

Determinação da fragilidade potencial e emergente dos ambientes antropizados do Município de Maceió, Alagoas - Brasil.

Edilsa Oliveira dos Santos ¹
James Rafael Ulisses dos Santos ²
Tamires Aparecida Batista de Oliveira ³

¹ Universidade Federal de Sergipe - UFS
Programa de Pós-Graduação em Geografia – PPGeo
Av. Marechal Rondon, S/n - Jardim Rosa Elze, São Cristóvão - SE, Brasil, CEP 49100-000
edilsa.geo@hotmail.com

² Universidade Federal do Espírito Santo – UFES
Programa de Pós-Graduação em Geografia e Laboratório de Cartografia Geográfica e
Geotecnologias.
Av. Fernando Ferrari, 514 - 29075-973 - Vitória - ES, Brasil.
Jamesrulisses@gmail.com

³ Faculdade José Augusto Vieira – FJAV
Praça Nossa Senhora Aparecida, 40 - Cidade Nova, Lagarto - SE, Brasil, CEP 49400-000
tamires_ufs@yahoo.com.br

Abstract. The study deals with the analysis of fragility potential and emerging of environments that have a high susceptibility for the occurrence of mass moves (slides) and flooding in the municipality of Maceió, Alagoas, Brazil. These natural processes are triggered due to the form of use and occupation spatial of the region, as in the case of irregular constructions going up the steep slopes, fact that contributes to the triggering landslides. At the back of the valleys also occur constant landslides and floods (flooding) and the tidal lagoon plains highlights the association of the two processes mentioned above. The methodology was carried out survey of the material literature in scientific articles and books related to the theme of this study, as well as field visits to validate the mapping produced in cabinet with the help of Geographic Information Systems - SIG. And it adopted the method of the fragility of anthropogenic environments developed by Ross (1994), for mapping the stable ecodynamics units and unstable ecodynamics units, supported ecodynamics the concept Tricart (1977). This type of analysis is of great relevance study aimed at the management, order and planning of the territory in an integrated perspective of natural and human elements that make up a particular spatial area, the level of environmental analysis, as in the above study area.

Palavras-Chave: vulnerability, anthropogenic action, territorial planning, SIG, vulnerabilidade, ação antropogênica, planejamento territorial, SIG.

1. Introdução

A fragilidade ambiental é estudada sobre a ótica da integração dos atributos que constituem os elementos naturais e antrópicos da porção estudada. Dessa maneira, o estudo da vulnerabilidade dos ambientes, busca analisar de forma integrada para compreender o espaço estudado, os seguintes componentes: substrato rochoso, classes de solos, formas de relevo, vegetação, grau de uso da terra por intermédio da ação antrópica. (CRUZ., *et al* 2010).

O estudo da integração dos elementos de um dado território parte do pressuposto que é necessário a percepção do arranjo dinâmico dos ambientes naturais, sem ou com as práticas intervencionistas do ser humano. Todavia, é de sumária importância o mapeamento de unidades de paisagens analisadas levando em conta suas fragilidades, ante aos processos condicionantes de cunho materiais, bem como prováveis intervenções antrópicas. (CRUZ., *et al* 2010.).

O mapeamento da fragilidade ambiental se tornou uma ferramenta essencial e das mais utilizadas pelo poder público na gestão dos ambientes naturais e antropizados, visando o planejamento territorial. Os mapas ou cartas da fragilidade ambiental determinam uma análise integrada dos componentes físicos, bióticos e antrópicos, possibilitando avaliar as potencialidades do meio ambiente, e que dessa forma resulta na compartimentação dos elementos, conforme seus aspectos naturais e restrições socioambientais (CARMO., *et al*, 2011).

Este trabalho tem como objetivo analisar a fragilidade potencial e emergente do município de Maceió – AL, este que devido aos seus aspectos físicos e formas de ocupação espacial humana, proporciona o surgimento de deslizamentos e inundações, caracterizando-se como áreas de risco.

2. Metodologia do Trabalho

2.1 Localização da Área de Estudo

O município de Maceió tem uma área de 503,65 Km², e encontra-se na mesorregião do leste do Estado e na microrregião geográfica de Maceió, tem como municípios limítrofes, ao norte Flexeiras, São Luís do Quitunde, Barra de Santo Antônio e Paripueira; ao sul faz limite com Coqueiro Seco, Marechal Deodoro e o Oceano Atlântico; a oeste com Messias, Rio Largo, Satuba e Santa Luzia do Norte. (IBGE, 2010). (Figura 1).

O clima caracteriza-se como sub-úmido seco, com uma deficiência hídrica moderada, megatérmico, de acordo com a classificação climática de Thornthwaite-Mather (Ferreira Neto *et al.*, 2004). Apresentando uma evapotranspiração potencial anual média correspondente a 1193 mm, com maior concentração nos meses de outubro e janeiro, sendo considerados os meses mais quentes do solstício de verão.

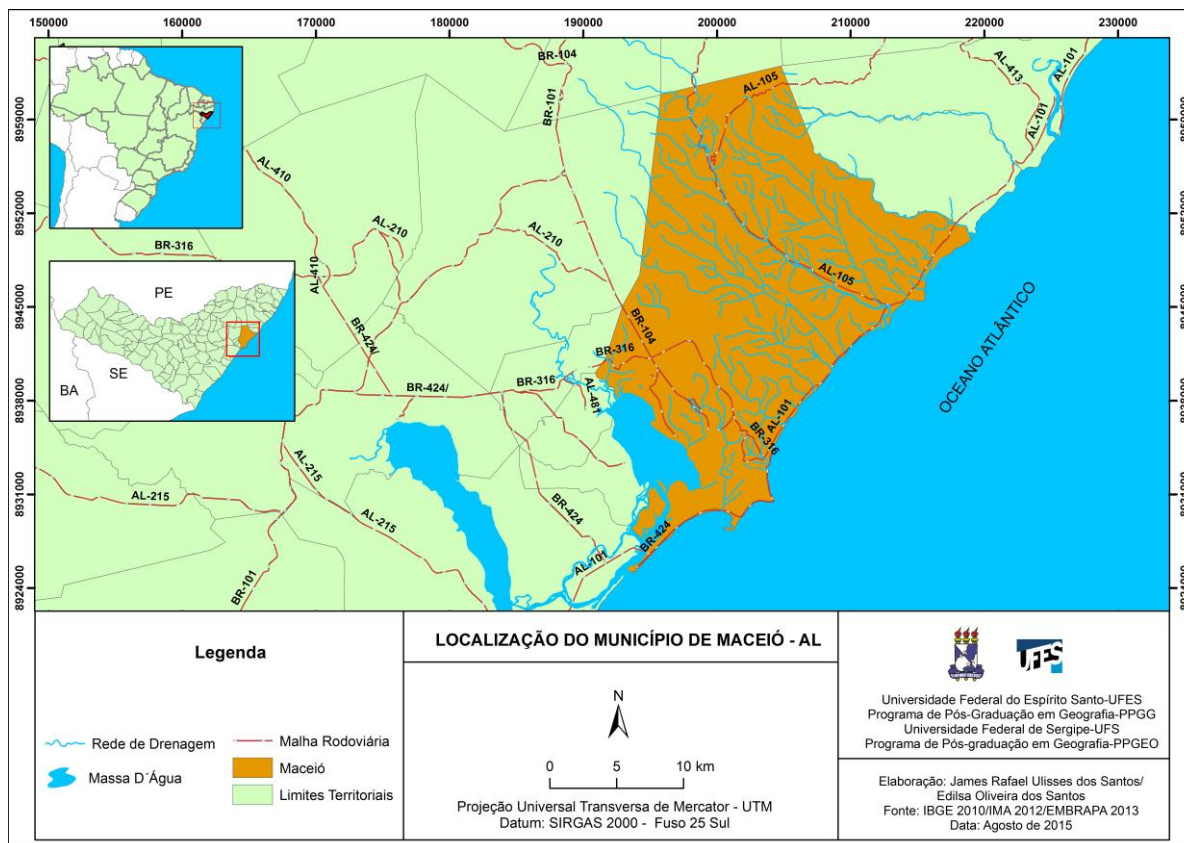


Figura 1. Localização do município de Maceió (AL)
 (Elaboração: SANTOS, J. R. U; SANTOS, E. O, 2015).

2.2 Materiais e Método

Para atender aos objetivos propostos nesse trabalho teve-se como materiais e métodos os seguintes: levantamento do material bibliográfico (artigos científicos e livros), investigação de campo para validar o mapeamento realizado com auxílio dos Sistemas de Informações Geográficas - SIGs e cartográfico nos sites de órgãos como: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2010), sendo realizado o download dos planos de informações em escala 1:250.000 dos limites territoriais (no formato vetorial); Instituto do Meio Ambiente/ IMA – AL (2012); Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuária – EMBRAPA adquiriu-se as imagens SRTM em formato raster com pixel de 90 m. Essas informações foram necessárias para a produção dos mapas síntese da fragilidade dos ambientes atropizados de Maceió.

A metodológica adotada nesse estudo teve-se por base o método de mapeamento da Fragilidade dos ambientes Antropizados desenvolvido por Ross (1994).

Para o autor a análise da fragilidade dos ambientes naturais se faz necessárias ao passo que se deseja aplicá-la a nível de planejamento ambiental, apoiado-se no conceito de Unidades Ecodinâmicas estabelecidas por Tricart (1977), levando-se em consideração o conceito de Pedogênese (formação dos solos) e Morfogênese (erosão dos solos).

Sendo um conceito ecológico que trata o ambiente sobre a perspectiva da Teoria dos Sistemas, partindo-se da conjectura que no meio natural os intercâmbios de energia e matéria realiza-se por intermédio do equilíbrio dinâmico.

O equilíbrio altera-se com certa frequência, todavia, devido às ações antrópicas na natureza, e dessa maneira contribuindo para o estado de desequilíbrio, quer seja temporário, quer seja permanente. De acordo com Tricart (1977), quando os ambientes encontram-se em equilíbrio dinâmico são estáveis, e quando encontram-se em desequilíbrio são instáveis. Entretanto, Ross (1990), se apropriou desse conceito acrescentou outros novos critérios que

denominou de Unidades Ecodinâmicas Estáveis e Unidades Ecodinâmicas Instáveis (ROSS, 1994).

Essas Unidades Ecodinâmicas são definidas por Ross (1994) tendo por base Tricart (1977), da seguinte forma:

- Unidades Ecodinâmicas Estáveis - são aqueles que encontram-se em equilíbrio dinâmico, e de certa forma, não foram dizimadas pelas práticas humanas, ou seja, apresentando-se em seus aspectos naturais.
- Unidades Ecodinâmicas Instáveis - são aquelas que sofrem modificações antrópicas alterando significativamente os ambientes naturais por intermédio dos desmatamentos e variadas práticas para fins de atividades econômicas.

Com a finalidade de utilizar esses conceitos para fins de planejamento ambiental, o autor foi muito mais além na sua proposta, estipulando para as Unidades Ecodinâmicas Instáveis ou de Instabilidade Emergente, uma hierarquia de graus (classes) de fragilidade, iniciando na Instabilidade Muita Fraca a Muito Forte. E seguindo-se o mesmo padrão de classificação para as Unidades Ecodinâmicas Estáveis ou de instabilidade Potencial de Muito Fraca a Muito Forte (ROSS, 1994). (Tabela 1).

Tabela 1. Categorias hierárquicas da fragilidade ambiental e as classes de declividade (adaptado de Ross, 1994).

Categorias Hierárquicas de Fragilidade	Classes de Declividade (%)
Muito Fraca (1)	ate 6%
Fraca (2)	de 6 a 12%
Média (3)	de 12 a 20%
Forte (4)	de 20 a 30%
Muito Forte (5)	acima de 30%

Para a confecção dos mapas síntese da fragilidade dos ambientes antropizados, seguem-se o método adotado por Ross (1994) no cruzamento dos planos de informações necessários para a modelagem através da fórmula (Equação): $PI_d + PI_s = PI_{fp}/2$. Sendo: Classe de declividade + Classes de Solos = Fragilidade Potencial/2. Após o cruzamento dos planos de informações das classes de declividade com o de classes de solos, faz-se uma média ponderada, dividindo a soma dos planos por dois, e gerando a Fragilidade Potencial.

Após essa etapa, por meio da fórmula: $PI_{fp} + PI_{uct}/2 = PI_{fe}$, (Plano de Informação da Fragilidade Potencial mais o Plano de Informação do Uso e Cobertura da Terra) gera-se o mapa síntese da Fragilidade Emergente. Essa operacionalização está descrita no fluxograma abaixo (Figura 2):

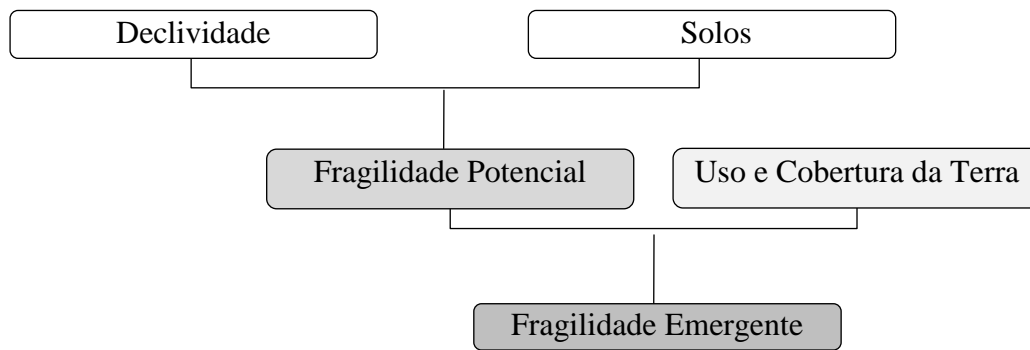


Figura 2 - Fluxograma das etapas de elaboração do mapa síntese de Fragilidade Potencial e Emergente de acordo com a metodologia de Ross (1994).

3. Resultados e Discussões

A cidade de Maceió, assim como muitas cidades brasileiras, tem populações residindo em encostas urbanas, sujeitas a constantes movimentos de massa e alagamentos, por isso sendo consideradas áreas de riscos naturais. Devendo-se isso a ausência dos serviços essenciais como: saneamento básico, ordenamento e planejamento urbano (Figuras 3 e 4). Nessa perspectiva, Anjos (2004), destaca que:

“A cidade de Maceió, a exemplo de outros grandes centros, possui vazios urbanos, constituídos de encostas, frequentemente ocupadas por populações de baixa renda que, pela falta de opções, normalmente financeiras, invadem e, de forma indisciplinada, ocupam espaços que no mínimo necessitariam ser preservados. O poder público, por outro lado, por questões diversas, convive com as invasões, absorvendo para si a responsabilidade social do fato apenas pela ocasião de tragédias iminentes, caracterizando um processo velado de assistencialismo” (ANJOS, 2004, p. 208).



Figuras 3. Ocupação desordenada na encosta da comunidade Flechal de Cima, no bairro de Bebedouro em Maceió. 4. E Cicatriz de um deslizamento na encosta, que destruiu parte uma casa na mesma comunidade em 2013. (Fonte: SANTOS, J. R. U, 2013).

Para Oliveira (2004), o processo de ocupação do sítio urbano de Maceió se deu de uma forma tão rápida e sem planejamento que tem sido complexo explicar o atual quadro da infraestrutura urbana da cidade, particularmente com relação aos constantes alagamentos e deslizamentos nas encostas, afetando as ruas de comunidades carentes, esses fatos tem se

tornado característicos, e muitas vezes deixados de lado pelos gestores públicos, e como consequência tem levado à modificações nas paisagens das encostas em Maceió.

O mapa síntese da fragilidade potencial foi confeccionado por meio do cruzamento dos planos de informações das classes de declividade sendo-as: < 6%, 6% a 12%, 12% a 20% e >30%, e as classes de solos, sendo encontradas as seguintes: argissolo acinzentado, argissolo amarelo, argissolo vermelho-amarelo, Espodossolo Humilúvico, Gleissolo, Latossolo Amarelo, Neossolo Flúvico, Neossolo Quartzarênico e Solos de Mangue.

Esses parâmetros foram determinantes para o estabelecimento da fragilidade potencial da área de estudo.

O mapa abaixo apresenta quatro classes, descritas como unidades ecodinâmica estável ou fragilidade potencial da área de estudo, podendo ser verificado que os tabuleiros costeiros estão inseridos nas Classes Muito Baixa e Média, os rebordos dissecados dos tabuleiros enquadram na Classe Alta e as encostas e os fundos dos vales fluviais entalhados nas litologias da Formação Barreiras insere-se na Classe Muito Alta. (Figura 5).

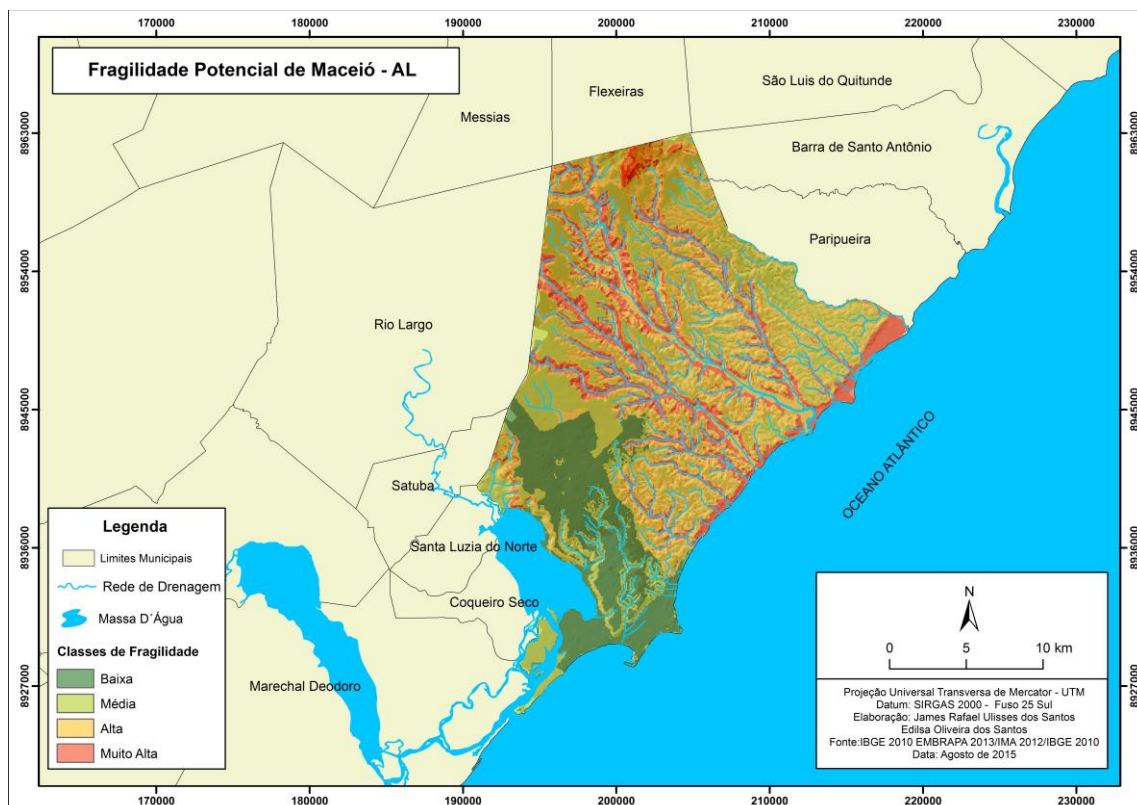


Figura 5. Mapa das classes de fragilidade potencial do município de Maceió (Elaboração: SANTOS, J. R. U.; SANTOS, E. O., 2015).

As classes de uso e cobertura da terra do município de Maceió estão representadas na tabela 2, onde podem ser destacadas a porcentagem dos principais usos, como a monocultura da cana de açúcar com 54,8%, solo exposto com 10,45%, à área urbana com 10,7 e a vegetação remanescente de mata atlântica com 13,09%. Essas quatro classes juntas correspondem a 89,09% da área total, e os 10,91% representam as demais classes de uso.

Tabela 2. Classes de uso e cobertura da terra, da área em km², m e ha e a porcentagem da área de estudo. (Fonte: adaptado de IMA-AL, 2010).

Classes de Uso e Cobertura da terra	Área km ²	Área m	Área ha	Porcentagem %
Sombra de Nuvens*	3,3	3298420,50	329,84	0,65
Cana de Açúcar	275,98	275981252,07	27598,13	54,8
Remanescente de mata atlântica	65,95	65952375,04	6595,24	13,09
Pastagem em área úmida	18,07	18067805,34	1806,78	3,59
Sombra de Nuvens	5,84	5842297,83	584,23	1,16
Solo exposto*	52,65	52653989,74	5265,4	10,45
Área urbana	53,9	53901336,01	5390,13	10,7
Massa D'Água	18,49	18485275,30	1848,53	3,67
Mangue	5,84	5835621,64	583,56	1,16
Plantio de Coco	3,63	3627306,68	362,73	0,72
Total	503,65	503645680,2	50364,57	100

*As sombras de nuvens foram levadas em consideração para o cálculo, devido a base de dados conter esta informação, caso fossem suprimidas a porcentagem não daria 100%.

A unidade ecodinâmica instável ou fragilidade emergente foi determinada a partir do cruzamento da fragilidade potencial com as classes de uso e cobertura da terra, que leva em consideração as alterações desencadeadas pela ação antropogênica sobre o meio ambiente. Para o município de Maceió foram determinadas quatro classes de fragilidade: as classes baixa e média representam os topos de tabuleiros costeiros e as classes alta e muito alta estão destacando as encostas, que caracterizam-se como áreas de risco devida a elevada suscetibilidade à ocorrência de deslizamentos, e os fundos dos vales fluviais onde também acontecem deslizamentos e inundações. (Figura 6).

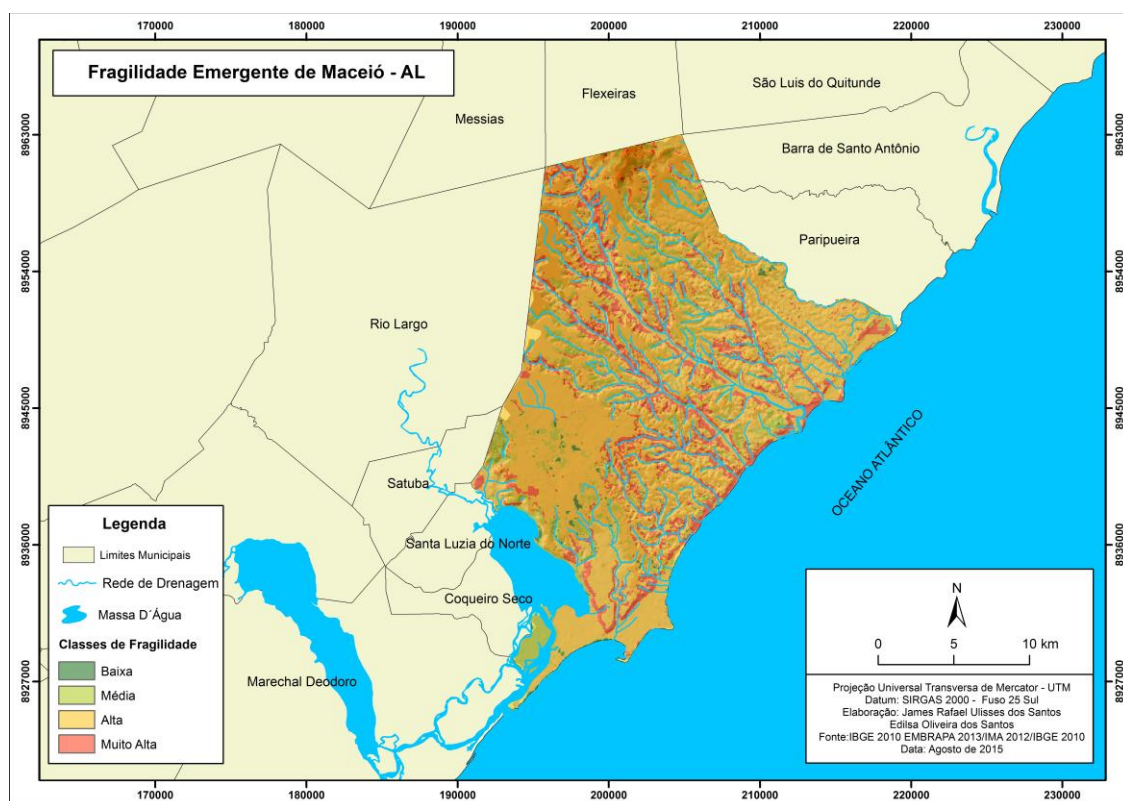


Figura 6. Mapa síntese da fragilidade emergente do município de Maceió (Elaboração: SANTOS, J. R. U; SANTOS, E. O, 2015).

4. Conclusões

Os estudos da fragilidade ambiental tem uma grande importância para auxiliar na gestão, ordenamento e planejamento das áreas que apresentam alto grau de vulnerabilidade à ocorrência de eventos naturais como os movimentos de massa, erosão dos solos e inundações, isso associado com as ações antropogênicas, que dinamizam as mudanças e como consequências alteram o equilíbrio dinâmico do meio ambiente.

A aplicação desse estudo para o município de Maceió apresentou resultados satisfatórios, pois determinou as unidades ecodinômicas estáveis ou potenciais e as unidades ecodinômicas instáveis ou emergentes com um certo grau de confiabilidade na integração dos elementos da paisagem no recorte espacial analisado.

Referências

ANJOS, C. A. M. Ocupação de encostas urbanas: uma dicotomia socioambiental. In: Geografia: **espaço, tempo e planejamento**. ARAÚJO, L. M (Org.) – Maceió: Ed. Edufal, 2004, p. 320.

CARMO, J. P. A; Souza, G. F; POLIDORO, M; LOLLO, J. A . **Análise da fragilidade ambiental em áreas urbanas. O caso do município de Londrina – PR**. Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011, INPE p.0855.

COORDENADORIA MUNICIPAL DE DEFESA CIVIL – COMDEC. **Plano Municipal de Redução de Riscos – Produto 2. Relatório de Mapeamento de Risco**. Maceió, Julho de 2007.

CRUZ, L. M; JÚNIOR, J. F. P; RODRIGUES, S. C. **Abordagem Cartográfica da Fragilidade Ambiental na Bacia Hidrográfica do Glória – MG**. Revista Brasileira de Cartografia N° 62/03, (ISSN 0560-4613), 2010.

FERREIRA NETO, J. V.; SANTOS, R. J. Q.; LIMA, R. C. A. Os recursos hídricos da área do Tabuleiro do Martins – Maceió –AL. In: Geografia: **espaço, tempo e planejamento**. ARAÚJO, L. M (Org.) – Maceió: Ed. Edufal, 2004, 320p.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Disponível em < http://downloads.ibge.gov.br/downloads_geociencias.htm> Acessado em Novembro de 2014.

Instituto do Meio Ambiente – IMA/AL. Diretoria de Unidades de Conservação – DIRUC. Setor de Geoprocessamento. Disponível em < <http://www.ima.al.gov.br/diretorias/diruc>> Acessado em Dezembro de 2013.

OLIVEIRA, M. R. Itinerário geo-histórico das paisagens e dos lugares de Maceió. In: Geografia: **espaço, tempo e planejamento**. ARAÚJO, L. M (Org.) – Maceió: Ed. Edufal, 2004, 320 p.

ROSS, J. L. S. **Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados**. Revista do Departamento de Geografia n°8, FFLCH-USP, São Paulo, 1994.

TRICART, J. – **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: FIBGE, Secretaria de Planejamento da Presidência da República, 1977. 97p.