

## **GEOPROCESSAMENTO APLICADO A FRAGILIDADE AMBIENTAL NO MUNICÍPIO FRONTEIRIÇO DE OIAPOQUE, AMAPÁ - BRASIL**

Sâmella Patrícia Lima **PAUNGARTTEN**  
Professora Mestra da UNIFAP-Campus Binacional Oiapoque  
E-mail: Samella.lima@unifap.br – UNIFAP

Jader de Oliveira **SANTOS**  
<sup>2</sup>Departamento de Geografia//Cumpus do Pici – UFC  
E-mail: jadersantos@ufc.br

**Resumo:** A singularidade e complexidade dos ambientes naturais protegidos nas unidades de conservação presentes em mais de 50% do município de Oiapoque, denotam a importância de maior conhecimento de seu quadro ambiental. As técnicas de geoprocessamento se constituem como importantes ferramentas no levantamento e análise de dados físicos, que de maneira integrada, subsidiam propostas de ordenamento territorial diante de usos e ocupações que se configuram. O presente artigo apontou os delineamentos na compreensão do estado de susceptibilidade aos processos erosivos no município de Oiapoque, segundo a metodologia desenvolvida por Ross (1994), fundamentada no reconhecimento dos diferentes graus de susceptibilidade a qual os ambientes estão sujeitos. O estudo apontou um quadro de fragilidade ambiental que varia de muito fraco a médio a partir dos aspectos fisiográficos apresentados.

**Palavras-Chave:** Fragilidade Ambiental. Oiapoque. Planejamento.

**Abstract:** The uniqueness and complexity of the protected natural environments in the conservation units present in more than 50% of the municipality of Oiapoque, denote the importance of greater knowledge of its environmental framework. Geoprocessing techniques constitute important tools in the collection and analysis of physical data, which in an integrated way, subsidizes proposals of territorial planning before the uses and occupations that are configured. This article aimed to point out the outlines in the understanding of the susceptibility to erosion processes in the municipality of Oiapoque, according to the methodology developed by Ross (1994), based on the recognition of the different degrees of susceptibility to which the environments are subject. The study pointed to a picture of

environmental fragility that varies from very weak to medium from the physiographic aspects presented.

**Keywords:** Environmental Fragility. Oiapoque. Planning.

**Resumen:** La singularidad y complejidad de los entornos naturales en áreas protegidas presentes en más del 50% del municipio de Oiapoque, denotan la importancia de un mayor conocimiento de su marco ambiental. Las técnicas de geoprocésamiento son herramientas importantes en la encuesta y el análisis de datos físicos que de manera integrada, subsidian propuestas para la planificación territorial frente a la configuración de usos y ocupaciones. El presente artículo señaló las delineaciones en la comprensión del estado de susceptibilidad a los procesos erosivos en el municipio de Oiapoque, de acuerdo con la metodología desarrollada por Ross (1994), basada en el reconocimiento de los diferentes grados de susceptibilidad a los que están sometidos los ambientes. El estudio mostró una imagen de la fragilidad ambiental que varía de muy débil a medio de los aspectos fisiográficos presentados y su síntesis en el mapa de fragilidad propuesto.

**Palabra - clave:** Fragilidad ambiental. Geoprocésamiento. Oiapoque. Planificación

## INTRODUÇÃO

Marcando a fronteira entre Brasil e a Guiana Francesa - um departamento ultramarino francês inserido no continente sul-americano, o município de Oiapoque, localizado a 600 km de Macapá, capital do estado do Amapá, apresenta importantes sistemas ambientais reconhecidas nas representativas áreas de proteção ambiental: Parque Nacional do Cabo Orange e o Parque Nacional Montanhas do Tumucumaque, cujas áreas cobrem mais de 50% do seu território.

Estas unidades de conservação protegem paisagens amazônicas singulares, dividida em duas diferentes e interligadas unidades físicas. Por Planaltos, com uma floresta de terra firme, pertencentes à formação arqueana do maciço das Guianas, intercaladas por vegetação savanítica e, pelas Planícies Costeiras, de formação recente (Holoceno) que compreende toda a porção costeira do município; contato entre os meios estuarinos/marinho sujeita as inundações em função das flutuações de maré e intensa pluviosidade (IEPA, 2006).

A singularidade e complexidade dos ambientes naturais do município de Oiapoque conduzem a necessidade de maior conhecimento de seu quadro físico ante a alocação de atividades econômicas indutoras de transformações ambientais, as quais podem afetar não somente a proteção dos seus recursos naturais como desencadear ou potencializar determinados riscos ambientais.

Atualmente, diversas metodologias têm sido desenvolvidas para mediar/avaliar a vulnerabilidade inerentes aos sistemas ambientais (erosão, inundação, desertificação, incêndios e etc.). Os estudos de fragilidade ambiental, a exemplo, têm por objetivo identificar unidades ambientais com características comuns em termos de susceptibilidades morfodinâmicas. Sua avaliação possibilita estabelecer classificações em categorias distintas subsidiando atividades econômicas indutoras de transformações ambientais. Neste caminho, destaca-se a análise de fragilidade dos ambientes naturais e antropizados proposto por Ross (1994), o qual fundamenta-se nas concepções ecodinâmicas, pautados em meios instáveis, caracterizados por intervenção antrópica, e meios estáveis, caracterizadas unicamente por seu estado natural.

Um importante meio para a obtenção dos resultados neste âmbito de pesquisa é oferecido pelas técnicas de Geoprocessamento. Segundo Rocha (2000), o geoprocessamento atualmente se apresenta como um importante elo entre as ciências, uma tecnologia transdisciplinar que, através da localização e do processamento de dados geográficos, integra, equipamentos, programas, processos, entidades, dados e metodologias. O geoprocessamento procura mostrar o mundo “real” sob forma computadorizada, com bases cartográficas apropriadas e um sistema de referência preciso com um conjunto poderoso de ferramentas, passíveis de associação espacial (XAVIER DA SILVA, 2001).

Neste sentido, o presente artigo analisa, por meio de técnicas de geoprocessamento, os delineamentos para o quadro de fragilidade preliminar no município de Oiapoque visando subsidiar o seu ordenamento territorial.

## **A CONTRIBUIÇÃO DAS TÉCNICAS DE GEOPROCESSAMENTO NA AVALIAÇÃO DA FRAGILIDADE AMBIENTAL**

Ao longo dos últimos 15 anos, e particularmente nos últimos 5 anos, um quadro robusto de dados geoespaciais gerados com o uso do geoprocessamento e produtos de sensoriamento remoto foram desenvolvidos no mundo. Estes avanços em muitos casos de livre acesso promoveram avanços significativos para o conhecimento dos diferentes cenários físicos que chegaram ao domínio dos planejadores e gestores do território contendo riscos e perigos ambientais (REICHARDT, 2010).

Para Fitz (2000), o geoprocessamento compreende um conjunto de técnicas na realização de levantamentos, análises e cruzamentos de informações georreferenciadas, apoiando-se na cartografia digital para a manipulação de dados. Nos estudos de Zhao (2017), que realiza uma avaliação regional de expressivos riscos naturais urbanos na China, comenta que além do geoprocessamento possibilitar amplo conhecimento do ambiente físico, este ainda contribui efetivamente para o acompanhamento contínuo das suas transformações, tornando-se uma ferramenta útil de apoio à decisão ao gerenciamento de emergências e de planejamento urbano.

Os SIGs são sistemas cujas principais características são: integrar, numa única base de dados, informações espaciais provenientes de dados cartográficos, imagens de satélite, redes, dados e modelos numéricos de terrenos; combinar as várias informações, através de algoritmos de manipulação, para gerar mapeamentos derivados; consultar, recuperar, visualizar e imprimir o conteúdo da base de dados geocodificados (CÂMARA, 1993).

Conforme demonstrado por Florenzano (2002), a integração de dados em um SIG é de fundamental importância para estudos ambientais, devido à possibilidade de agregar dados de biodiversidade, dados sociais, econômicos, políticos e culturais, potencializando a capacidade de análise e ajudando no planejamento e gestão do território. As geotecnologias representadas pelo SIG, GPS e Sensoriamento Remoto, apresentam uma série de facilidades na geração e produção de dados e informações para o estudo de fenômenos geográficos, como a avaliação de fragilidades ambientais.

Ante qualquer diagnóstico de riscos ambientais, como enchentes, erosões, incêndios e outros eventos que podem suscitar danos a população, é necessário a realização de um mapeamento físico prévio para reconhecimento das características intrínsecas de cada elemento (relevo, hidrografia, vegetação etc.) de maneira mais integrada possível, a fim de identificar quais os possíveis riscos e vulnerabilidades a que os espaços geográficos estão sujeitos.

A fragilidade ambiental compreende um sistema de investigação pautada no reconhecimento dos diferentes graus de susceptibilidade a qual naturalmente os ambientes estão sujeitos, independentemente, da intervenção antrópica (ROSS, 1994). O princípio da funcionalidade intrínseca baseia-se no conceito *Ecodinâmico*, introduzida por Tricart (1977), que compreende os ambientes a partir de suas trocas de energéticas e matérias, numa relação de equilíbrio dinâmico e constante.

O parecer do quadro de fragilidade destes ambientes possibilita apresentar propostas de uso que, ao ser considerado, impede a degradação ou aceleração dos processos físicos impedindo ou melhor planejando emergentes riscos ambientais. Para tanto, o autor reconhece duas categorias de fragilidade, a potencial, vulnerabilidade natural do ambiente, e a fragilidade ambiental, associada aos graus de proteção que os diferentes tipos de uso e cobertura vegetal exercem. A partir de tal categorização o autor apresenta uma hierarquia nominal de fragilidades representadas por códigos: muito fraca (1), fraca (2), média (3), forte (4) e muito forte (5).

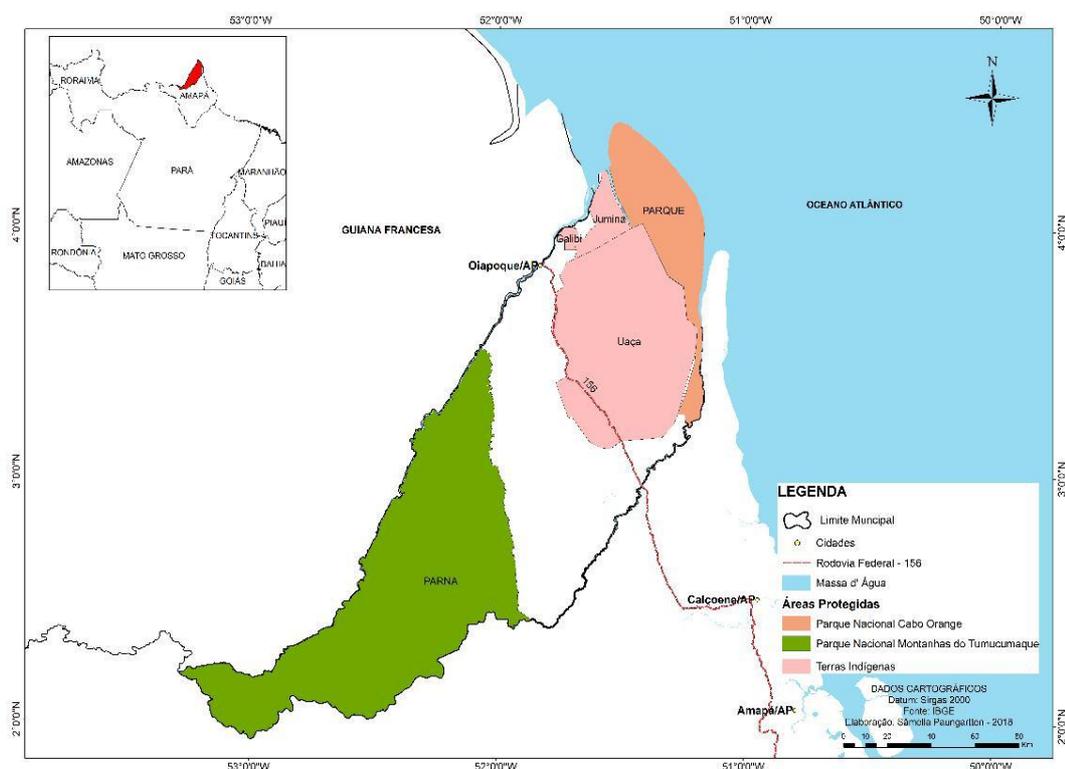
A identificação e a análise integrada das áreas ambientalmente mais frágeis põe em relevo a importância do SIG como ferramenta na elaboração de materiais cartográficos pertinentes na implementação de políticas públicas. O uso de técnicas de geoprocessamento aliado ao uso dos SIGs permite a avaliação integrada de diversos elementos, geologia, vegetação, pedologia, declividade etc. Sua análise, mapeamento e interpretação conduz a

compreensão da funcionalidade natural dos ambientes, podendo preceder quaisquer escopos de ordenamento territorial dirigido para o ambiente analisado.

## LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Oiapoque, localizado a cerca de 600 km de Macapá, capital do estado do Amapá, limita-se ao norte com a Guiana Francesa, a leste é banhado pelo Oceano Atlântico e a oeste faz fronteira com o município de Laranjal do Jari. Possui uma área de 22.625 Km<sup>2</sup>, população de 22.986 habitantes e densidade demográfica de 0,91 hab/km<sup>2</sup> (IBGE, 2010). Suas principais atividades econômicas são, sobretudo, representadas pelas explorações de jazidas de ouro, turismo e comércio. (NASCIMENTO, TOSTES 2008).

Figura 1 - Localização da Área de Estudo.



## PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

### Trabalho de Laboratório

Nesta etapa foram realizadas pesquisas nos acervos de instituições públicas e privadas, para obtenção de dados e bases cartográficas disponíveis para o município. O mapa pedológico e vegetacional foram compilados a partir dos dados em formato *shapefile* disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE em escala de 1.100.000, com adaptações realizadas para a área de estudo.

Para a confecção do mapa de hipsometria e declividade, utilizou-se as imagens *SRTM* (Shuttle Radar Topography Mission), com resolução espacial de 90 m, obtida no site eletrônico da Embrapa Monitoramento por Satélite (EMBRAPA, 2016). As cenas foram

reprojetadas, mosaicadas e recortadas segundo a área de estudo. Em seguida, recorreu-se aos algoritmos do *software* Qgis 2.18.18 para geração dos mapas temáticos.

## Fragilidade Ambiental

Para avaliação da fragilidade ambiental do município de Oiapoque adotou-se a metodologia desenvolvida por Ross (1994), o qual estabelece critérios para definição do estado de fragilidade ambiental a partir de elementos integradores (solo, declividade, vegetação, uso do solo). Neste trabalho, consideramos os elementos: hipsometria, declividade, vegetação e solos. Cada um destes elementos classificados em cinco graus diferenciados de fragilidade, conforme apresentado a seguir:

- Classes de Declividade – categoria hierárquica muito fraca (1) a muito forte (5);
- Solos – classe de fragilidade muito fraco (1) a muito forte (5);
- Cobertura Vegetal – grau de proteção muito fraco (1) a muito forte (5).

As variáveis foram tabuladas e dispostas ao longo dos resultados para fins de interpretação. As classes identificadas, após a análise espacial dos elementos selecionados, foram destacadas em **negrito** nas tabelas intercaladas ao longo do texto.

## RESULTADOS

### Declividade e Altimetria

A amplitude altimétrica e declividade podem ser entendidas, respectivamente, como a altura do relevo (cota máxima e mínima) e sua inclinação em relação ao plano horizontal. É uma informação valiosa no entendimento dos processos erosivos. De modo geral, quanto maior a amplitude altimétrica de uma região maior será a sua declividade e, conseqüentemente, maior a vulnerabilidade

à atuação dos processos erosivos (CHRISTOFOLETTI, 1980; FLORENZANO, 2008).

Na Figura 2, estão dispostos os mapas hipsométrico e de declividade do município de Oiapoque, seguidos da tabela contendo os parâmetros de fragilidade adotados.

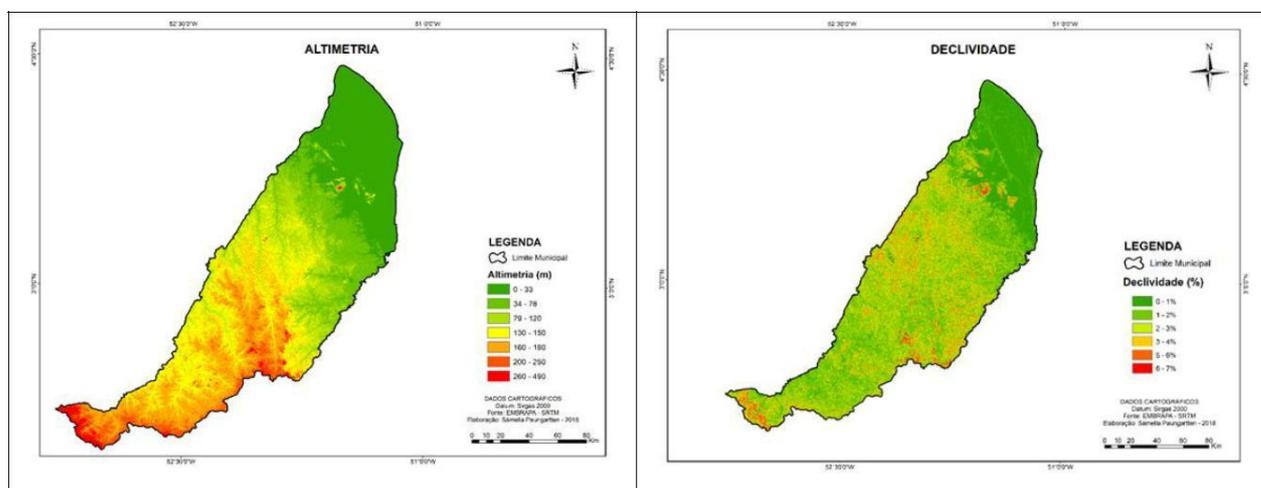


Figura 2 - Hipsometria e Declividade do Município de Oiapoque

Tabela -1 Grau de fragilidade de acordo com as classes de declividade

Classes de Fragilidade	Classes de Declividade
<b>1-Muito Fraco</b>	<b>&lt; 6%</b>
2-Fraco	6 a 12%
3- Médio	12 a 20%
4- Forte	20 a 30%
5- Muito Forte	>30%

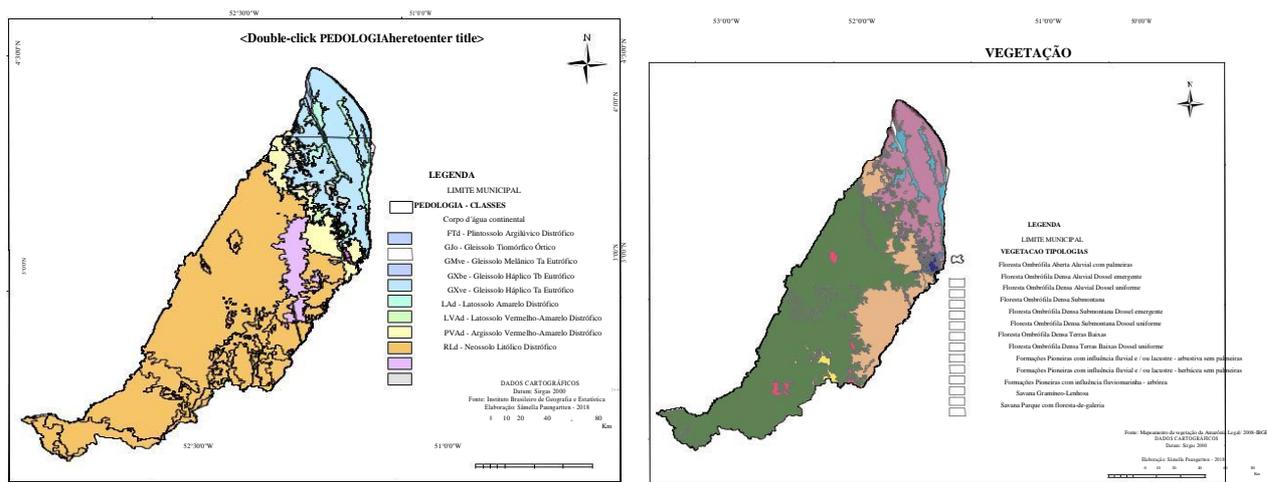
Fonte: Elaborado com base em Ross (1994)

Ao avaliar as distribuições hipsométricas e de declividades, evidencia-se que as maiores classes estão presentes em sua porção sudeste e sudoeste (maiores áreas em %), enquanto que as menores, a norte e noroeste.

Quanto as classes de declividades obtidas, observou-se que 80% do município apresenta valores de declividades menores que 6%. Segundo a avaliação de Ross (1994), as classes identificadas para o município indicam baixa fragilidades aos processos erosivos, sobretudo, nas porções em que ocorrem.

Segundo Dibiasi (1991), as declividades de até 5% não apresentam restrições ao uso e ocupação, indicam aptidão urbano-industrial e agrícola. No entanto, a baixa declividade, associado a outros parâmetros, podem apresentar problemas de drenagem, com riscos a inundação.

Figura 3 - Mapa Pedológico e Vegetacional do Município de Oiapoque



## Solos e Vegetação

No município, destacam-se, segundo o Projeto Radam (1974) e as adaptações realizadas pelo IBGE (2003), as unidades: Latossolo, Plintossolo e Gleissolo, Argissolo e Neossolo, conforme figura 3 e as informações em negrito apresentadas na tabela 2. Quanto a classe vegetacional, foram mapeadas as seguintes tipologias: Floresta Densa, Formações Pioneiras e Savanas (Figura 3;Tabela 2).

Classes de Fragilidade	Tipologias de Solo
<b>1-Muito Baixa</b>	Latossolo Roxo, <b>Latossolo vermelho</b> escuro e <b>Vermelho amarelo</b> textura argilosa.
<b>2-Baixa</b>	<b>Latossolo Amarelo</b> e Vermelho amarelo textura média/argilosa.
<b>3-Média</b>	<b>Latossolo Vermelho-amarelo</b> , Terra Roxa, Terra Bruna, Podzólico Vermelho-amarelo textura média/argilosa.
4-Forte	Podzólico Vermelho-amarelo textura média/arenosa,cambissolos.
5-Muito Forte	Podzolizados com cascalho, Litólicos e Areias Quartzosas.

Fonte: Elaborado com base em ROSS (1994)

Como adota Ross (op cit), as classes mapeadas, principalmente, as de maior representatividade, Latossolo Amarelo Distrófico e Latossolo Vermelho-Amarelo, apresentam um grau de fragilidade que varia de muito baixa a média.

Segundo Peres et al (1974), os solos *Latossolo Amarelo* apresentam variação textural de média a muito argilosa, encontrados em terrenos dissecados-colinosos de topo aplainado e em áreas com drenagem pouco entalhada provenientes de sedimentos argilosos e argilo arenosos do terciário, onde se desenvolveu vegetação de campo cerrado e floresta densa com capacidade de erosão que varia de não aparente a laminar ligeira.

Os solos *Latossolos Vermelhos-Amarelos*, são solos com perfil A, B e C poroso permeável e com estrutura pouco desenvolvida, oriundos da decomposição de granitos, gnaiesses dentre outros minerais do período pré-cambriano, encontrados em superfícies de aplainamento, dissecados em colinas, com entalhes bastantes pronunciados nos vales, e também em áreas elevados com presença de relevo residual. (PERES et al., 1974; AMAPÁ, 2002).

A análise da vegetação do município de Oiapoque é substancialmente representada pelas tipologias de Floresta Ombrófila Densa, conforme Figura 3.

Tabela 3 - Graus de Proteção do Solo Segundo a Cobertura Vegetal

Graus de Proteção	Tipos de Cobertura Vegetal
1-Muito Alto	Mata
2-Alto	Reflorestamento
3- Médio	Pastagem cultivada e em pastos naturais
4 - Baixo	Agricultura temporária, Café e Cana-de-açúcar

Fonte: Elaborado com base em ROSS (1994)

Na interpretação de Ross (op cit), este tipo de cobertura protege o solo da ação erosiva das chuvas tornando os ambientes relativamente estáveis. Na área de estudo, segundo os parâmetros representados na Tabela 3, a distribuição das tipologias vegetacionais, concorrem para a atenuação dos processos morfodinâmicos, especialmente, nas áreas cujas altimetrias e declividades são mais expressivas. Como trata-se de um município com grandes restrições de uso, devido a grande percentagem de unidades de conservação, a proteção da vegetação contribui para maior estabilidade dos sistemas físicos do município.

## CONCLUSÕES

A integração e análise dos dados físicos preliminares no município de Oiapoque encaminha metodologicamente, a partir das informações obtidas: hipsometria, declividade, pedologia e vegetação, certa tendência de comportamento erosível mediante a abordagem desenvolvida por Ross (1994).

O risco potencial aos processos morfodinâmicos, considerando os elementos aqui mapeados e analisados, apresentam-se num grau de fragilidade que varia de *muito fraco a médio*. A expressiva área de proteção ambiental representada pelo Parque Nacional Montanhas do Tumucumaque, na porção sudoeste do município, possibilita o mantimento do grau de estabilidade morfodinâmica mediante as maiores declividades e tipologias de solo, (baixa fragilidade). A presença das demais tipologias vegetacionais, embora não ofereçam o mesmo grau de proteção oferecido pelas Florestas Ombrófilas, estão localizadas em áreas de menor declividade e com solos que estão menos susceptíveis a erosão (*Gleissolos e Argissolos*). Quadro este que necessita ser melhor avaliado uma vez que estão morfologicamente sobre planícies sujeitas as flutuações flúvio-marítimas, mais intensos nos períodos de janeiro a julho, meses em que se verifica maiores índices pluviométricos (IEPA, 2006).

Muitos dos dados físicos encontrados apresentam-se em escalas espaciais com pouco detalhamento, dificultando a geração de uma base de dados adequados para análise proposta. O levantamento, interpretação e a síntese dos dados desta pesquisa foram alcançadas pela utilização das técnicas de geoprocessamento, sobretudo pela utilização de imagens *SRTM*, por, permitir a obtenção de dados altimétricos quando os encontrados eram insuficientes para análise proposta.

A análise preliminar desenvolvida neste trabalho, incentiva estudos mais integrados para assim subsidiar o planejamento e a gestão municipal, de maneira a resguardar as fragilidades inerentes a cada sistema ambiental e, por conseguinte, as vulnerabilidades sociais diante do enfrentamento de eventuais estados de riscos ambientais.

**Trabalho enviado em março de 2019**

**Trabalho aceito em agosto de 2019**

## REFERÊNCIAS

- BRASIL. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE**. Cidades. 2010. Disponível em: Acesso em: 23 set. 2010.
- CAMARA, Gilberto. **Geoprocessamento para projeto ambientais**. INPE.1993.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blucher, 1980.
- FITZ, P. **Cartografia básica**. Canoas: La Salle, 45 pp., 2000.
- FLORENZANO, T. G. **Imagens de satélite para estudos ambientais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.
- IEPA. **Macrodiagnóstico do Estado do Amapá**. Primeira aproximação do ZEE. Macapá: IEPA, 2ª edição, 2006.
- MORAIS, D.P.; MORAIS, J.D. **O Amapá em Perspectiva: Geografia do Amapá**. Macapá: Ed. JM, 2009. 80p.
- NASCIMENTO, Oscarito A.; TOSTES, José A. **‘Oiapoque–Aqui começa o Brasil’ as perspectivas de desenvolvimento a partir da BR-156 e da Ponte Binacional entre o Amapá e a Guiana Francesa**». In: Anais do VIII Congresso Científico da ANPPAS, Brasília. 2008.
- PERES, R. et al. **Levantamento exploratório de solos da folha NA/NB.22 - Macapá**. In: BRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral. Projeto Radam: levantamento de recursos naturais. Rio de Janeiro: DNPM, v.6, 1974. 467p.
- ROSS, Jurandy L. S. **Análise empírica da fragilidade empírica dos ambientes naturais e antropizados**. Revista do Depto de Geografia da USP. São Paulo. n.8, 1994.

REICHARDT, Mark. **Open standards-based geoprocessing Web services support the study and management of hazard and risk.** Geomatics, Natural Hazards and Risk, v. 1, n. 2, p. 171-184, 2010.

SILVA, José Maria da. **A cidade de Oiapoque e as relações transacionais na fronteira Amapá- Guiana Francesa.** Goiânia: Universidade Federal de Goiás, 2005. História revista, [do Amapá].

SILVA, G.V. **Observatório para o empreendedorismo sustentável e integração bilateral entre Amapá (Brasil) e Guiana Francesa (França).** Macapá: Banco da Amazônia, 2011.

\_\_\_\_\_. Oiapoque: **Potencialidades e caminhos neste século XXI.** Macapá: Editora Unifap, 2014.

XAVIER DA SILVA, J. **Geoprocessamento para análise ambiental.** Ed. Bertrand. Rio de Janeiro, 2001.

ZHAO, Ming; LIU, Xiang. **Reprint of: Regional risk assessment for urban major hazards based on GIS geoprocessing to improve public safety.** Safety science, v. 97, p. 112-119, 2017.