

# DIAGNÓSTICO E ANÁLISE DA FRAGILIDADE EMERGENTE NO MUNICÍPIO DE ARACRUZ-ES

## DIAGNOSIS AND ANALYSIS OF EMERGING FRAGILITY IN THE MUNICIPALITY OF ARACRUZ-ES-BRAZIL

## DIAGNOSIS Y ANÁLISIS DE LA FRAGILIDAD EMERGENTE EN EL CONDADO DE ARACRUZ-ES-BRASIL

**Vitor Silva de Miranda<sup>1</sup>**

 0000-0002-9216-8753

[vitorsvmiranda@gmail.com](mailto:vitorsvmiranda@gmail.com)

**Vinícius Vieira Pontini<sup>2</sup>**

 0000-0003-1709-3533

[pontinivini@gmail.com](mailto:pontinivini@gmail.com)

**André Luiz Nascentes Coelho<sup>3</sup>**

 0000-0001-9068-495X

[alnc.ufes@gmail.com](mailto:alnc.ufes@gmail.com)

Ano XXVII - Vol. XXVII - (1): Janeiro/Dezembro - 2023

CIÊNCIA  
**Geográfica**

ISSN Online: 2675-5122 • ISSN-L: 1413-7461

[www.agbauru.org.br](http://www.agbauru.org.br)

1 Bacharel e Licenciado em Geografia pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Analista de Geoprocessamento no Grupo Zago, atuando na Superintendência de Patrimônio da União no Espírito Santo (SPU-ES). ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9216-8753>. E-mail: [vitorsvmiranda@gmail.com](mailto:vitorsvmiranda@gmail.com).

2 Licenciado, Bacharel e Mestre em Geografia pela Universidade Federal do Espírito Santo (Ufes). Professor efetivo de Geografia da Secretaria de Estado da Educação do Espírito Santo (Sedu/ES). ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1709-3533>. E-mail: [pontinivini@gmail.com](mailto:pontinivini@gmail.com).

3 Docente da Universidade Federal do Espírito Santo. Departamento e Programa de Pós-Graduação em Geografia - Laboratório de Gestão em Redução de Risco de Desastres - LabGR2D/CEPEDES-UFES, Laboratório de Geografia Física - LGF-UFES e Laboratório de Cartografia Geográfica e Geotecnologias (LCGGEO). ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9068-495X>. E-mail: [alnc.ufes@gmail.com](mailto:alnc.ufes@gmail.com).

Artigo recebido em agosto de 2022 e aceito para publicação em fevereiro de 2023.



Este artigo está licenciado sob uma Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional.

**RESUMO:** O município de Aracruz-ES é cenário de um crescimento populacional intenso a partir dos anos 1970, por conta da industrialização e que demandou a destinação de terras para a expansão das cidades. A partir deste contexto, esse artigo teve como objetivo identificar as classes de Fragilidade Emergente no município Aracruz a partir da modelagem em ambiente de Sistema de Informações Geográficas - SIG, integrado com técnicas de Sensoriamento Remoto – SR fundamentado na metodologia de Ross (1994), que permite avaliar o meio ambiente considerando as intervenções humanas. A validação do mapeamento tomou como base documentos, registros fotográficos e campanhas de campo. Os resultados evidenciaram que 37,2% da área do município apresenta grau baixo de fragilidade emergente em função de características de declividade, hipsometria, solos e uso e cobertura da terra, predominantemente em áreas rurais. Por outro lado, revelou que a área urbana da Sede municipal abrange 56% de fragilidade média, resultante das condicionantes ambientais somadas as intervenções antrópicas, que exercem influência direta na estabilidade do ambiente. Tal metodologia permite o estabelecimento de outros recortes municipais, de bacias hidrográficas e regiões do Brasil, constituindo-se em informações importantes para a tomadas de decisão dos planos de gestão territorial e para as ações de proteção e Defesa Civil na prevenção aos desastres.

**Palavras-chave:** Aplicações geotecnológicas. Desastres. Aracruz-ES. Fragilidade Ambiental.

**ABSTRACT:** The municipality of Aracruz (ES-Brazil) is the scene of an intense population growth since the 1970s, because of industrialization and that required the allocation of land for the expansion of cities. From this context, this article aims to identify the classes of Emerging Fragility of in the municipality Of Aracruz from the modeling in environment Geographic Information System - GIS, integrated with Remote Sensing techniques based on Ross methodology (1994), which allows to evaluate the environment in a way considering human interventions. The validation of the mapping took with the basis documents, photographic records and field campaigns. The results showed that 37.23% of the municipality area is predominantly rural with a low degree of emerging fragility due to characteristics of slope, hypsometry, soils and land use and land cover. On the other hand, it revealed that the urban area of the municipal office covers 56.05% of average frailty, resulting from environmental constraints added to anthropic interventions, which exert a direct influence on the stability of the environment. This methodology allows the establishment of other municipal areas, river basins and regions of Brazil, constituting important information for the decision-making of territorial management plans and for civil protection and civil defense actions in disaster prevention.

**Keywords:** Geotechnological applications. Disasters. Aracruz-ES. Environmental fragility.

**RESUMEN:** El condado de Aracruz-ES es el escenario de un vertiginoso crecimiento demográfico a partir de la década de 1970, debido a la industrialización y que requirió la

disponibilidade de solo para a expansão de las cidades. A partir de este cenário, este artigo tiene como objetivo identificar cómo las clases de Fragilidad Emergente de Aracruz a partir del modelado de datos en un Sistema de Información Geográfica - SIG, diseñado a partir de técnicas de Teledetección a partir de la metodología de Ross (1994), que permite evaluar el medio ambiente de forma integrada con las intervenciones humanas, con el objetivo de asesorar en la planificación ambiental, territorial y urbana y contribuir a las acciones de Defensa y Protección Civil en la prevención de desastres, la preservación de vidas humanas y la reducción de daños materiales. La validación del cartografía se basó en documentos, registros fotográficos y campañas de campo. Los resultados arrojaron que el 37,2% del área del municipio presenta un grado de fragilidad emergente bajo por características de pendiente, hipsometría, suelos y uso y cobertura del suelo, predominantemente en zona rural, el municipio cubre el 56% de fragilidad media, resultando de las condiciones ambientales sumadas a las intervenciones humanas, que ejercen una influencia directa en la estabilidad del medio ambiente. Esta metodología permite el establecimiento de otros cortes municipales, de cuencas hidrográficas y regiones de Brasil, constituyendo informaciones importantes para la toma de decisiones de planes de gestión territorial y para las acciones de protección y Defensa Civil en la prevención de desastres.

**Palabras clave:** Aplicaciones geotecnológicas. Desastres. Aracruz–ES. Fragilidad Ambiental.

## INTRODUÇÃO E PROBLEMATIZAÇÃO

O crescimento da população mundial requer a necessidade de alimentos, moradia, água e energia. Nas cidades brasileiras, a expansão urbana demandou a intensa exploração dos recursos energéticos e de matérias-primas, que tem alterado de modo irreversível o cenário natural, levando com frequência a processos degenerativos da natureza (ROSS, 2009).

O processo de transformação dos usos da terra incorre em alterações no solo, vegetação, clima, relevo e recursos hídricos que exercem influência direta na dinâmica dos processos naturais, que podem ser intensificados e acelerados, provocando desequilíbrios, problemas socioambientais e causando desastres (COELHO, 2017).

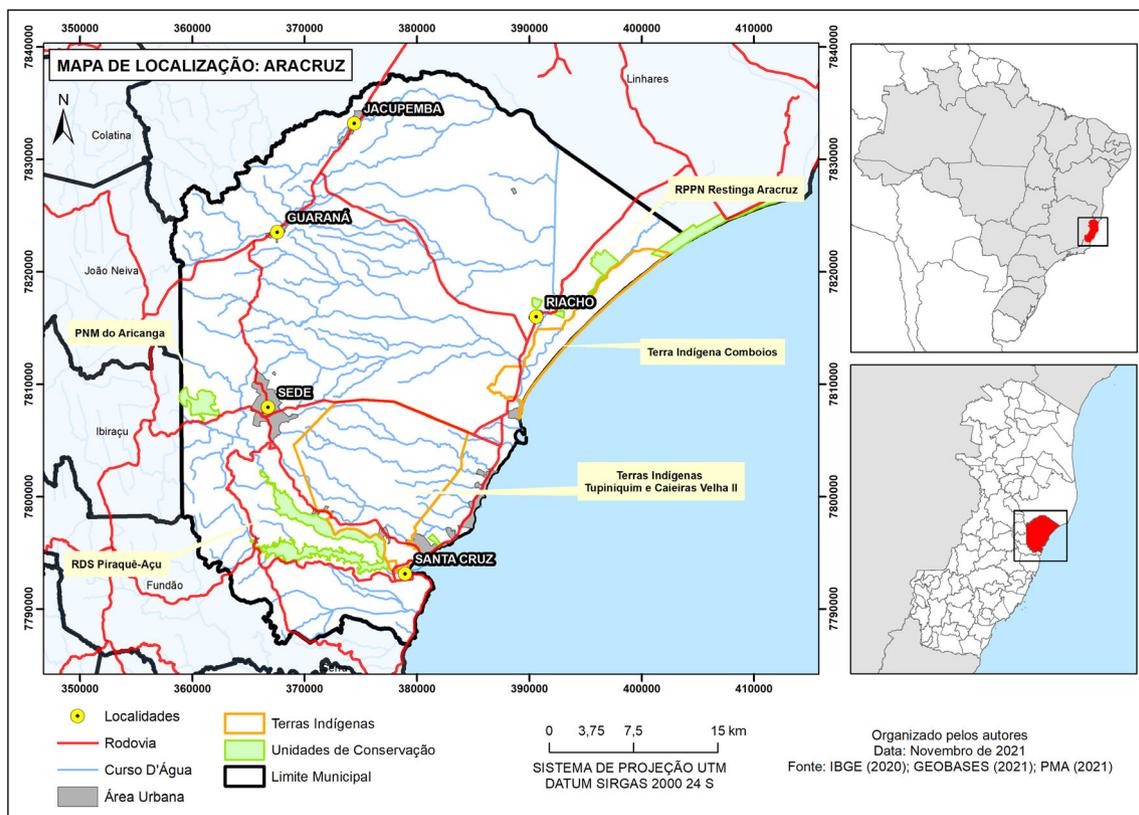
Tendo em vista que a apropriação e uso dos recursos naturais consumidos de maneira desenfreada necessitam de uma avaliação quanto às potencialidades e fragilidades ambientais, pretende-se aplicar a metodologia de Ross (1994) para identificar as classes de Fragilidade Emergente em Aracruz e conseqüentemente as áreas com maior susceptibilidade a eventos geodinâmicos, com o uso de geotecnologias.

A cidade de Aracruz, localizada no Estado do Espírito Santo, em período anterior à industrialização, foi um município cuja economia se baseava na produção rural, até a década de 1970, que marca o início das atividades de reflorestamento de eucalipto. Com o impulsionamento da indústria do ramo da celulose, o município passa a ser o cenário de um crescimento demográfico, que urgiu intervenções antrópicas para acomodar a implantação de infraestrutura e espaços para moradia.

Neste contexto o presente estudo teve como objetivo definir as classes de Fragilidade Emergente no município de Aracruz - ES através da modelagem em ambiente SIG com o uso concomitante de produtos e técnicas de Sensoriamento Remoto. Os objetivos específicos foram: identificar as áreas com maior susceptibilidade a deslizamento, movimento de massa, alagamento e inundação a partir da aplicação da Fragilidade Emergente; analisar e validar as classes de Fragilidade Emergente identificadas na sede de Aracruz, a partir do cruzamento com mapeamentos existentes (CPRM, 2012; 2020) e visita em campo; fornecer subsídio para o ordenamento territorial e planejamento urbano, contribuindo para a redução de risco de desastres.

O município de Aracruz (Figura 1) possui população estimada de 103.101 pessoas (IBGE, 2020) e está localizado no norte do Espírito Santo, na Microrregião do Rio Doce, a 83 km da capital, Vitória, tendo sua divisão administrativa em cinco distritos: Sede, Jacupemba, Guaraná, Riacho e Santa Cruz (PMA, 2021).

Em pesquisas realizadas pelo IBGE (1952) na década de 1950 apontou que Aracruz possuía 16.398 habitantes e a agricultura era a principal fonte econômica, destacando as lavouras de café, mandioca, cana-de-açúcar, dentre outros usos da terra como pastagens.



Fonte: Elaborado pelos autores.

**Figura 1.** Mapa de localização do Município de Aracruz (ES).

A década de 1970 foi palco de grandes mudanças para o município, que contava com 26.507 habitantes, de acordo com o IBGE. Orrico (2010) aponta que a Aracruz Celulose S/A,

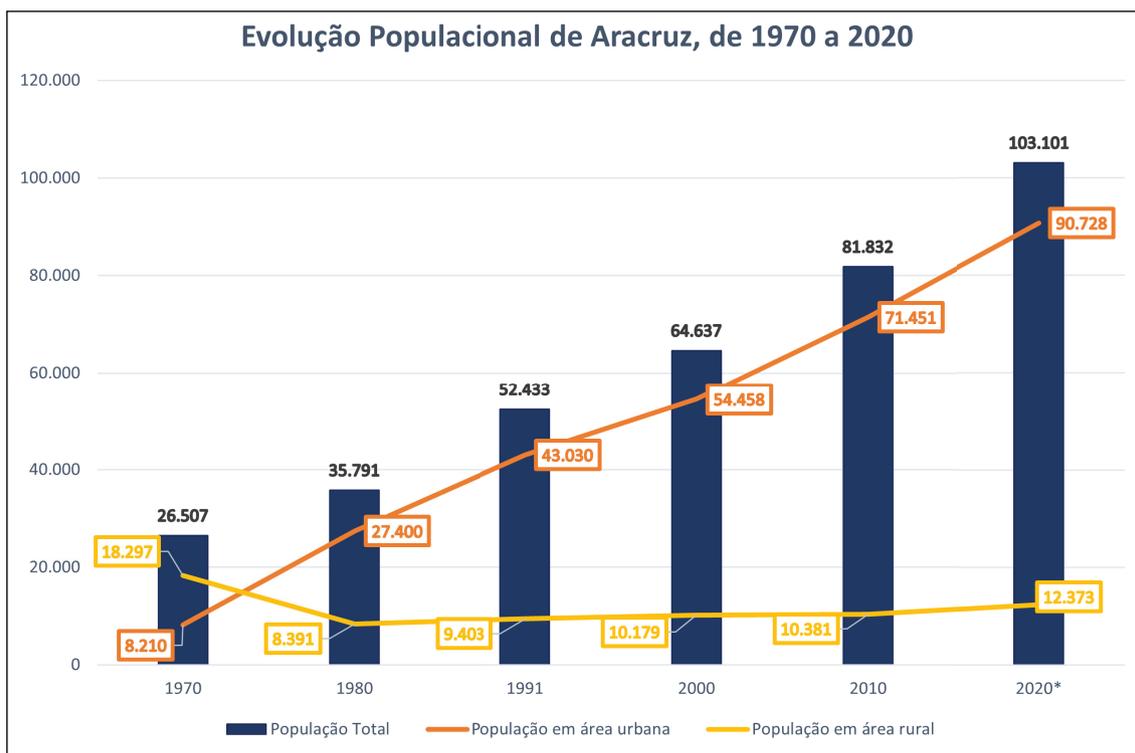
empresa do ramo de reflorestamento, inicia as suas atividades em 1972, atraindo mão de obra para a cidade. Entre 1980 e 1990 houve um intenso crescimento populacional decorrente da reestruturação da Aracruz Celulose e construção do Porto Especializado de Barra do Riacho - PORTOCEL, inaugurado em 1985 para exportação de celulose (ORRICO, 2010).

A partir dos anos 2000, Orrico (op.cit.) aponta um crescimento moderado, por conta da expansão das atividades petrolíferas, com estabelecimento de empresas prestadoras de serviço para a Petrobrás e a chegada de trabalhadores. Em 2013, o município recebeu outro empreendimento de grande porte, o Estaleiro Jurong Aracruz - EJA, que estimava a contratação de 6 mil trabalhadores para o ápice da fase de operação no ano de 2016.

Essa expansão industrial acelerada originou a carência de equipamentos urbanos e entre o final da década de 1960, quando se iniciou a instalação da Aracruz Celulose, até o final da década de 1990. O crescimento populacional forçou a especulação imobiliária e a destinação de áreas para construção de residências, movimentando os setores da economia, demandando na expansão de infraestrutura, energia, comunicação e serviços públicos.

O Gráfico 1 expressa o crescimento populacional do município de Aracruz entre 1970 e 2010 com aproximadamente 310% em 40 anos e a taxa de urbanização de 87% (IBGE, 2010). A expansão urbana se constituiu ao longo das rodovias estaduais ES-124 e ES-257 e na faixa litorânea distante cerca de 20 km da cidade-sede.

**Gráfico 1.** Evolução Populacional de Aracruz (ES), 1970 a 2020.



\*Dados de 2020 foram baseados na população estimada.

Fonte: IBGE – Censo Demográfico. Elaborado pelos autores.

## **A FRAGILIDADE AMBIENTAL E OS DESASTRES EM ARACRUZ**

Nas últimas décadas, as alterações na paisagem promovidas pelas ações antrópicas promoveram degradações ambientais em diversas escalas. Nesse sentido, a evolução do conhecimento científico e tecnológico proporcionou a criação de metodologias de análise capazes de mensurar o grau de fragilidade dos ambientes, permitindo compreender como a desestabilização de um determinado sistema pode ocorrer com maior frequência em nível de grau a susceptibilidade, provocados por processos naturais ou ações antrópicas (PEIXOTO et al., 2018).

A Fragilidade Ambiental pode ser entendida como uma medida da sensibilidade intrínseca dos ecossistemas às pressões ambientais, associadas também a quaisquer ameaças que sejam capazes de perturbar o equilíbrio de um sistema (RATCLIFFE, 1971 apud VALLE et al., 2015).

Nos ambientes urbanos de Aracruz, para além do crescimento da população, se faz necessário considerar o processo de ocupação do solo e as intervenções antrópicas (desmatamento, aterros, corte de taludes, canalização de cursos d'água, impermeabilização do solo etc.) e sua interferência direta na dinâmica físico-natural, que constituem o cenário de vulnerabilidade para seus habitantes.

A fragilidade dos ambientes naturais diante das intervenções humanas é maior ou menor em função de suas características genéticas. Em princípio, salvo algumas regiões do planeta, os ambientes naturais mostravam-se em estado de equilíbrio dinâmico até o momento em que as sociedades passaram a intervir cada vez mais intensamente na exploração dos recursos naturais para gerar riquezas, confortos, prazer e lazer (ROSS, 2009, p. 50).

Nessa perspectiva, Ross (op. cit.) concebeu as Unidades Ecodinâmicas Estáveis (Fragilidade Potencial) e Unidades Ecodinâmicas Instáveis (Fragilidade Emergente). Nas situações em que os ambientes se encontram no estado natural ou equilíbrio dinâmico podem ser considerados estáveis e quando em desequilíbrio, em função das alterações antrópicas, são classificados como instáveis. Os impactos ambientais decorrentes da modificação do uso da terra para fins econômicos e de habitação provocam desastres, que segundo Kobiyama (2007) pode ser entendido como fenômenos naturais que ocorrem onde o ser humano atua, causando danos materiais e humanos à sociedade, como inundação, alagamento e deslizamentos em encostas.

Entre 1995 e 2019 os desastres naturais causaram danos e prejuízos materiais estimados em R\$ 13,3 bilhões no Espírito Santo, de acordo com dados do Banco Mundial (2020) que no mesmo período apontou R\$ 90,9 milhões em perdas para Aracruz. Em levantamento de 2020, o Serviço Geológico do Brasil - CPRM estimou que aproximadamente 8.554 pessoas vivem em áreas de risco com grau alto e muito alto no município.

A Tabela 1 apresenta as ocorrências de desastres naturais do tipo geológico, hidrológicos, meteorológico e climatológico registradas no município, a partir de consulta

no Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID) compiladas por Valim et. al. (2016) e complementadas pelos relatórios do S2ID e histórico de ocorrências da Defesa Civil do Espírito Santo até o ano 2020.

**Tabela 1.** Ocorrências de desastres em Aracruz a partir do ano de 2001.

<b>Data</b>	<b>Tipo de evento</b>	<b>Decretação</b>	<b>Afetados</b>
22/09/2001	Inundação	935-R	--
21/11/2001	Inundação	935-R	--
02/02/2002	Enxurrada	--	40
03/12/2003	Tempestade Local/ Convectiva-Vendaval	--	128
16/03/2004	Enxurrada	--	579
26/02/2006	Tempestade Local/ Convectiva-Vendaval	--	22
25/09/2007	Tempestade Local/ Convectiva-Vendaval	--	4
09/11/2007	Estiagem	--	73348*
09/01/2008	Enxurrada	--	7170*
31/10/2009	Enxurrada	A GAZETA	9
08/03/2010	Tempestade Local/ Convectiva-Vendaval	--	14252*
16/03/2011	Enxurrada	A GAZETA	--
05/01/2012	Alagamento	UOL	--
14/05/2012	Alagamento	UOL	--
23/12/2013	Enxurrada	--	--
30/10/2014	Alagamento	--	339
13/11/2014	Alagamento	--	155
29/01/2015	Estiagem	--	--
07/12/2015	Estiagem	30.412	--
20/06/2016	Estiagem	31.268	--

Fonte: Valim (2016); BRASIL/S2ID (2020) e Defesa Civil-ES (2021). Organizado pelos autores.

Os dados apurados entre 2001 e 2020 apresentam cinco tipos de eventos: alagamento, enxurrada, estiagem, inundação e tempestade que afetaram um total de 96.046 pessoas, sendo que os registros de afetados com asterisco (\*) consideraram a população total do município ou o total da população de um ou mais distritos. Foram registrados um total de duas mortes nos eventos de 25/09/2007 e 09/01/2008.

Nesse mesmo intervalo temporal, nota-se a ausência de eventos de movimento de massa, que podem ser explicados pela perda de registros ou inoocorrência de deslizamentos. Em pesquisas de buscador na *internet* foi encontrada uma notícia da Folha de São Paulo (1996) com a informação de sete mortos após deslizamento de terra no Bairro Santa Luzia, distrito Sede de Aracruz, que atingiu sete barracos na encosta de um morro.

Neste contexto, a identificação dos graus de fragilidade integrando aspectos naturais e as intervenções antrópicas se faz relevante para Aracruz em função do incremento urbano dos últimos 30 anos, a diversidade de usos da terra e a necessidade de (re) identificação das áreas de risco, difundindo para os municípios do interior do Espírito Santo a abordagem geográfica como instrumento de análise, já que esse tipo de estudo é habitualmente aplicado nos municípios da Região Metropolitana da Grande Vitória.

## **CONTRIBUIÇÃO DAS GEOTECNOLOGIAS NA ANÁLISE DE ÁREAS DE RISCO**

A coleta de informações sobre a distribuição geográfica de recursos minerais, propriedades, animais e plantas sempre foi uma parte importante das atividades das sociedades organizadas. Até recentemente, no entanto, isto era feito apenas em documentos e mapas em papel; impedindo uma análise que combinasse diversos mapas e dados (CÂMARA; DAVIS, 2001).

O desenvolvimento da tecnologia de informática tornou possível o surgimento do Geoprocessamento, que de acordo com Fitz (2008) pode ser entendido como o conjunto de tecnologias que possibilita a aquisição, a análise, tratamento e visualização de dados espaciais, se caracterizando como multifuncional e fundamental para pesquisadores em análises de áreas de risco.

Dentre as aplicações do Geoprocessamento, se insere o Sistema de Informações Geográficas (SIG), definido como por um sistema computacional capaz de integrar dados, equipamentos e recursos humanos com objetivo de realizar coleta, armazenamento, manipulação e exibição de dados georreferenciados (FITZ, 2008).

A partir dos anos 2000, o uso de SIGs foi disseminado nos estudos de perigos naturais/tecnológicos e na identificação de áreas de risco, sendo essas aplicações um dos principais subsídios à Defesa Civil para identificação e gerenciamento de situações de risco relacionadas a escorregamentos e inundações em áreas urbanizadas (TOMINAGA, 2009).

Contudo, Coelho (2013) adverte que a aplicação da ferramenta SIG deve ser empregada preferencialmente por um especialista, de maneira prudente. Devendo ser tratada como instrumento de apoio e não de decisão em suas diversas modalidades de aplicação. A título de exemplo, a produção de mapeamentos e de modelos que apontam as áreas susceptíveis a desastres necessitam de posterior comprovação e aprovação, com base em estudos pontuais e/ou campanhas de campo.

Desta maneira, edificar um SIG com dados previamente coletados e validados favorece o desenvolvimento de produtos (mapas, cartas, etc.) estratégicos e fundamentais na gestão e redução de riscos e desastres, estabelecendo suporte com as ações de prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação.

## METODOLOGIA

Para que os objetivos fossem alcançados, foi realizada a obtenção de referenciais bibliográficos que subsidiaram a metodologia, como os trabalhos de Ross (1994), Nardoto (2013), Coelho (2017), Pontini (2018) e Pimentel (2019), bem como a aquisição de planos de informações (*shapefiles*) listados na Tabela 2 e do modelo digital de elevação ASTER/GDEM *Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer / Global Digital Elevation Model* com resolução espacial de 30 x 30 metros (USGS, 2011).

Em seguida, os dados adquiridos foram processados através do *software ArcGis 10.5*, disponível no Laboratório de Cartografia Geográfica e Geotecnologias – LCGEO do Departamento de Geografia da UFES. Os planos de informação e dados matriciais foram ajustados para o sistema de projeção UTM, DATUM SIRGAS2000, Zona 24 S (IBGE, 2005).

**Tabela 2.** Dados utilizados para elaboração dos produtos cartográficos.

Dado	Fonte	Ano
ASTER / GDEM	USGS	2011
Locais de Risco	CPRM	2012
Uso e Cobertura da Terra	IJSN	2013
Solos	Cunha et al.	2016
Áreas de Risco/Setores de Risco	CPRM	2020
Divisas Estaduais	GEOBASES	2021
Limite Municipal	GEOBASES	2021
Limite de Bairro	IJSN	2021
Sedes de Município	IJSN	2021
Curso D'água	IJSN	2021
Rodovias	GEOBASES	2021
Unidades de Conservação	GEOBASES	2021
Terras Indígenas	FUNAI	2021

Fonte: Organizado pelos autores.

Para aplicação do modelo de Fragilidade Emergente no objeto de estudo, foram definidos cinco coeficientes/graus de fragilidade, conforme metodologia de Ross (1994): 1 – Muito Fraco, 2 – Fraco, 3 – Médio, 4 – Forte, 5 – Muito Forte, sendo esses adaptados às características socioambientais do município de Aracruz.

A variável Declividade foi gerada a partir do dado ASTER/GDEM, recortado no município de Aracruz, através das ferramentas *Extract By Mask*, *Slope* e *Reclassify*, em combinação com as classes e coeficientes (Tabela 3):

**Tabela 3.** Padrões de relevo e coeficientes de Fragilidade em Aracruz.

Classe de relevo	Coeficiente de Fragilidade
Plano (abaixo de 3%)	5
Levemente Ondulado (3 a 6% de declividade)	1
Suave ondulado (6 a 12% de declividade)	2
Ondulado (12 a 20% de declividade)	3
Forte ondulado (20 a 30% de declividade)	4
Montanhoso (30 a 60% de declividade)	5

Fonte: Adaptado de Ross (1994). Organizado pelos autores.

A variável Hipsometria também teve como base o dado ASTER/GDEM, recortado no limite do município de Aracruz, sendo atribuídos coeficientes (Tabela 4) através da ferramenta reclassificar (*Reclassify*):

**Tabela 4.** Hipsometria e coeficientes de Fragilidade em Aracruz.

Cota Altimétrica	Coeficiente de Fragilidade
0-20m	5
20-40m	2
40-90m	3
90-120m	2
120-726m	5

Fonte: Adaptado de Ross (1994); USGS (2011). Organizado pelos autores.

A variável Solo teve como base o plano de informação vetorial adquirido no GEOBASES, recortado no limite municipal de Aracruz através da ferramenta *Clip*, cujo tipologias de solo foram dissolvidas com o uso da ferramenta *Dissolve*, seguido da criação de um campo numérico “Peso” na tabela de atributos - comando *Create Field* com os seguintes coeficientes (Tabela 5):

**Tabela 5.** Classificação de solos e coeficientes de Fragilidade em Aracruz.

Tipologia	Coeficiente de Fragilidade
Argissolo Amarelo Distrocoeso Típico	4
Argissolo Vermelho Eutrófico Típico	4
Gleissolo Tiomórfico Órtico Típico	3
Latossolo Amarelo Distrocoeso Típico	2
Latossolo Amarelo Distrófico Típico	2
Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico Típico	3
Neossolo Litólico Distrófico	5
Neossolo Quartzarênico Hidromórfico	5
Solos Indiscriminados de Mangue	4

Fonte: Adaptado de Ross (1994); Cunha et al. (2016). Organizado pelos autores.

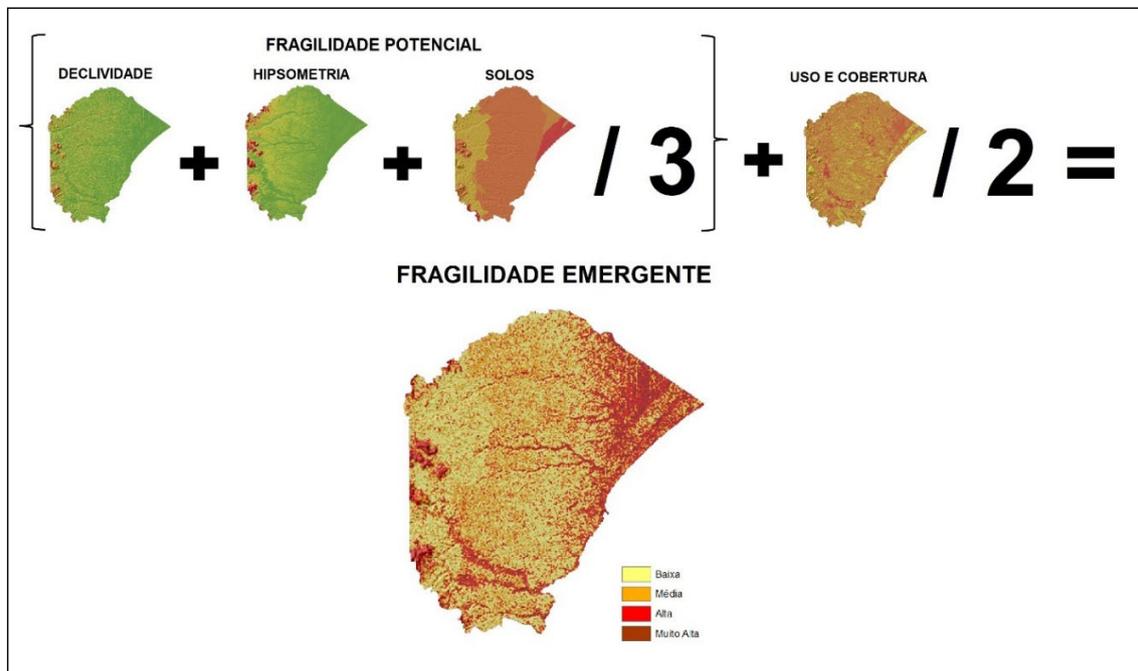
A variável Uso e Cobertura da Terra teve como base o plano de informação vetorial adquirido no GEOBASES, recortado no limite municipal de Aracruz através da ferramenta *Clip*, cujo tipologias de usos foram dissolvidas com o uso da ferramenta *Dissolve*, seguido da criação de um campo numérico “Peso” na tabela de atributos - comando *Create Field* - com os seguintes coeficientes (Tabela 6):

**Tabela 6.** Tipologias de uso e cobertura da terra e coeficientes de Fragilidade em Aracruz.

Tipologia	Coeficiente de Fragilidade	Tipologia	Coeficiente de Fragilidade
Afloramento Rochoso	5	Mangue	5
Área Urbana	5	Massa D'Água	2
Brejo	4	Mata Nativa	1
Cultivo Agrícola	3	Outros	4
Mineração	3	Silvicultura	3
Pastagem	3	Restinga	4

Fonte: Adaptado de Ross (1994); IJSN (2013) Organizado pelos autores.

Na etapa seguinte, através da ferramenta *Raster Calculator*, as variáveis declividades (DC), hipsometria (HP) e solos (SO) que formam a Fragilidade Potencial foram cruzados com o uso e cobertura da terra (UC) e resultaram no modelo de Fragilidade Emergente (FE), sendo  $FE = (DC + HP + SO) / 30 + UC/2$ . Por fim, o produto foi reclassificado – comando *Reclassify* – em 4 classes de Fragilidade Emergente: Baixa, Média, Alta e Extremamente Alta.



Fonte: Organizado pelos autores.

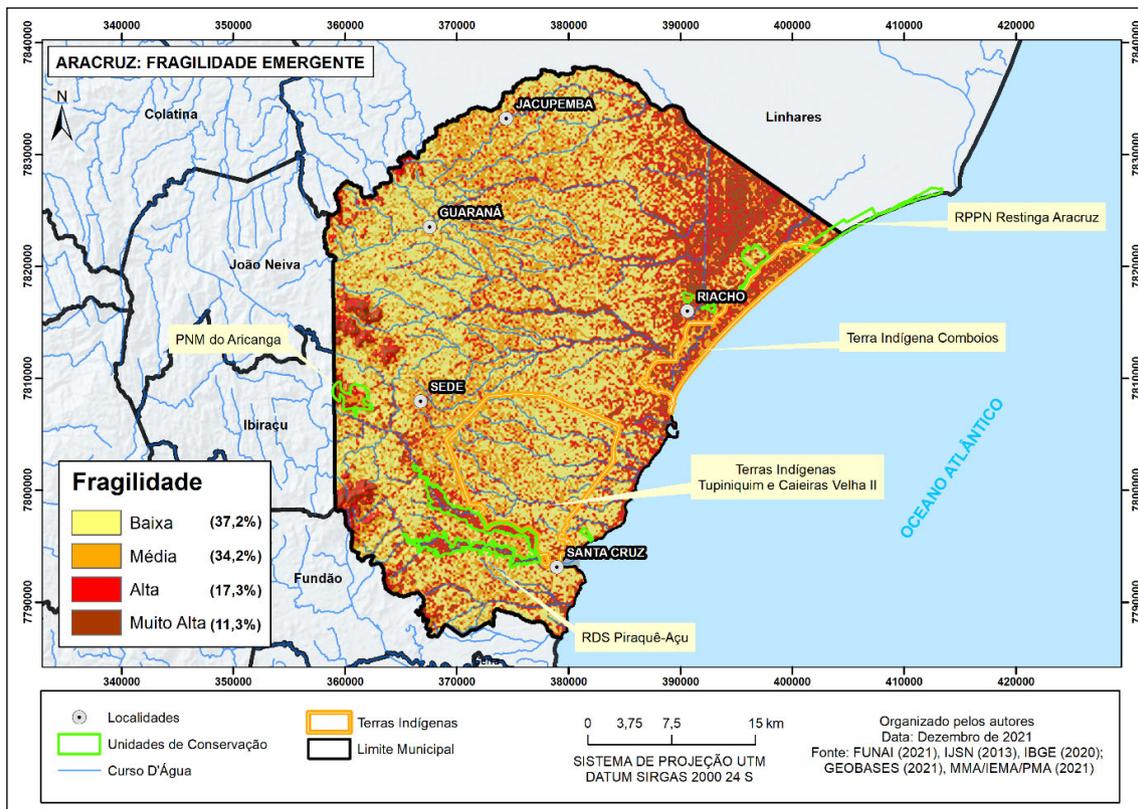
Figura 2. Planos de Informação e variáveis utilizadas na elaboração da Fragilidade Emergente.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos resultados se inicia com a interpretação do Mapa de Fragilidade gerado para Aracruz e em seguida no Distrito Sede, subdividido em 26 bairros e que concentra a maior área edificada, o maior contingente populacional e a maior quantidade de setores de risco identificadas, reunindo 20 áreas de um total de 52 identificados pela CPRM (2020) para todo o município de Aracruz.

### Fragilidade Emergente Municipal

A Figura 3 apresenta a Fragilidade Emergente para o município de Aracruz, dividida nas classes: Baixa, Média, Alta e Muito Alta, obtidas a partir da combinação das variáveis hipsometria, declividade, solos e uso e cobertura da terra.



Fonte: Organizado pelos autores.

**Figura 3.** Distribuição das Classes de Fragilidade Emergente no município de Aracruz.

Dentre as quatro classes de análise, se sobressai o grau de Fragilidade Baixa (Tabela 7), que ocupa 52.858 ha, o equivalente a 37,2% da área total e coincide com altitude entre 0 a 40 metros, declividade plana à levemente ondulada e com uso da terra para pastagem.

Em seguida, a Fragilidade Média corresponde a 48.531 ha ou 34,2% da área total e com predomínio nas altitudes entre 40 e 90 metros, com declividade suave ondulada à forte ondulada. Os usos da terra preponderantes classe são cultivos agrícolas, área urbana/solo exposto e silvicultura.

As Fragilidades Alta e Muito Alta estão, respectivamente, em 17,3% e 11,3% da área total, predominantemente em relevo de maciços rochosos e fundos de vale, com cobertura de mangue, ambientes de relevo plano e baixa declividade; e nas áreas brejosas próximas ao distrito de Riacho e da Terra Indígena Comboios, localizada em planície com baixa declividade, tendo o uso e cobertura com a presença de pastagem, áreas de mata nativa entremeadas de silvicultura de eucalipto e depósitos de restinga.

As classes supracitadas também estão presentes na porção oeste do município, na divisa com Fundão, Ibiraçu e João Neiva, relacionadas diretamente aos afloramentos rochosos, com altitudes superiores a 300 metros: Morro da Peroba (467m), Morro do Aricanga (549m), Morro do Óleo (352m) e Morro do Pelado (457m) que apresentam declividade montanhosa (30-60%).

Tabela 7. Áreas e Percentuais de Fragilidade Emergente em Aracruz.

Aracruz - Fragilidade Emergente	Área (ha)	Percentual (%)
Baixa	52.858	37,2
Média	48.531	34,2
Alta	24.558	17,3
Muito Alta	16.020	11,3
Totais	141.967	100,0

Fonte: Organizado pelos autores.

Quanto ao uso e cobertura da terra, as áreas de pastagem (Coeficiente 3), presente nas áreas Fragilidade Baixa e Média, apresentam fatores favoráveis no processo de degradação, por conta da supressão de vegetação nativa e exposição do solo à processos erosivos.

A silvicultura (Coeficiente 3), presente nas áreas de Fragilidade Média e Alta, apresenta impactos relacionados à mudança na cobertura da terra e compactação do solo. O plantio de eucalipto (Figura 4) ocupa grandes porções do território, sendo Aracruz o terceiro município em extensão de áreas de eucalipto dentre os municípios capixabas, de acordo com o IBGE (2020) com 33.535 ha e se destacando entre os 40 maiores produtores de eucalipto do Brasil.

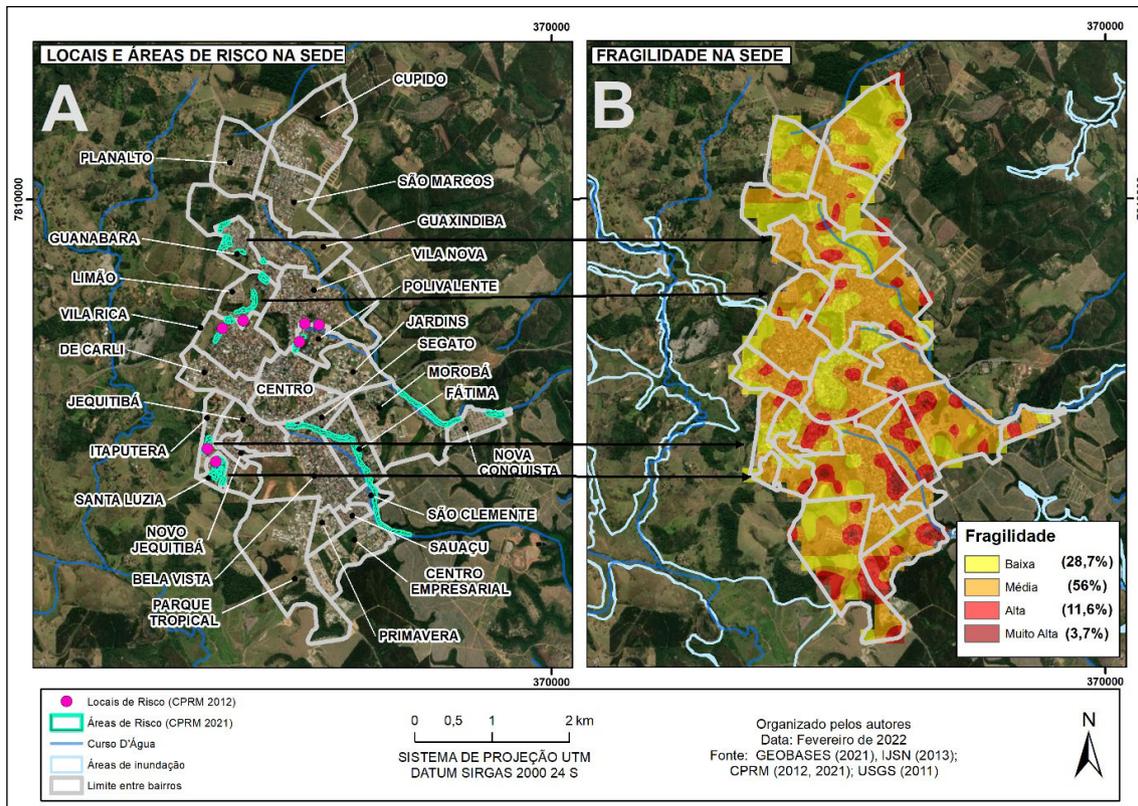


Fonte: Google Maps (2022).

Figura 4. Plantio de eucalipto às margens da ES-257, no ano de 2011.

A cobertura de mangue (Coeficiente 5), exerce “relevante função na estabilidade da geomorfologia costeira, na conservação da biodiversidade e na manutenção de amplos recursos pesqueiros, geralmente utilizados pela população local” (SOUSA et al.,2016). Está presente na Foz do Rio Piraquê-Açu, em áreas de Fragilidade Alta e Muito Alta, por ser um ambiente com alta sensibilidade aos impactos ambientais e com baixa capacidade de recuperação. Nesse sentido, a aplicação desse modelo pode auxiliar conservação desses ambientes.

### Fragilidade Emergente no Distrito Sede: sobreposição com Setorização de áreas de risco da CPRM



Fonte: Organizado pelos autores.

**Figura 5.** Mapa com sobreposição de riscos identificados pela CPRM em bairros da Sede (A) e fragilidade nos bairros da Sede de Aracruz (B).

No distrito Sede (Figura 5), a classe com maior representação é a de Fragilidade Média (Tabela 8), com 56% da área total, equivalente a 729,33 ha. Sua representação coincide com a extensão da área urbana e com declividades de 0 a 6% e altitude entre 0 e 40 metros.

**Tabela 8.** Áreas e Percentuais de Fragilidade Emergente na Sede Aracruz.

Sede de Aracruz - Fragilidade Emergente	Área (ha)	Percentual (%)
Baixa	372,64	28,7
Média	729,33	56,0
Alta	151,25	11,6
Muito Alta	47,90	3,7
Totais	1.301,12	100,0

Fonte: Organizado pelos autores.

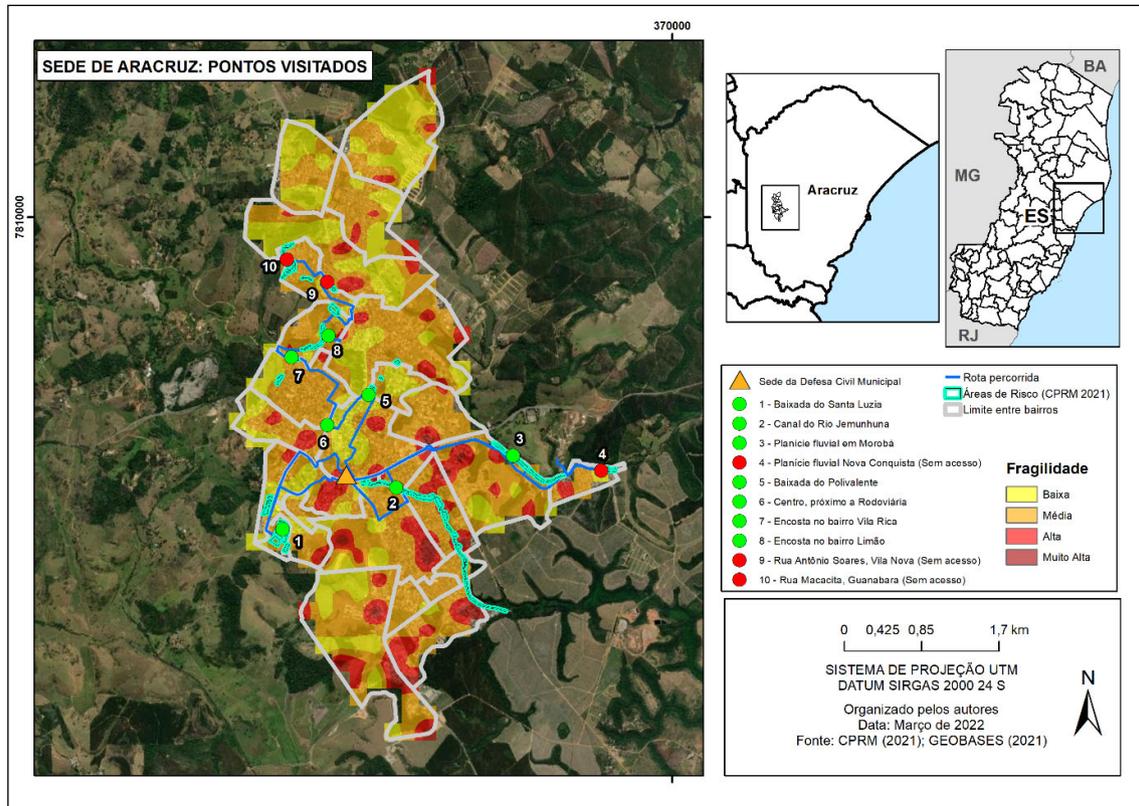
A Fragilidade Baixa, com percentual de 28,7% ou 372,64 ha da Sede, abrange áreas apresentam declividade entre 0 e 30%, com altitudes entre 40 e 90 metros e com uso e cobertura para pastagem.

As classes de Fragilidades Alta e Muito Alta, que representam juntas 199,15 ha ou 15,3% da área total coincidem com o uso e cobertura de massa d'água, silvicultura, mata nativa em regeneração e cultivos agrícolas, abrangendo as regiões de planície (0-20m) e de topo dos planaltos (40-90m).

Com a finalidade de aferir a acurácia do produto gerado em comparação com o mapeamento mais recente disponível (CPRM, 2020) e para obtenção de fotografias, foi realizada visita em campo no dia 24 de fevereiro de 2022, acompanhado do Coordenador Municipal de Defesa Civil, Daniel Rocha.

Através do aplicativo para celular *Wikiloc* foram registradas as coordenadas dos pontos visitados e o trajeto percorrido nos setores de risco previamente identificados a partir do estudo de Setorização de Áreas de Risco Geológico do Município de Aracruz, da CPRM (2020), que cartografou os graus de risco para deslizamento, enchente e inundação.

Na figura 6, as áreas identificadas pela CPRM, o caminho percorrido e os pontos visitados em campo foram sobrepostos ao Mapa de Fragilidade na Sede de Aracruz. Os pontos na cor verde se referem aos locais acessíveis, com tomada de fotos e os pontos em vermelho aos locais sem acesso, onde não foi possível obter registro fotográfico.



Fonte: Organizado pelos autores.

**Figura 6.** Mapa de Fragilidade com a sobreposição dos pontos visitados em campo.

A Tabela 9 relaciona a Fragilidade Emergente para as áreas de risco visitadas e as respectivas tipologias de eventos geodinâmicos na qual estão suscetíveis.

**Tabela 9.** Fragilidade Emergente e Tipologia de risco para os pontos visitados.

Ponto visitado	Fragilidade Emergente	Tipologia
1 – Bairro Santa Luzia	Média	Deslizamento
2 – Canal do Rio Jemunhuna	Alto	Inundação
3 – Planície fluvial em Morobá	Alto	Inundação
4 – Planície fluvial em Nova Conquista	Média	Inundação
5 – Baixada do Polivalente	Média	Deslizamento
6 – Centro, próximo à Rodoviária	Média	Alagamento
7 – Encosta no Bairro Vila Rica	Alto	Deslizamento
8 – Encosta no Bairro Limão	Alto	Deslizamento
9 – Rua Antônio Sales, Vila Nova	Média	Deslizamento
10 – Rua Macacita, Bairro Guanabara	Média	Deslizamento

Fonte: Organizado pelos autores.

## Caracterização das áreas de risco geológico e hidrológico em Aracruz

De acordo com o relatório elaborado pela CPRM (2020) as áreas de risco geológico no município (Figura 7) que apresentam risco de movimentos de massa relacionados a deslizamentos do tipo planar estão associadas à ocupação no topo ou em base de encostas declivosas, ausência de rede drenagem pluvial e residências de baixo padrão construtivo.



Fonte: Fotos dos autores.

**Figura 7.** Ponto 1, morro ocupado por residências no bairro Santa Luzia (Figura 7A), fragilidade média, onde se observou descarte irregular de lixo, cicatrizes de deslizamento na encosta, árvores inclinadas, casas em taludes de corte e falta de destinação de águas servidas e Ponto 7, no bairro Vila Rica (Figura 7B) presença de cicatriz de deslizamento e descarte irregular de lixo. O topo da encosta se encontra ocupado por residências.

No município, as áreas suscetíveis a processos hidrológicos podem apresentar 2 tipos de risco: inundação e alagamento. Os processos de inundação, segundo a CPRM (2020) ocorrem em bairros com residências edificadas em áreas de várzea (Figura 8), afetando diretamente a população em casos de excessos pluviiais e podendo acarretar em doenças, devido à falta de saneamento básico. Já os alagamentos ocorrem a partir do acúmulo de águas pluviiais em áreas de relevo plano, onde a drenagem das ruas é insuficiente (Figura 9).



Fonte: Foto dos autores.

**Figura 8.** Ponto 3 no bairro Morobá, com residências construídas na planície de inundação do Córrego Barra do Saí, Fragilidade Média à inundação.



Fonte: A Gazeta (2019).

**Figura 9.** Ponto 6 no Centro, próximo a rodoviária, apresenta Fragilidade Média. No local, são frequentes os alagamentos após volume elevado de chuva (Figura 9B).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação da metodologia de Ross (1994) que trata da análise integrada das variáveis naturais e antrópicas permitiu identificar as Fragilidades Emergentes do município de Aracruz-ES evidenciando que 37,2% da área do território, predominantemente rural, apresenta baixo grau de fragilidade em função de características de declividade, hipsometria, solos e uso das terras.

Por outro lado, a cartografia evidenciou que a área urbana da Sede municipal abrange 67,6% de fragilidade emergente média a alta, resultante das condicionantes ambientais somadas as ações antrópicas indetificadas e validadas em campo como as áreas de deslizamento, inundação, alagamento, decorrentes da construção em relevo com inclinação superior à de 30%, corte de taludes sem revestimento de proteção, supressão da mata ciliar, estrangulamento e assoreamento de canais de drenagem, entre outros.

O emprego da metodologia de Ross (1994) associada ao uso das geotecnologias se mostrou eficiente também, após ser comprovada com os dados da Defesa Civil e Relatório Técnico, oferecendo um produto adicional no qual podem extrair informações de locais mais susceptíveis a desastres, conseqüentemente, um entendimento mais amplo dos processos que predominam nessas paisagens, servindo de base para o direcionamento de ações de redução do risco e a resiliência tanto no meio urbano quanto no meio rural do município.

Essa aplicação subsidia estudos/diagnósticos territorial e urbano como o Plano Diretor Municipal contribuindo também para as ações de Proteção e Defesa Civil na prevenção aos desastres através dos Planos de Redução de Riscos, dos inventários de riscos, ao apontar outros locais com alta fragilidade, resultando no aumento da eficiência técnica

e econômica dos trabalhos de controle e fiscalização, cooperando com a preservação de vidas humanas e diminuição de prejuízos materiais.

Outro aspecto relevante dos modelos de Fragilidades Emergentes é que eles permitem a inserção de outras variáveis em sua composição além do emprego de demais geotecnologias (novas técnicas de SIG, Sensoriamento Remoto) nos estudos ambientais e que podem refinar, ainda mais, a precisão dos resultados, mas sendo imprescindível a sua validação em campo.

Enfim, esta proposta de mapeamento revelou a importância do modelo, para o planejamento urbano ambiental, possível de ser aplicada e analisada em diversas escalas de municípios ou regiões carentes de estudos de fragilidades à desastres, pois a mesma considerou as peculiaridades e particularidades naturais e antrópicas do Município.

## REFERÊNCIAS

A GAZETA. **Chuva intensa deixa ruas alagadas em Aracruz em 2019**. Disponível em: <<https://www.agazeta.com.br/es/norte/chuva-intensa-deixa-ruas-alagadas-em-aracruz-1219>>. Acesso em 1 mar. 2022.

BANCO MUNDIAL. Relatório de danos materiais e prejuízos decorrentes de desastres naturais no Brasil: 1995 – 2019. **Global Facility for Disaster Reduction and Recovery**.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. **Sistema Integrado de Informações Sobre Desastres - S2iD 2020**. Disponível em: <<http://S2iD.mi.gov.br/>>. Acesso em 7 dez 2021.

CÂMARA, G.; DAVIS. C. Introdução. In: CÂMARA, G.; DAVIS. C.; MONTEIRO, A.M.; D'ALGE, J.C. **Introdução à Ciência da Geoinformação**. São José dos Campos, INPE, 2001. 2ª ed. Cap. 1 e Cap. 2. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/>>. Acesso em 12 dez. 2021.

COELHO, A. L. N. Participação Popular na Gestão Pública: Indicação de áreas de interesse ambiental no Plano Diretor Municipal. In: CALDAS, A. S.; BRITO, C.; FONSECA, A. A. M.; PERTILE, N. (orgs.). **Gestão do território e desenvolvimento: novos olhares e tendências**. Salvador - BA: JM Editora, 2013. v.1, p. 275-294.

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. Disponível em: <<http://educacao.cemaden.gov.br/site/mediaLibrary/NjcwMDAwMDAwMTAy>>. Acesso em 3 nov. 2021.

CUNHA, A. M.; FEITOZA, H. N.; FEITOZA, L. R.; OLIVEIRA, F. S.; LANI, J. L.; CARDOSO, J. K. F.; TRINDADE, F. S. Atualização da legenda do mapa de reconhecimento de solos do Estado do Espírito Santo e implementação de interface no GEOBASES para uso dos dados em SIG. **REVISTA GEOGRAFARES**. v. 23, p. 32-65, 2016. Disponível em: <<https://periodicos.ufes.br/geografares/article/view/30205>>. Acesso em 05 nov. 2021.

CPRM - COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. **Ação emergencial para delimitação de áreas em alto e muito alto risco a enchentes e movimentos de massa**: Aracruz, Espírito Santo. Jul. 2012. Disponível em: <<https://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/19442>>. Acesso em 10 nov. 2021.

CPRM - COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. **Setorização de Áreas de risco geológico, Aracruz - ES**. Atualização de Mapeamento. Outubro de 2020. Disponível em: <<https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/19442.2>>. Acesso em 23 fev. 2022.

DEFESA CIVIL DO ESPÍRITO SANTO. **Histórico de decretações**. 2021. Disponível em: <<https://defesacivil.es.gov.br/historico-de-decretacoes>> Acesso em 15 dez. 2021.

FAPEU - Fundação de Amparo à Pesquisa e Extensão Universitária. Centro de Estudos e Pesquisas em Engenharia e Defesa Civil – 2. ed. – Florianópolis: FAPEU, 2020. Disponível em <<https://relatoriodesastres.ceped.ufsc.br/>> Acesso em 5 nov. 2021.

FOLHA DE SÃO PAULO. **Deslizamento mata sete e fere oito no ES**. 1996. Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/fsp/1996/11/23/cotidiano/9.html>>. Acesso em 16 dez. de 2022.

FITZ, P. R. **Geoprocessamento sem complicação**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. p. Cap 2. p. 19-29.

FUNDAÇÃO SÃO JOÃO BATISTA. **Plano Local de Habitação de Interesse Social de Aracruz**. 3º v. Aracruz, 2019. Disponível em: <[http://www.aracruz.es.gov.br/arquivos/noticias\\_arquivos/PLHIS\\_Volume\\_3\\_v2\\_rev0\\_2\\_15\\_08\\_FINAL.pdf](http://www.aracruz.es.gov.br/arquivos/noticias_arquivos/PLHIS_Volume_3_v2_rev0_2_15_08_FINAL.pdf)>. Acesso em 16 nov. 2021.

GEOBASES - SISTEMA INTEGRADO DE BASES GEOESPACIAIS DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO. **GEO-DADOS** (2021). Disponível em: <<https://ide.geobases.es.gov.br>>. Acesso em 2 Ago. 2021.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Aracruz**: Extração vegetal e Silvicultura. 2020. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/es/aracruz/pesquisa/16/12705>>. Acesso em 20. nov. 2021.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Estimativa de População e Evolução Populacional** (vários anos). 2020.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Carta Topográfica LINHARES SE-24-Y-D MI 455**. Escala 1:250.000. 1981. Disponível em: <[https://ide.geobases.es.gov.br/layers/geonode:scn\\_carta\\_topografica\\_matricial\\_linhares\\_se\\_24\\_y\\_d\\_250\\_000](https://ide.geobases.es.gov.br/layers/geonode:scn_carta_topografica_matricial_linhares_se_24_y_d_250_000)>. Acesso em 23 fev. de 2022.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Enciclopédia dos municípios brasileiros. **Municípios do Estado Rio de Janeiro e Municípios do Estado do Espírito Santo**. Vol. 22. Rio de Janeiro, 1952. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/bibliotecacatalogo?id=227295&view=detalhes>>. Acesso em 20 de nov. 2021.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Resolução INGE nº 1/2005 que altera a caracterização do referencial geodésico brasileiro, passando a ser o SIRGAS-2000**. 2005.

- IJSN - Instituto Jones dos Santos Neves. Coordenação de Geoprocessamento. **Base de Dados Geográficos** (vários dados no formato shapefile). Vitória: IJSN, 2021. Disponível em: <[www.ijsn.es.gov.br](http://www.ijsn.es.gov.br)>. Acesso em 5 jul. 2021.
- IJSN - Instituto Jones dos Santos Neves. **Uso e Cobertura da Terra** (shapefile). Vitória: IJSN, 2013. Disponível em: <[www.ijsn.es.gov.br/](http://www.ijsn.es.gov.br/)>. Acesso em 5 jul. 2021.
- JORNAL A TRIBUNA. **Estaleiro Jurong começa a sair do papel**. Disponível em: <<http://www.ijsn.es.gov.br/bibliotecaonline/Record/313265>>. Acesso em 20 nov. 2021.
- KOBIYAMA, M. Science is beautiful: aplicação da hidrologia no gerenciamento de desastres naturais. In: **Encontro Nacional de Estudantes de Engenharia Ambiental – ENEEAmb** (5: 2007 Florianópolis), Florianópolis: UFSC/CTC/ENS/CALESA, revista, 2007. p.15-17. Disponível em: <<https://www.labhidro.ufsc.br/pt/pub-cong-more>>. Acesso em 12 dez 2021.
- NARDOTO, C.A.C. **Avaliação da Fragilidade Ambiental da APA Mestre Álvaro - SERRA/ES**. Monografia. Bacharelado em Geografia. Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória, 2013.
- ORRICO, C.M.B. **A Urbanização Recente de Aracruz**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Geografia. Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2010. Disponível em: <<https://repositorio.ufes.br/handle/10/3568>>. Acesso em 09 nov. 2021.
- PEIXOTO, C. S.; SILVA, C. A.; MATTOS, S. H. V. L.; BOIN, M. N. Fragilidade potencial e emergente no município de Ivinhema (MS). **Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros, Seção Três Lagoas**. v. 1, p. 9-30, 2018.
- PIMENTEL, T.B. **Fragilidade Potencial e Emergente do Relevo de Vitória-ES: Subsídios para gestão de riscos e desastres em ambiente urbano**. Monografia. Bacharelado em Geografia. Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória 2019.
- PONTINI, V. V. Geotecnologias aplicadas ao mapeamento da Fragilidade Emergente no município de Castelo (ES): aporte à identificação de áreas suscetíveis a desastres. In: XXVIII Jornada de Iniciação Científica da Ufes, 2018, Vitória/ES. **Anais da XXVIII Jornada de Iniciação Científica da Ufes**, 2018. v. 9. p. 1- 15.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ. **Informações Gerais**. 2021. Disponível em: <<http://www.aracruz.es.gov.br/servicos/informacoes/>>. Acesso em 09 nov. 2021
- ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais antropizados. **Revista do Departamento de Geografia - USP**, São Paulo, n. 8, p. 63- 74, 1994.
- ROSS, J. L. S. 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
- SOUSA, M. S. ; IENSEN, I. R. R. ; LIMA, N. R. ; BRANDT, I. L. S. ; OLIVEIRA, F. A. . Caracterização fitossociológica e sedimentar de manguezais: estudo de caso na Baía da Babitonga (São Francisco do Sul/SC). In: **XI Simpósio Nacional de Geomorfologia**, 2016, Maringá. ANAIS DO 11 SINAGEO, 2016.
- TOMINAGA, L.K. Análise e Mapeamento de Risco. In: TOMINAGA, L.K; SANTORO,

J.; AMARAL, R. **Desastres Naturais**: conhecer para prevenir. Instituto Geológico. São Paulo, 2009. Cap. 9. p. 147-160. Disponível em: <[https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/wpcontent/uploads/sites/233/2017/05/Conhecer\\_para\\_Prevenir\\_3ed\\_2016.pdf](https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/wpcontent/uploads/sites/233/2017/05/Conhecer_para_Prevenir_3ed_2016.pdf)> .Acesso 12 dez. 2021.

USGS - GEOLOGICAL SURVEY / SERVIÇO GEOLÓGICO AMERICANO. **Dados de altitude ASTER/GDEM**: Advanced Spaceborne Thermal Emission And Reflection Radiometer/Global Digital Elevation Model. Id.: ASTGDEM\_V2\_0S20W041. Data de passagem 17/10/2011. 2011. Disponível em: <<http://earthexplorer.usgs.gov>>. Acesso em 05 nov. 2021.

VALIM, L. V. et al. Banco de dados de eventos geodinâmicos: o crowdsourcing como instrumento para a sua elaboração. In: I CBRRD – Congresso Brasileiro de Redução de Riscos e Desastres, 2016, Curitiba (PR). **Anais...** Curitiba: Universidade Positivo, 2016. p. 219-220.

VALLE, I. C.; FRANCELINO, M. R.; PINHEIRO, H. S. K. Mapeamento da Fragilidade Ambiental na Bacia do Rio Aldeia Velha, RJ. **Floresta e Ambiente**. Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <<https://periodicos.ufms.br/index.php/RevAGB/article/view/5934/0>>. Acesso em 15 dez. 2021.