro da mancha urbana de Vitória, com exceção de apenas 2 dos eventos destrutivos, que ocorreram em áreas demarcadas como Vegetação Arbórea. Esse fator indica que o perímetro urbano do município continua a se expandir para áreas de encosta e a suprimir o remanescente da vegetação natural, criando assim novas zonas de fragilidade e possíveis áreas de risco.

Quadro 7. Sinistros por Uso e Cobertura da Terra.

Uso e Cobertura da Terra:	**Grau de Fragilidade**	**Sinistros (Quantidade)**	**Sinistros (%):**
Urbano	5 – Muito Alta	19	90,5
Vegetação Arbórea:	1 – Muito Baixa	2	9,5

Fonte: Organização do autor, 2019.

É em relação às classes de Declividade (Quadro 8) que é possível notar uma maior variabilidade de resultados, apresentando uma grande quantidade de eventos destrutivos em recortes espaciais classificados como Fragilidades Baixa (Declividade de 6 a 12%), Média (Declividade de 12 a 20%) e Alta (20 a 30%), demonstrando a importância e efetividade de realização de uma análise integrada dos elementos da paisagem para compreender de forma mais concisa suas dinâmicas. Ilustrando os resultados:

Quadro 8. Sinistros por Classe de Declividade.

Declividade (%):	**Grau de Fragilidade:**	**Sinistros (Quantidade):**	**Sinistros (%):**
6 a 12	2 – Baixa	5	23,8
12 a 30	3 – Média	7	33,4
20 a 30	4 – Alta	9	42,8

Fonte: Organização do autor, 2019.

Apesar de mais vulneráveis, as áreas demarcadas com Fragilidade Muito Alta não foram afligidas por eventos destrutivos, fator que pode ser explicado por sua inexpressiva extensão territorial. No entanto, como era de se esperar, foram nas áreas de Fragilidade Alta que ocorreram a maior parte dos desastres, seguidas pelas localidades mapeadas com Fragilidade Média, revelando um elevado índice de acerto da metodologia proposta.

A investigação evidenciou também um incidente inesperado, ocorrido em área de Fragilidade Baixa, onde é reduzida a possibilidade de deflagração de eventos destrutivos. Vale ressaltar, entretanto, que o desastre em questão se originou de um corte irregular de encosta, o que evidencia a relevância de um fator que não é levado em conta pela proposta metodológica utilizada, a qualificação dos tipos de intervenção humana sobre o meio

Figura 12 – Movimento de massa destruiu um imóvel no bairro de Caratoíra, no ano de 2014.

Fonte: Defesa Civil Municipal de Vitória, 2014.

.Vale ressaltar que a ocorrência de eventos destrutivos em localidades classificadas com Fragilidade Média não consiste em um erro no método, tendo em vista que o risco médio não descarta a possibilidade de culminância de desastres, apenas classifica essas regiões como de menor probabilidade de ocorrência que nas localidades de Fragilidade Alta ou Muito Alta, sendo mesmo assim necessárias ações de monitoramento e prevenção.

O que pode ser problemático é a grande quantidade de localidades demarcadas como Fragilidade Média no município, no entanto, como já foi discorrido anteriormente, grande parte destas espacialidades não possuem riscos reais de ocorrência de movimentos de massa, por serem regiões de declividade irrelevante ou muito baixa.

Figura 13 – Escorregamento de solo ocorrido no bairro Centro, em Vitória.

Fonte: Defesa Civil Municipal de Vitória, 2013.

Assim, é possível localizar as áreas no município que possuem de fato probabilidade de ser afligida por movimentos de massa (como retrata a Figura 16).

Quando sobrepomos os Setores de Risco da área de estudos mapeados por equipe de geólogos da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), como parte do Plano Municipal de Redução de Risco (PMRR) ao nosso mapa de Fragilidade Emergente (Figura 14), percebe-se a perpetuação dos elementos esclarecidos a partir da experiência acima, mas com algumas ressalvas, como veremos a seguir. Por se tratarem de polígonos e não mais pontos, como na experiência anterior, muitos setores de risco acabam por ocupar extensões territoriais preenchidas por mais de um grau de fragilidade. No entanto, no quesito de extensão territorial dentro dos setores demarcados, é perceptível o mesmo padrão visto anteriormente.

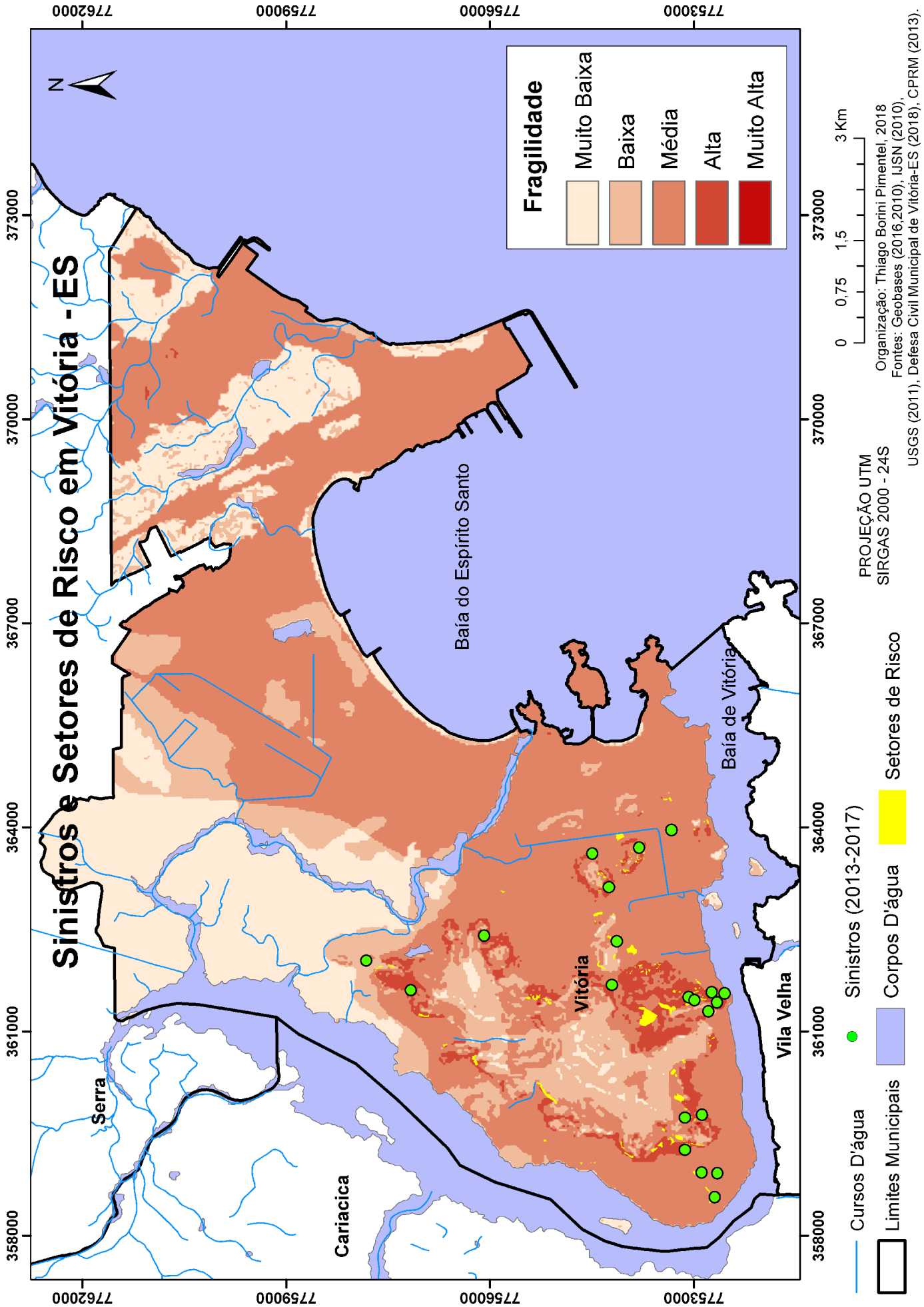


Figura 14 – Sinistros e Setores de Risco.

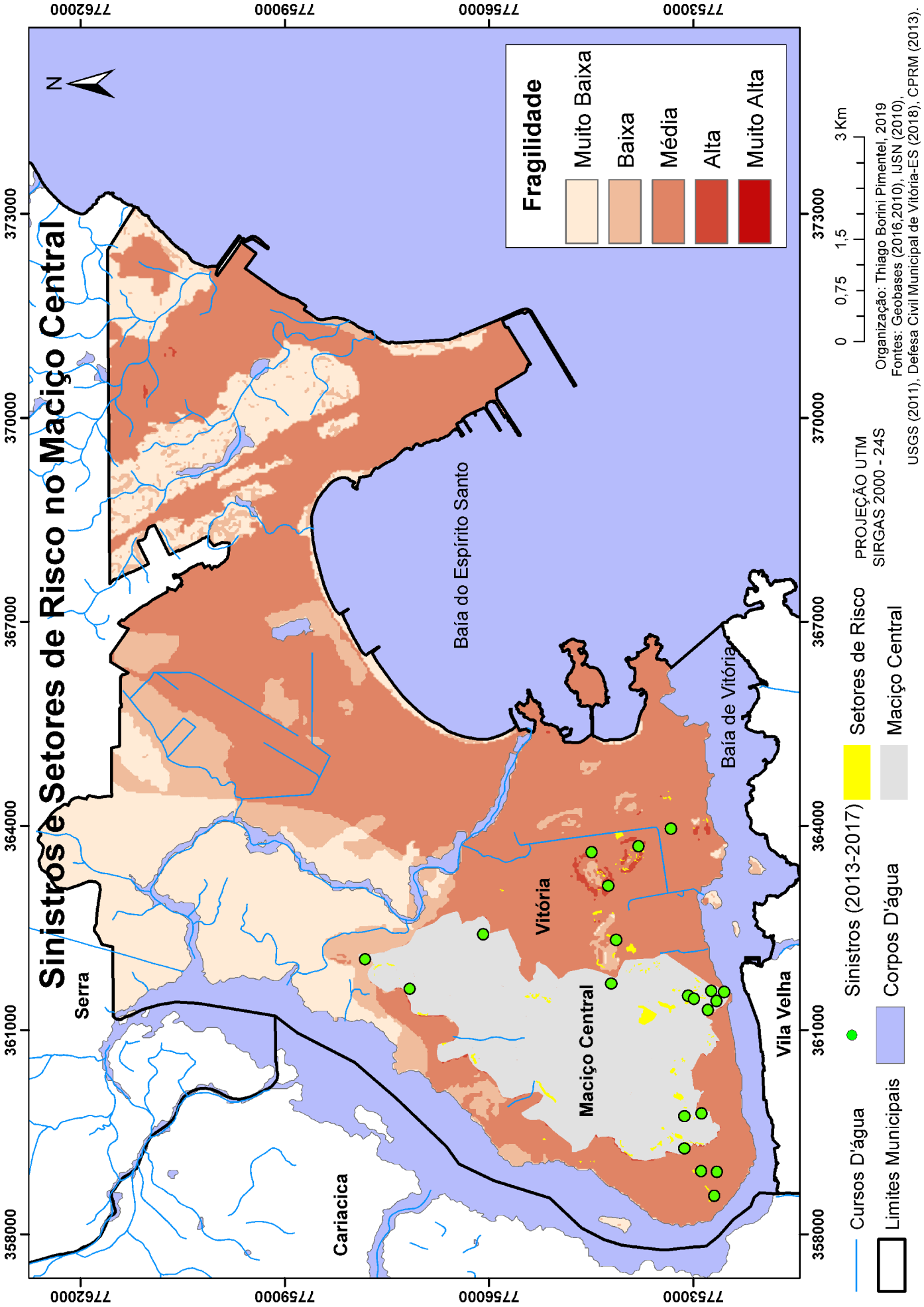
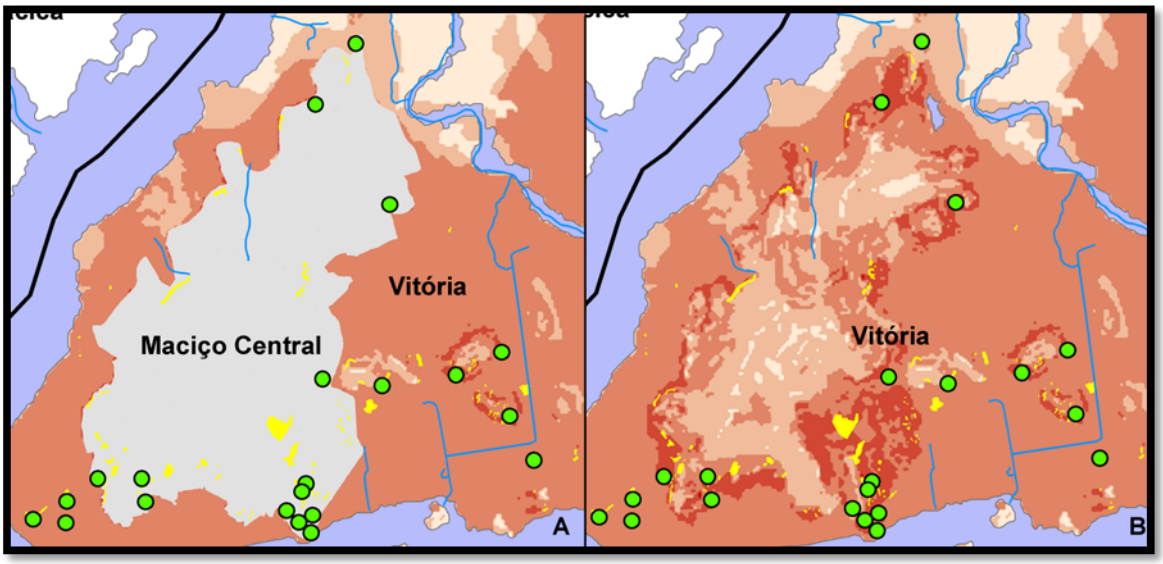


Figura 15 – Sinistros e Setores de Risco no maciço central de Vitória.

As áreas de risco demarcadas são preenchidas majoritariamente por localidades de Fragilidade Alta, seguidas por locais demarcados como de Fragilidade Média, o que revela um grande diálogo entre os resultados obtidos com a aplicação da metodologia proposta e os produtos do trabalho das equipes do CPRM, apesar de se tratarem de estudos decorrentes de propostas técnico-metodológicas distintas.

Figura 16 – Recorte espacial da região do maciço central.



Organização: Thiago B. Pimentel, 2019.

No entanto, é perceptível um aumento da quantidade de localidades demarcadas como Fragilidade Baixa presentes nesta experiência, estando presente em alguns dos Setores de Risco demarcados, mesmo que em expressiva menor quantidade que as áreas de Fragilidade Alta ou Média. Mesmo assim, apenas um dos polígonos demarcados possui um predomínio de Fragilidade Baixa em sua delimitação, dando a elas um aspecto de coadjuvante nas setorizações, tendo em vista a existência de 136 polígonos de setores de risco. Nenhuma área classificada com Fragilidade Muito Baixa estava presente nos setores de risco.

Vale ressaltar, no entanto, que a metodologia de mapeamento utilizada nesta setorização de risco é diferente da proposta por esta pesquisa e, portanto, certas divergências entre os resultados já eram esperados, o que não

deslegitima nenhuma das abordagens, tendo em vista a complexidade das variáveis aplicadas ao mapeamento e gerenciamento das áreas de risco.

Quanto à utilização do Mapa de Fragilidade Emergente com a finalidade de encontrar vulneráveis as ocorrências de eventos relacionados a movimentações de massa, a metodologia apresentou muito mais pontos positivos do que falhas. Como não é essa a finalidade original dada a ela por Ross (1994; 1997) a aplicação acabou por estender áreas de Fragilidade a regiões de baixa declividade, que não apresentam real possibilidade de ocorrência de escorregamentos ou eventos relacionados. No entanto, a partir do conhecimento da área em estudos e das ações cotidianas de identificação, mapeamento e monitoramente das zonas de risco, essas localidades podem ser facilmente descartadas do estudo, ou inseridas em variáveis como os riscos de alagamentos e enchentes.

O ideal então seria realizar pequenas alterações na equação de identificação das Fragilidades, para aperfeiçoá-la em função do debate aqui proposto, como a modificação do peso das variáveis (Solo, Declividade, Uso e ocupação da Terra) ou até mesmo a inserção de novas variáveis ao debate, o que enriqueceria ainda mais o produto final da pesquisa.

No entanto, devido ao conhecimento prévio da área de estudos somado à aplicação dos resultados, pode-se destacar as localidades situadas na Figura 16 como as áreas de maior probabilidade de ocorrência de eventos destrutivos relacionados à movimentos de massa no município de Vitória, tendo em vista principalmente, a urbanização (precária em grande parte dos casos) em encostas e regiões em declive, reduzindo o espaço de ação por parte do poder público a uma fração da municipalidade, o que facilita as ações de Defesa Civil e gestão de riscos e desastres.

Em destaque se encontra o bairro Forte São João, situado na Regional 1 do município, próximo ao centro histórico da cidade. Este bairro foi alvo de 5 dos sinistros registrados durante o período (Figura 20) abordado na pesquisa, além de possuir setores de riscos, que afirmam a possibilidade real de novas ocorrências. Dentro desta perspectiva, esse bairro apresenta uma maior necessidade de atenção por parte do poder público e de ações urgentes de

gestão e planejamento territorial, principalmente por se encontrar (em maior parte) em áreas de ocupação irregular de encostas, com residências e intervenções humanas de baixo padrão construtivo (Figuras 17 e 18). Em uma análise integrada dos sinistros no bairro Forte São João, chegamos aos seguintes resultados (Quadro 9):

Quadro 9. Análise integrada dos Sinistros em Forte São João.

Sinistros	**Classe de Solo**	**Declividade**	**Uso da Terra e Ocupação da Terra**
1	Cambissolo	Alta (20-30%)	Vegetação Arbórea
2	Cambissolo	Alta (20-30%)	Vegetação Arbórea
3	Cambissolo	Alta (20-30%)	Urbano
4	Cambissolo	Alta (20-30%)	Urbano
5	Cambissolo	Média (12-20%)	Urbano

Fonte: Organização do autor, 2019.

Desta forma, pode-se averiguar que dois dos sinistros ocorreram em recortes espaciais com resquícios de vegetação arbórea, que estão sendo alteradas pelos seres humanos, o que aumenta gradativamente os polígonos de fragilidade no município. As elevadas declividades encontradas no bairro, somadas à uma classe de solo de grau de fragilidade Muito Alta (Cambissolo), tornam a região ainda mais propensa à ocorrência de eventos destrutivos.

Assim como em Forte São João, existem no município de Vitória outros bairros que se encontram em situação similar (Figura 20), podendo ser afetados por desastres em um futuro próximo, necessitando assim de ações de prevenção efetivas por parte do poder público, em consonância com a comunidade local, a fim de encontrar soluções para as problemáticas já existentes e evitar o surgimento de novas áreas de fragilidade, devido às intervenções humanas que ocorrem diariamente e em curtos espaços temporais.

Figura 17 – Vista aérea do bairro Forte São João.

Fonte: Google Maps, 2019.

Em reportagem publicada pelo jornal eletrônico Gazeta Online[1], em 28/12/2018, utiliza-se de dados da Defesa Civil para constatar que o município de Vitória apresenta hoje 25 áreas mapeadas pela prefeitura como pontos de risco de deslizamento de encostas, em bairros como Bairro do Moscoso, Bairro do Quadro, Bela Vista, Centro, Caratoíra, Comdusa, Conquita, Cruzamento, Fonte Grande, Fradinhos, Forte São João, Gurigica, Inhanguetá Jesus de Nazareth, Piedade, Redenção, Romão, Santos Dumont e São José (Figura 20).

Dos 19 bairros citados na reportagem, apenas 2 (Caratoíra e Bairro do Quadro) não foram demarcados com polígonos de Fragilidade Alta ou Muito Alta (Quadro 10), e somente 5 (Caratoíra, Morro do Quadro, Gurigica, Santos Dumont e Jesus de Nazareth) não estão situados na região do Maciço Central de Vitória, demarcado por este trabalho como o recorte espacial de maior fragilidade do município.

[1] Disponível em: https://www.gazetaonline.com.br/noticias/cidades/2018/12/grande-vitoria-tem-58-areas-com-risco-de-deslizamento-de-encosta-1014161543.html > Acesso em: 05/2019.

Quadro 10. Análise integrada de bairros de Vitória – ES.

Bairro	**Sinistros (2013-2017)**	**Setores de Risco (CPRM)**	**Áreas de Fragilidade Alta ou Muito Alta**
Do Moscoso	2 ocorrências	Apresenta	Apresenta
Do Quadro	Sem ocorrências	Não apresenta	Não apresenta
Bela Vista	Sem ocorrências	Apresenta	Apresenta
Centro	1 ocorrência	Apresenta	Apresenta
Caratoíra	1 ocorrência	Apresenta	Não apresenta
Comdusa	Sem ocorrências	Apresenta	Apresenta
Conquista	1 ocorrência	Apresenta	Apresenta
Cruzamento	Sem ocorrências	Apresenta	Apresenta
Fonte Grande	Sem ocorrências	Apresenta	Apresenta
Fradinhos	1 ocorrência	Apresenta	Apresenta
Forte São João	5 ocorrências	Apresenta	Apresenta
Gurigica	1 ocorrência	Apresenta	Apresenta
Inhanguetá	Sem ocorrências	Apresenta	Apresenta
Jesus de Nazareth	Sem ocorrências	Apresenta	Apresenta
Piedade	Sem ocorrências	Apresenta	Apresenta
Redenção	Sem ocorrências	Apresenta	Apresenta
Romão	Sem ocorrências	Apresenta	Apresenta
Santos Dumont	Sem ocorrências	Apresenta	Apresenta
São José	Sem ocorrências	Não apresenta	Apresenta

Fonte: Organização do autor, 2019.

Figura 18 – Bairro Forte São João, em Vitória - ES.

Fonte: Google Maps, 2019.

Alguns dos Sinistros ocorridos durante o período em estudo tiveram grande repercussão na mídia local, devido principalmente a grandes danos destrutivos ou a vítimas afetadas pelos desastres. Dentre eles se destacam duas ocorrências:

A primeira se trata de um escorregamento de solo no bairro Centro, que aconteceu no dia 19/03/2013. De acordo reportagem do canal de notícias G1[1] (Figura 19), devido ao deslizamento, 16 imóveis foram interditados e 14 pessoas tiveram que sair de casa. Já a segunda se trata de um movimento de massa em Caratoíra, ocorrido em 30/10/2014 (Figura 12), como informa o jornal eletrônico Folha Vitória[2] em reportagem sobre o incidente. Na ocasião um imóvel foi destruído e a família afetada precisou ser retirada debaixo de escombros. Segundo a Defesa Civil, os moradores do imóvel já haviam sido comunicados sobre os riscos e o local estava interditado.

[1]Disponível em:http://g1.globo.com/espirito-santo/noticia/2013/04/familias-continuam-fora-de-casa-um-mes-apos-deslizamentos-em-vitoria.html > Acesso: 05/2019.

[2]Disponível em: https://www.folhavitoria.com.br/geral/noticia/10/2014/dono-de-casa-que-desabou-em-vitoria-contesta-defesa-civil-e-diz-que-nao-foi-orientada-para-sair-de-casa> Acesso: 05/2019.

Figura 19 – Reportagem sobre movimento de massa em Vitória – ES.

Fonte: G1[1].

Por permitir diagnósticos e análises de grande relevância para o planejamento urbano e ambiental e a gestão de riscos e desastres, produtos da natureza deste trabalho apresentam grande valia para a difusão do debate acerca da temática nos municípios e estados do país, bem como, como uma ferramenta inicial nas investigações e mapeamentos das áreas de risco, tendo em vista que grande parte dos municípios do Espírito Santo e do Brasil não contém qualquer estudo neste sentido, deixando sua população a mercê da sorte e correndo severos riscos.

A principal contribuição da metodologia baseada em estudos de fragilidade ambiental, segundo Spörl (2001), é servir de subsídio para a gestão territorial

[1]Disponível em:http://g1.globo.com/espirito-santo/noticia/2013/04/familias-continuam-fora-de-casa-um-mes-apos-deslizamentos-em-vitoria.html > Acesso: 05/2019.

de maneira planejada e sustentável, evitando problemas de ocupação desordenada e má gestão do espaço.

Este trabalho apresentou como objetivo principal a aplicação do modelado de Fragilidade Ambiental (Potencial e Emergente) proposto por Ross (1994) para a identificação de áreas de risco e suscetibilidade a desastres naturais, com foco nas movimentações de massa, bem como sua possível utilização no planejamento territorial e em ações de gestão de riscos e desastres em ambiente urbano, usando como plano de fundo o município de Vitória, capital do estado do Espírito Santo.

Como ferramenta de auxílio à validação dos produtos gerados por este projeto e enriquecimento do debate e das análises conseqüentes, somamos ao estudo dados adquiridos junto à Defesa Civil municipal, contendo os “sinistros” ocorridos no período compreendido entre 2013 a 2017 na área em estudos, bem como, setores de risco mapeados pela CPRM no mesmo período, correlacionando os dados aos produtos gerados a partir de nossa aplicação da metodologia supracitada.

Neste sentido, pode-se concluir que os mapas produzidos no corpo deste estudo obtiveram êxito em seus objetivos e razões de ser, sendo amplamente capazes de demonstrar as áreas e localidades mais frágeis do relevo do município de Vitória, capital do Espírito Santo, sendo assim, mais suscetíveis à deflagração de desastres, como os escorregamentos.

Por meio de produtos como estes, os agentes do poder público e as comunidades envolvidas são municiados de novas ferramentas e técnicas para combater e/ou mitigar os possíveis danos materiais e humanos decorrentes da possível ocorrência de eventos destrutivos de origens diversas, contribuindo para um melhor planejamento dos territórios e uma melhor qualidade de vida para a população.

O mapa de Fragilidade Potencial nos revela áreas em que não se é aconselhada a ocupação humana, devido às características geográficas naturais do meio, podendo colaborar para uma delimitação de fatores como a expansão dos centros urbanos e das áreas de agropecuária. Já a Fragilidade Emergente nos permite identificar e analisar as áreas mais frágeis já com a

inserção das ações da sociedade sobre o espaço, nos abrindo os olhos às localidades que mais necessitam de intervenções do momento presente e também àquelas que podem vir a necessitar de medidas mitigadoras em um futuro próximo, orientando nossas ações de ordenamento espacial no curto e médio prazo, a fim de evitar desastres de risco eminente. Como reflete Ross (1997):

> "A utilização de trabalhos desta natureza permite estabelecer diretrizes de uso da terra e organização territorial do espaço para os mais diferentes objetivos e interesses, tais como assentamento rural, urbano, implantação de caminhos e estradas secundárias, definição de tipos de uso da terra, entre outros. É, portanto um instrumento fundamental na organização e reorganização do espaço face a uma política de planejamento" (p. 84).

Ainda conforme Ross (op. cit.) e utilizando como base os resultados desta pesquisa, fica evidente a necessidade da busca por uma política de planejamento adequada e, por consequência, uma organização do território que leve em conta as influências das mais diversas variáveis que envolvem o meio físico e biótico.

A questão ambiental é, por essência, uma questão social. Sendo assim, tratar do ambiente sem levar em consideração os seres humanos enquanto ser social e agente modificador dos meios naturais, ou então, tratar o social desmerecendo o ambiente é negar nossa própria essência, a inteligência humana (ROSS, 1997).

Em conformidade com Coelho et al. (2017), vemos que projetos desta natureza se revelam extremamente importantes para o planejamento urbano e ambiental, podendo contribui também no desenvolvimento de políticas municipais com a proposição de medidas mitigadoras aos impactos existentes e possíveis impactos futuros.

Neste sentido, este trabalho pode contribuir na elaboração ou revisão de projetos como o do Plano Diretor Municipal, uma vez que realiza diagnósticos ao apontar áreas de elevada fragilidade, susceptíveis a escorregamentos e desastres relacionados, realizados por meio da análise de particularidades do

estrato geográfico do município de Vitória – ES, considerando suas características naturais a antrópicas.

Dialogando com Coelho (2017), é perceptível que a aplicação da metodologia de Ross (1994) associada ao uso de geotecnologias se demonstra muito eficiente, principalmente quando utilizada em parceria com dados de Defesa Civil ou relatórios técnicos relacionados, oferecendo um produto adicional do qual se pode extrair um leque riquíssimo de informações a respeito dos locais mais susceptíveis a desastres, e, consequentemente, obter um entendimento mais amplo a respeito dos processos e dinâmicas que predominam na paisagem, servindo de base para o ordenamento territorial e o direcionamento de ações de redução e prevenção de riscos.

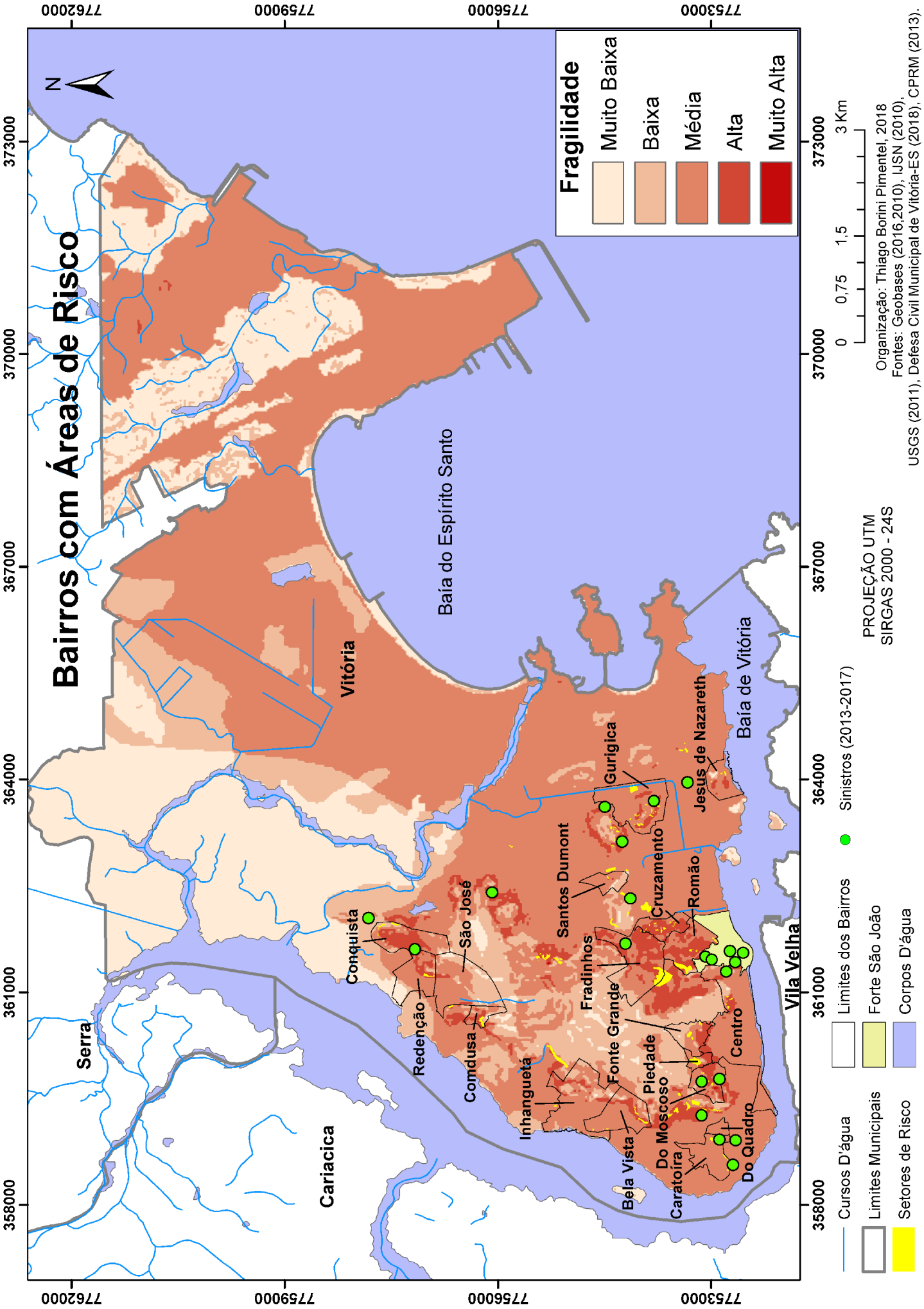


Figura 20 – Bairros com Áreas de Risco mapeadas pela prefeitura.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação da metodologia de Ross (1994; 1997) se demonstrou de grande valia para o debate e a identificação das Áreas de Risco e dos desastres em ambiente urbano, vide o enorme leque de produtos e estudos gerados no corpo deste trabalho e a grande quantidade de outras aplicações que se podem ter a partir deles. Estudos desta natureza são de grande importância para o ordenamento territorial e a gestão de riscos e desastres, funções essenciais para um bom planejamento urbano do município.

Vale lembrar que, diferente do município de Vitória, grande parte dos municípios do estado do Espírito Santo, e tantos outros de diferentes estados pelo Brasil, não possuem qualquer estudo abrangente de análise e identificação de Áreas de Risco, bem como não contam com defesas civis ativas e/ou bem estruturadas. Sendo assim, a aplicação da metodologia proposta se mostra uma excelente opção para impulsionar os estudos da gestão de riscos e desastres nestas localidades, se apresentando como uma opção com elevado índice de acerto, como demonstrado no corpo deste estudo, e de baixo custo material e profissional, quando comparado com outras técnicas de mapeamentos de riscos.

É importante salientar que as informações climatológicas, especialmente quando relacionadas às precipitações, constituem também um fator de enorme relevância para a análise da fragilidade ambiental, na medida em que estas atuam diretamente no funcionamento do sistema ambiental. A distribuição das chuvas regula todo o regime hídrico e exerce influência direta no desenvolvimento e evolução das formas de relevo por meio do intemperismo e da erosão. Contudo, assim como em Ross e Massa (2012) esta variável não foi correlacionada com as demais, devido ao caráter local da área de estudos, inserida em um mesmo contexto climático e pluviométrico, tendo toda a área de estudos um mesmo nivelamento de fragilidade relacionada e este fator.

Antes de concluir, há uma ressalva a ser feita. Os setores de risco presentes nas Figuras 14, 15 e 20 foram elaborados por uma equipe do CPRM como parte do PMRR de Vitória, entre os anos de 2013 e 2014. No entanto, esses

setores foram refeitos e atualizados pelo Projeto Mapenco, em 2017. A ideia original era utilizar o produto mais atualizado, mas infelizmente, até o momento da finalização esta pesquisa, este não estava disponível ao público. No entanto, esta interferência não afetou de maneira abrupta os resultados da pesquisa, uma vez que o período de produção da primeira setorização de risco também está incluído no espaço temporal utilizado para o estudo e validação dos dados.

É possível encontrar pequenas inconsistências na aplicação do modelado ao debate da gestão de riscos e desastres no município de Vitória, principalmente devido à metodologia de identificação de áreas de Fragilidade Potencial e Emergente desenvolvida por Ross (1994; 1997) não ter sido criada especificamente com este fim. Esta problemática poderia ser solucionada por meio de uma investigação mais minuciosa da área de estudos, uma vez que o espaço tempo hábil para efetivação deste estudo e o difícil acesso à grande parte dos polígonos demarcados com Fragilidade Alta ou Muito Alta impossibilitaram análises de campo mais efetivas e abrangentes, bem como por inserções de novas variáveis à metodologia, que podem enriquecer os resultados e os debates associados.

No entanto, essas inconsistências não tornam a metodologia inaplicável, muito pelo contrário, os produtos desta pesquisa obtiveram uma confiabilidade elevada quando comparado aos dados obtidos junto à Defesa Civil e a setorização de risco realizada pela CPRM. Entretanto, elas demonstram que algumas alterações ou inserções nas equações do modelado poderiam ser de grande valia, aumentando sua precisão e melhorando ainda mais os resultados obtidos.

É possível afirmar também que o mapeamento das fragilidades de Vitória obteve um êxito superior ao zoneamento de riscos exercido pela equipe da CPRM, uma vez que dos 21 Sinistros, 14 estavam em polígonos de Fragilidade Alta ou Muito Alta, mas apenas 5 se encontravam dentro de localidades demarcadas pelos 136 Setores de Risco citados no corpo deste estudo.

Sendo assim, não devemos finalizar o debate por aqui, e sim, deixar em aberto o convite para novas pesquisas e o desenvolvimento de novos métodos, haja

vista a elevada importância de se prever e mitigar os possíveis desastres naturais em áreas urbanizadas, não só no município de Vitória, mas em todo o globo, a fim de preservar nossas vidas, bens e serviços.

Sem a arrogância de acreditar que nossas propostas sejam definitivas ou estejam livres de qualquer possibilidade de crítica, buscamos ter atingido os objetivos por nós traçados no início desta investigação. Se nossos produtos não forem utilizados, na prática, para municiar um ordenamento territorial mais conciso e eficiente, que sirva ao menos como ponto de apoio para um debate mais fervoroso e amplo das temáticas aqui a bordadas e à produção de novos métodos e/ou mapeamentos que visem a erradicação ou mitigação dos desastres naturais.

Consciente do empenho e dedicação aqui expressos, e de feito aquilo que foi possível para o momento, essa pesquisa aqui se finaliza, sem é claro, dar por concluído os estudos propiciados com as investigações aqui expostas, cujo convite à continuidade será sempre incentivado.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SABER, Aziz Nacib. **Bases Conceituais e Papel do Conhecimento na Previsão de Impactos.** In: MÜLLER-PLANTENBERG, C.; AB'SÁBER, A. N. (Org.). Previsão de impactos: o estudo de impacto ambiental no leste, oeste e sul: experiências no Brasil, na Rússia e na Alemanha, São Paulo: Edusp, p. 27-49, 1994.

AMORIM, Lorena Luppi. **Análise da Fragilidade Ambiental da APA do Maciço Central – Vitória/ES**. Vitória, 2017.

BERTONE, Pedro; MARINHO, Clarice. **Gestão de Risco e Resposta a Desastres Naturais: a visão do planejamento**. Brasília, 2013.

BOBROWSKY, Peter; HIGHLAND, Lynn M. **O Manual de Deslizamento – Um Guia para a Compreensão de Deslizamentos.** U.S GemologicalSurvey, Virgínia, Estados Unidos, 2008.

CARVALHO, Celso Santos; MACEDO, Eduardo Soares de; OGURA, Agostinho Tadashi. **Mapeamento de Riscos em Encostas e Margens de Rio**. Brasília: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), 2007.

COELHO, A. L. N. **Sistema de Informações Geográficas (SIG) como Suporte na Elaboração de Planos Diretores Municipais**. Revista Caminhos de Geografia - ISSN: 1678-6343, 2009.

COELHO, A. L. N**. Uso de Produtos de Sensoriamento Remoto para Delimitação de Área Efetivamente Inundável: estudo de caso do baixo curso do rio Benevente Anchieta - ES**. Revista Geográfica Acadêmica, 2010. v. 4, p. 53-63.

COELHO, A. L. N; FERREIRA, G. A. C. **Geotecnologias aplicadas em área inundável: O caso de Brejo Grande, Serra-ES**. GeoTextos, Vol. 7, N. 1, 2011. p. 159-183.

COELHO, A. L. N; **Prevenção E Mitigação De Desastres A Partir Do Mapeamento De Fragilidades**. In: Lourenço Magnoni Júnior; David Stevens; Eymar Silva Sampaio Lopes; Evandro Antonio Cavarsan; José Misael Ferreira

do Vale; Maria da Graça Mello Magnoni; Tabita Teixeira e Wellington dos Santos Figueiredo. (Org.). Redução do risco de desastres e a resiliência no meio rural e urbano. 1ed. São Paulo: Centro Paula Souza, 2017, v. 1, p. 112-122.

COELHO, André Luiz Nascentes; RAMOS, André Luiz Demuner, JESUS, Rafael Justino de; JAQUES, Jonatha Liprandi. **Avaliação da Fragilidade Emergente do Município de Cariacica/ES**. Anais do XVIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR. Santos – SP, 2017.

CORREA, Wesley de Souza Campos**. Comportamento dos elementos climáticos, temperatura e precipitação, no município de Vitória (ES) no período de 1978 a 2007**. Vitória, 2011.

GOUVEIA, José Mariano Caccia; TROMBETA, Letícia Roberta; GARCIA, Renata Marchi; NUNES, Rafael da Silva; GOUVEIA, Isabel Cristina Moroz Caccia; LEAL, Antonio Cezar. Análise da fragilidade potencial e emergente do relevo da unidade de gerenciamento de recursos hídricos Pontal do Paranapanema, São Paulo, Brasil. **Caderno Prudentino de Geografia.** n.36, 2014.

LIU, W. T. H. **Aplicações de Sensoriamento Remoto.** Editora Uniderp, Campo Grande – MS, 2006.

NARDOTO, Caroline Araújo Costa. **Avaliação da fragilidade ambiental da APA Mestre Álvaro – Serra/ES.** Vitória, 2013.

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. O registro cartográfico dos fatos geomórficos e a questão da taxonomia do relevo. **Revista do Departamento de Geografia**. V.6, 1992.

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. Análise empírica das fragilidades dos ambientes naturais e antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**. V.8, 1994.

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. **Análise e Síntese na Abordagem Geográfica da Pesquisa para o Planejamento Ambiental**. Revista do Departamento de Geografia nº 9, FFLCH-USP, São Paulo, 1995.

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. **Geomorfologia: ambiente e planejamento**. São Paulo: Contexto, 1997.

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. **Geomorfologia e Geografia Aplicadas à Gestão Territorial: Teoria e Metodologia para o Planejamento Ambiental**. Tese de Livre Docência, DG-FFLCH – USP, São Paulo, 2001.

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches; VILLELA, Fernando Nadal Junqueira. **Fragilidade Potencial Do Relevo Estudo Geomorfológica Da Bacia Hidrográfica Do Ribeirão Da Mococa Cristais Paulista, São Paulo.** V Simpósio Nacional de Geomorfologia. UFSM, Rio Grande do Sul, 2004.

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. **Paisagem, Configuração Territorial e Espaço Total:** interação da sociedade com a natureza In: Ecogeografia do Brasil: subsídios para planejamento ambiental. São Paulo. Ed. Oficina de Textos, 2009. p. 47 – 61.

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches; MASSA, Eric Macedo. Aplicação de um modelo de fragilidade ambiental relevo-solo na Serra da Cantareira, bacia do Córrego do Bispo, São Paulo-SP. **Revista do Departamento de Geografia**. V.24, 2012.

SANTOS, Humberto Gonçalves dos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília, DF: Embrapa, 2013.

SANTOS, Jader de Oliveira. Relação entre Fragilidade Ambiental e Vulnerabilidade Social na Suscetibilidade aos Riscos. **Mercator.** V.14, n.2, p. 75-90, 2015.

SILVA, A. C.; PIMENTA, A. A. G; NETO, F. B. da S. **Fatos Históricos: conhecendo o passado para planejar o futuro**. Vitória, 2009.

SPINK, Mary Jane Paris. **Viver em áreas de risco: tensões entre gestão de desastres ambientais e os sentidos de risco no cotidiano**. Ciência e Saúde Coletiva, 19(9):3743-3754, 2014.

SPÖRL, C. **Análise da fragilidade ambiental relevo-solo com aplicação de três modelos alternativos nas altas bacias do Rio Jaguari Mirim, Ribeirão do Quartel e Ribeirão da Prata**. São Paulo, 1v. Dissertação (Mestrado) –

Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, 2001.

TOMINAGA, Lídia Keiko; SANTORO, Jair; AMARAL, Rosângela. **Desastres Naturais: conhecer para prevenir.** Instituto Geológico. São Paulo, 2009.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. FIBGE/Supren. Rio de Janeiro, 1977.

VALLE, Ivana Cola; FRANCELINO, Márcio Rocha; PINHEIRO, Helena Saraiva Koenow. **Mapeamento da Fragilidade Ambiental na Bacia do Rio Aldeia Velha, RJ.** Floresta e Ambiente. Rio de Janeiro, 2015.