



7, 8 e 9  
Março 2018  
ÉVORA  
Évora Hotel

GESTÃO DOS  
RECURSOS HÍDRICOS:  
**NOVOS  
DESAFIOS**

## **DIAGNÓTISCO DA FRAGILIDADE DA APA DO PRATAGY NO MUNICÍPIO DE MACEIÓ/AL - BRASIL**

Alisson, FELIX NERI SANTOS<sup>1</sup>; Rosangela, SAMPAIO REIS<sup>2</sup>;

<sup>1</sup> Graduado em Engenharia Ambiental e Sanitária; discente da Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento da Universidade Federal de Alagoas; Campus A.C.SIMÕES, CEP: 57000-000, Maceió/AL. alissonfns2@gmail.com.

<sup>2</sup> Doutora em Ciências da Engenharia Ambiental pela USP/Sao Carlos e Pós-doutora na Universidade de Cambridge – UK; professora associada da Universidade Federal de Alagoas; Campus A.C.SIMÕES, CEP: 57000-000, Maceió/AL. rosangelareis\_al@hotmail.com.

**Resumo:** No estado de Alagoas a APA do Pratagy tem área 13.369,5 ha, abrangendo os municípios de Messias, Rio Largo e Maceió. Segundo o Instituto do Meio Ambiente de Alagoas os problemas mais notórios na APA são: ausência de mata ciliar, substituída pela cultura de cana-de-açúcar; ocupação urbana desordenada às margens do rio e ausência de plano de manejo para ordenar o uso e ocupação do solo. Diante do exposto, o presente trabalho tem por objetivo mapear e quantificar o nível de Fragilidade da APA, utilizando a metodologia proposta por Ross (1994), em vistas que o mapeamento da fragilidade auxilia os gestores na tomada de decisão sobre o ordenamento do território, indicando quais locais são mais suscetíveis à degradação. Para analisar a fragilidade da APA utilizou-se um conjunto dados: erosividade, declividade em percentual, uso e ocupação do solo e tipo do solo. Assim, foi possível confeccionar um mapa em função da sobreposição das cartas e analisar que a maior área da APA possui fragilidade média.

**Palavras-Chave** – Fragilidade, APA, GIS.

**Tema:** Políticas públicas, governança e regulação.

## 1 INTRODUÇÃO

A lei nº 9.985/00 instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), estabelecendo critérios e normas para a criação, implantação e gestão das unidades de conservação, entre elas têm as Áreas de Proteção Ambiental (APA) (Brasil, 2000). Regulamentada apelo Decreto Nº 4.340/2002, uma APA tem por objetivo principal a conservação de processos naturais e da biodiversidade, através da orientação, desenvolvimento e adequação das atividades humanas às características ambientais da área (Brasil, 2002). Com efeito, ficou estabelecido que a APA disporá de um Conselho presidido pelo órgão responsável por sua administração e constituído por representantes dos órgãos públicos, de organizações da sociedade civil e da população residente. Sendo mister a elaboração do plano de manejo assim como seu zoneamento.

Segundo Utsumi e Teixeira (2015), o zoneamento ambiental seria uma alternativa para o uso mais racional do solo, preservando áreas de maior interesse e alocando atividades de acordo com seu grau de impacto. Destarte, o uso dos Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) contribuem na identificação e análise destes ambientes.

Segundo Marçal (2009), o zoneamento e a análise das fragilidades ganha importância crescente nos estudos socioambientais, pois permite identificar as susceptibilidades naturais, como também, aquelas provenientes da forma de uso da terra no recorte espacial de municípios ou bacias hidrográficas. Para Utsumi e Teixeira (2015) o mapeamento da fragilidade auxilia os gestores na tomada de decisão sobre o ordenamento do território, indicando quais locais são mais suscetíveis à degradação.

Trabalhos foram realizados na linha do estabelecimento da fragilidade aplicados a bacias hidrográficas (Rocha et. al.,2013; Deina et. al.2017; Utsumi e Teixeira, 2015 ) em regiões de APA e Florestas nacionais ( Freires et. al. 2017, Souza, et. al.,2017). Sendo Assim, a elaboração de mapas de Fragilidades pode auxiliar na compreensão da situação de uma área de interesse por meio das observâncias dos elementos físico, naturais, geomorfológicos, pedológicos, aliados aos componentes de ordem social, na forma de uso da terra.

No estado de Alagoas a APA do Pratagy tem área 13.369,5 ha, abrangendo terras dos municípios de Messias, Rio Largo e Maceió. Foi criada pelo Decreto nº 37.589/1998, com o objetivo de harmonização das atividades com o equilíbrio ambiental do ecossistema Bacia Hidrográfica do Rio Pratagy. Segundo o Instituto do Meio Ambiente de Alagoas os problemas mais notórios na APA do Pratagy são: ausência de mata ciliar, substituída pela cultura de cana-de-açúcar; ocupação urbana desordenada às margens do rio (IMA,2017). Ademais, acrescenta-se a ausência de um plano de manejo ficando sem impedimento qualquer atividade não sustentável seja realizada em seus domínios.

Diante do exposto o trabalho tem por objetivo mapear e quantificar o nível de Fragilidade utilizando a metodologia proposta por Ross (1994) na APA do Pratagy como ferramenta de auxílio aos gestores para o ordenamento do territorial, por meio da indicação de quais locais são mais suscetíveis à degradação.

## 2 METODOLOGIA

### 2.1 Área de estudo

A Área de Proteção Ambiental do Pratagy é uma Unidade de Conservação (UC) instituída pelo Decreto Estadual nº 37.589, de 05 de junho de 1998. Compreende partes dos municípios de Maceió, Rio largo e Messias, abrangendo toda extensão da Bacia Hidrográfica do Rio Pratagy, uma área aproximada de 13.369,50 hectares, além de uma faixa de restrição de uso de ocupação no entorno do divisor de águas com largura de 1.000 metros.

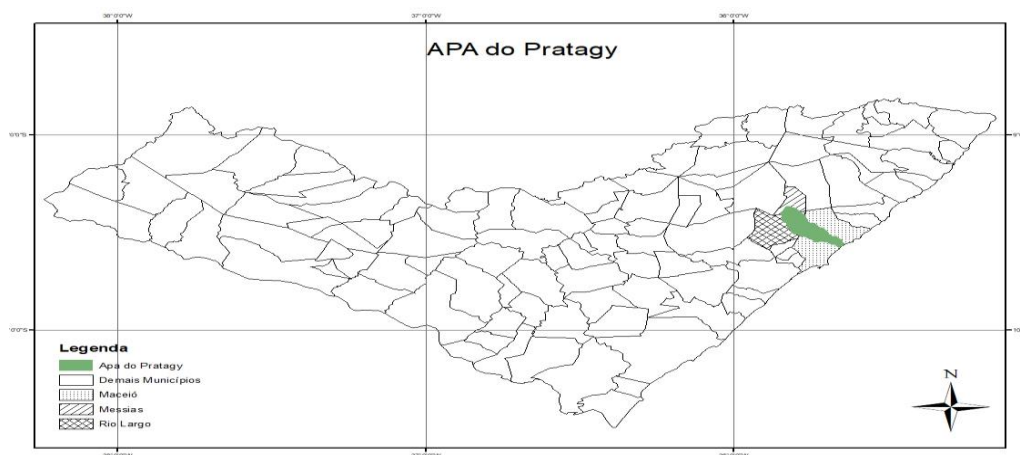


Figura 1. Localização da APA do Pratagy

### 2.2 Fragilidade

A fragilidade dos ambientes naturais deve ser avaliada quando se pretende aplicá-la ao planejamento territorial ambiental. Para ROSS (1994) o modelo de fragilidade avalia a instabilidade dos ambientes em vários graus, propondo que cada uma destas variáveis seja hierarquizada em cinco classes de acordo com sua vulnerabilidade. Assim, as variáveis mais estáveis apresentarão valores mais próximos de 1,0, as intermediárias ao redor de 3,0 e as mais vulneráveis próximas de 5,0. Para efetivar a análise faz-se imperioso a utilização de estudos básicos de relevo, tipo do solo, uso e ocupação do solo. No presente estudo, utiliza-se a classe de declividade em contrapartida aos índices de dissecação do relevo para a confecção da carta-síntese de fragilidade. A figura 2 apresenta a síntese da classificação proposta por ROSS (1994) e confeccionado por Utsumi & Teixeira (2015).

Fragilidade	Solos	Declividade (%)	Uso e Cobertura Vegetal	Erosividade das chuvas
Muito baixa (1)	Latossolo roxo, Latossolo Vermelho Escuro e Vermelho Amarelo, textura argilosa	0 - 6	Vegetação	0 - 250
Baixa (2)	Latossolo Vermelho-Amarelo textura média/argilosa	0 - 12	Formações arbustivas	250 - 500
Média (3)	Latossolo Vermelho-Amarelo, Latossolo Vermelho, Argissolo Vermelho-amarelo textura média/argilosa	12 - 20	Pastagem	500 - 750
Alta (4)	Argissolo Vermelho-Amarelo textura média/arenosa e cambissolos	20 - 30	Agricultura	750 -1000
Muito Alta (5)	Argissolo Vermelho, Neossolo litólico e Neossolo Arênico	>30	Solo exposto	>1000

**Figura 2.** Classificação da Fragilidade Ambiental.

## 2.3 Dados de entrada

### 2.3.1 Solos

De acordo com a metodologia de Ross (1994), a fragilidade dos solos está relacionada com as características de textura, estrutura, grau de coesão das partículas e espessura dos horizontes. Para obtenção dos tipos de solo, foi utilizado o banco de dados da Divisão de Processamento de Imagens do INPE (Instituto de Pesquisas Espaciais).

### 2.3.2 Erosividade da chuva

A bacia do rio Pratagy não possui dados pluviométricos catalogados pelo Sistema de Informações Hidrográficas da Agência Nacional de Águas (Hidroweb-ANA). Diante deste cenário foi seguido a metodologia para obtenção da precipitação média proposta por Junior et.al (2005) que utilizaram postos dos municípios de Rio Largo e Maceió para uma aproximação da precipitação média anual, visto que, estes, abrangem 70% da área da bacia e há ausência de postos pluviométricos no município de Messias. Os códigos dos postos pluviométricos utilizados no presente estudos foram os seguintes: 00935021, 00935056, no município de Rio Largo e 00935004, 00935024, no município de Maceió.

Por conseguinte, foi realizada a obtenção do valor de precipitação anual e da média dos totais mensais de precipitação, e a partir da Equação1, proposta por Lombardi Neto & Moldenhauer (1977), calcula-se o valor mensal da erosividade das chuvas:

$$EI_{30}=67,355(r^2/P)^{0,85} \quad (1)$$

Onde,  $EI_{30}$  é a média mensal do índice de erosividade, medidos em MJ.mm/(ha.h);  $r$  é a média dos totais mensais de precipitação, medidos em mm;  $P$  é a média dos totais anuais de precipitação, medidos em mm.

### 2.3.3 Declividade

Para a obtenção do mapa de declividade em percentual, utilizou-se o banco de dados do Serviço Geológico Nacional (CPRM), carta SC-25. Com efeito, foi realizada a média ponderada em função da relação fragilidade/declividade em percentual para a obtenção de uma declividade representativa para toda a APA.

### 2.3.4 Uso e cobertura do solo

Diferentemente da classe declividade e dos tipos de solo que se correlacionam com os graus de fragilidade, os valores atribuídos ao uso e ocupação do solo correspondem aos graus de proteção que a cobertura vegetal oferece.

**Tabela 1.** Fragilidade para tipo de Cobertura Vegetal.

Tipos de Cobertura Vegetal	Graus de Proteção	Valor Atribuído
Florestas/Matas naturais	Muito Alta	1
Formações arbustivas naturais com estrato herbáceo denso, formações arbustivas densas (mata secundária, Cerrado Denso, Capoeira Densa.	Alta	2
Cultivo de ciclo longo em curvas de nível/ terraceamento com forrageiras entre ruas, pastagens com baixo pisoteio, silvicultura de eucaliptos com sub-bosque de nativas.	Média	3
Culturas de ciclo longo de baixa densidade, culturas de ciclo em curvas de nível/ terraceamento.	Baixa	4
Áreas desmatadas e queimadas recentemente, solo exposto por arado/ gradeação, solo exposto ao longo de caminhos e estradas, terraplenagens, culturas de ciclo curto sem práticas conservacionistas.	Muito baixa	5

Desta forma os valores menores são conferidos às áreas de maior grau de proteção, ao passo que os valores maiores representam as de menor grau de proteção. As informações de uso e cobertura do solo foram obtidas a partir da carta disponibilizada pelo IBGE.

### 2.3.5 Cruzamento dos dados

Para representação da fragilidade se propõe a utilização do software GIS (ArcGIS) que dispõem das ferramentas necessárias para construção dos mapas. A tabela 2 apresenta um exemplo do cruzamento dos dados entre duas cartas fictícias para diferentes cenários de classificação de nível de fragilidade. Neste caso teríamos, por exemplo, a

multiplicação de duas características distintas de uma mesma região, como a declividade e o uso de solo, logo a classificação seguindo ROSS (1994) seria: valores maiores ou iguais a 1 e menores que 4, fragilidade muito baixa; maiores ou iguais a 4 e menores que 9, fragilidade baixa; valores maiores ou iguais a 9 e menores que 16, fragilidade média; valores maiores ou iguais a 16 e menores que 25, fragilidade alta; valores iguais a 25, fragilidade muito alta.

**Tabela 2.** Relação 1x1 na multiplicação de mapas.

Fragilidade	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4	Nível 5
Nível 1	<b>1</b>	2	3	4	5
Nível 2	2	<b>4</b>	6	8	10
Nível 3	3	6	<b>9</b>	12	15
Nível 4	4	8	12	<b>16</b>	20
Nível 5	5	10	15	20	<b>25</b>

A tabela 3 exemplifica para o caso do presente estudo onde se têm três cartas de características fixas para a APA do Pratagy: Declividade, erosividade e tipo de solo; e uma carta com característica variável que é o uso e ocupação do solo. Sendo assim, valores maiores ou iguais a 1 e menores que 16 possuirão classificação de fragilidade muito baixa; valores maiores ou iguais a 16 e menores que 27, fragilidade baixa e assim por diante.

**Tabela 3.** Relação 1 característica variável para 3 fixas.

Fragilidade	muito baixa	baixa	Média	Alta	Muito Alta
1	<b>1</b>				
2		<b>16</b>			
3			<b>27</b>		
4				<b>256</b>	
5					<b>625</b>

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### 3.1 Solos

A APA do Pratagy está inserido no solo Latossolo Amarelo, classificada como fragilidade baixa (tipo 2). Por possuir textura argilosa apresenta uma menor perda de solo favorecendo a classificação com fragilidade baixa.

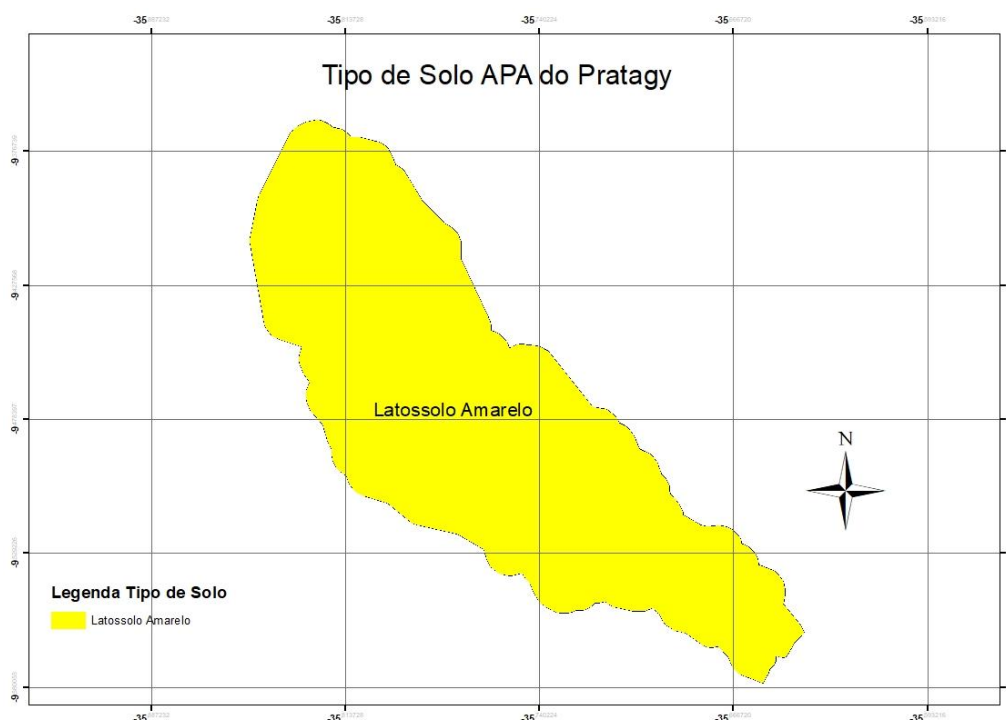


Figura 3. Tipo de solo da região.

### 3.2 Erosividade das chuvas

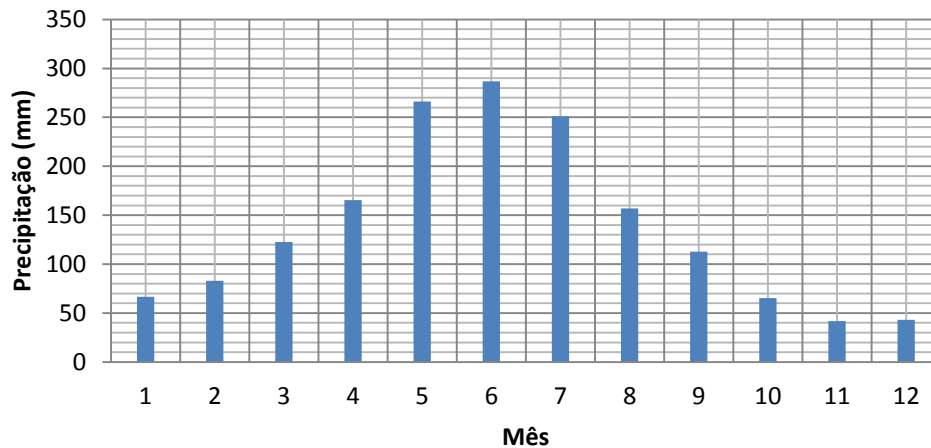
A partir dos dados dos postos foi possível obter os valores necessários para o cálculo da erosividade da chuva por meio da equação 1. A precipitação média mensal ( $r$ ) foi de 138,48 mm e a anual foi de 1661,79 mm. A tabela 4 abaixo apresenta o resultado das médias mensais para cada mês, a precipitação anual média foi obtida pelo somatório dos valores mensais. Na no gráfico 1 podemos observar a distribuição das chuvas mensais ao longo do ano civil.

**Tabela 4. Médias Mensais**

Médias Mensais					
Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun
66,49	83,16	122,46	165,52	266,23	286,80
Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
251,15	157,06	112,61	65,33	41,83	43,18



## Precipitações Mensais

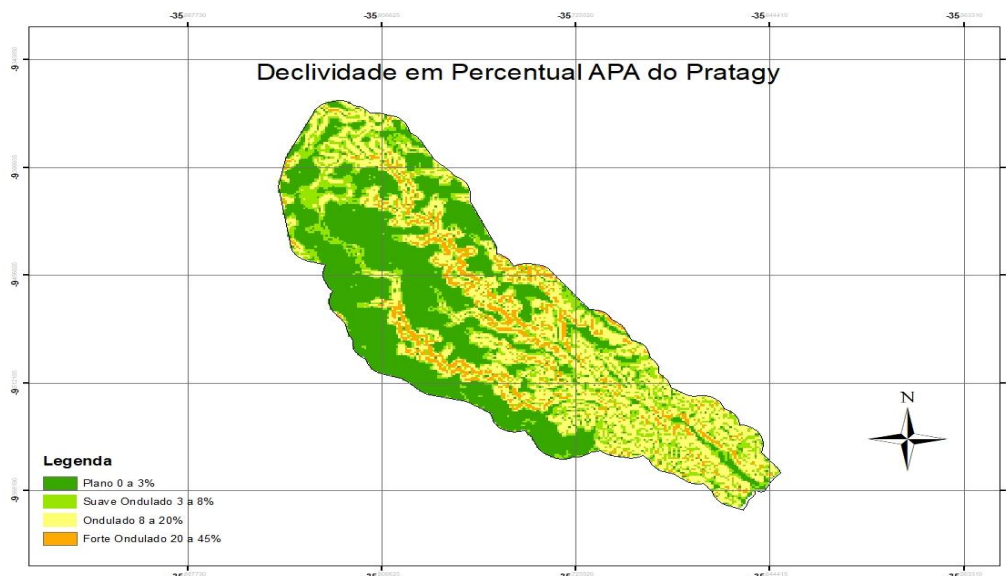


**Figura 4.** Gráficos das Precipitações Mensais.

O valor obtido de EI30 foi de 660,65 MJ.mm ha<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Sendo classificado pela tabela de fragilidade como fragilidade média de valor 3.

### 3.3 Declividade

A **Erro! Fonte de referência não encontrada.** apresenta a carta de declividade para a APA do Pratagy. A partir dos dados de declividade em percentual fornecido pelo CPRM foi possível observar que a região possui valores que por ROSS variam de 1 a 4 em termos de fragilidade. Sendo, por ordem decrescente, os valores de fragilidade muito baixa (atribuído valor 1), com 40,17% da área da APA ; fragilidade média (atribuído valor 3) com 32,16% da área da APA; em seguida vêm 19,38% da área com fragilidade baixa (atribuído valor 2) e 8,29% em área com fragilidade alta (atribuído o valor 4).



**Figura 5.** Declividade em Percentual



Declividade em percentual para a APA foi obtida pela ponderação das declividades em função das respectivas associações de valor de fragilidade, obtendo assim, uma declividade classificada como baixa, com o valor associado pela metodologia de Ross como 2.

### 3.4 Uso e cobertura do solo

O uso e cobertura do solo são apresentados na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, os dados obtidos no IBGE apresentam áreas agrícolas, áreas agrícolas com remanescente florestal, ocupações antrópicas (área artificial) e áreas florestais com áreas agrícolas. Ressalta-se que para o caso de vegetação florestal com áreas agrícolas temos uma particularidade que é o convívio dessa vegetação com culturas agrícolas, principalmente a cana-de-açúcar, sendo assim, essa preservação do resquício de mata atlântica garante o maior grau de proteção para a APA do Pratygy em comparação com os outros tipos de uso e ocupação do solo.

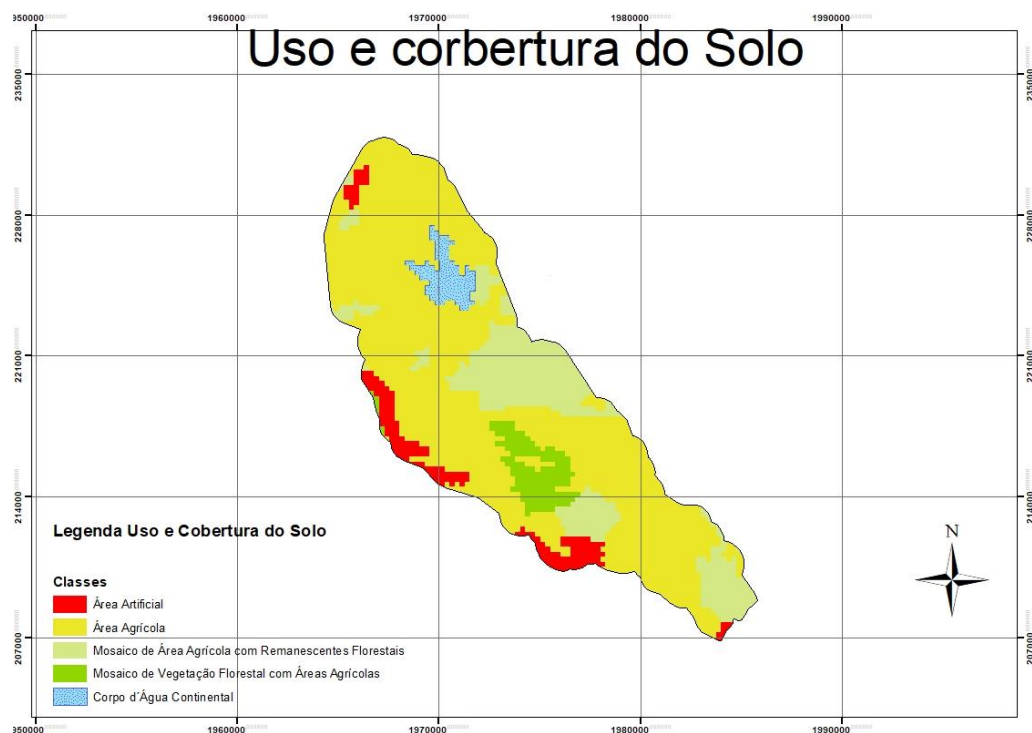


Figura 6. Uso e Cobertura do Solo.

### 3.5 Cruzamento de dados

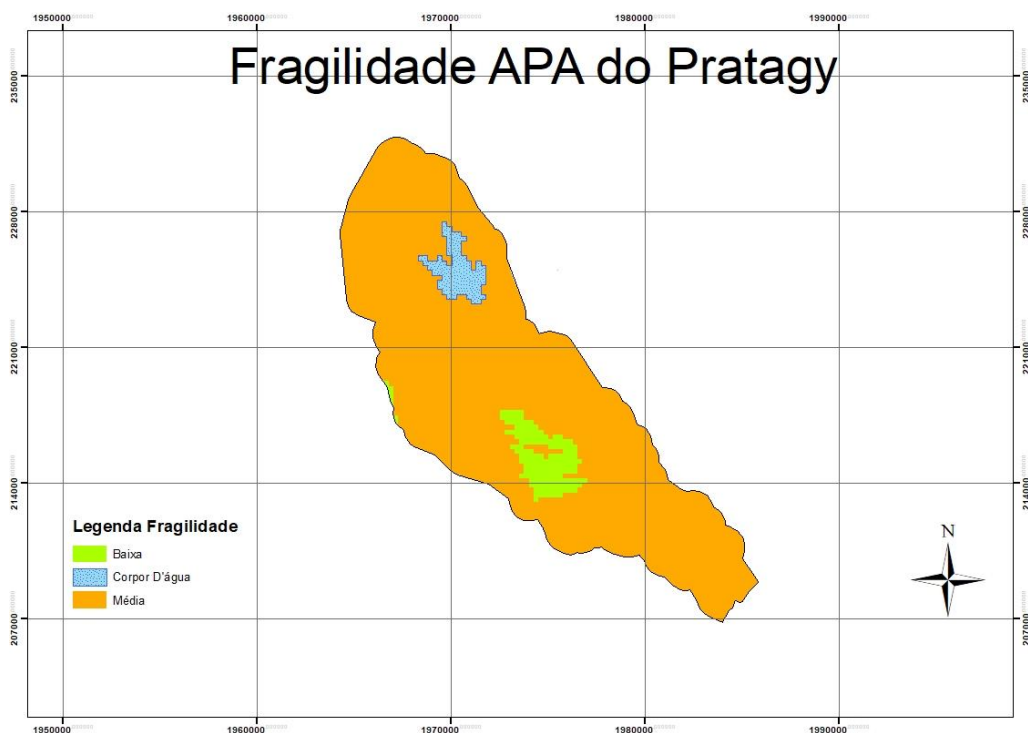
Com todos os mapas em prontidão foi efetivado a sobreposição dos mapas para a quantificação dos graus de fragilidade do mapa, os valores obtidos estão apresentados na tabela 5.

As áreas artificiais estão em sua maior parte concentrado no município de Maceió devido à expansão imobiliária. Uma pequena área de vegetação florestal da mata atlântica está presente na APA, garantido a ela uma maior proteção dentre as outras áreas.

**Tabela 5.** Overlay dos Mapas.

Uso e Cobertura do Solo	Valor do uso e cobertura do solo	Solos	Erosividade das chuvas	Declividade	Total	Fragilidade
Áreas Artificial	5	2	3	2	60	Média
Área Agrícola	4	2	3	2	48	Média
Mosaico de Área Agrícola com Remanescentes Florestais	3	2	3	2	36	Média
Vegetação Florestal	1	2	3	2	12	Baixa

APA do Pratagy apresentou em sua maior área fragilidade média, locais de predomínio de áreas de cultivos agrícolas e de cultivos agrícolas com remanescentes florestais. Tal situação se faz essencial de estar em um possível plano de manejo, visto que, a fronteira agrícola encontra-se difundida pela bacia, em um eventual aumento da demanda do produto agrícola cultivado, a mata Atlântica poderá a vim sofrer maior pressão do desmatamento. Assim, se faz mister um plano de manejo para tentar ordenar o uso e a ocupação do solo de modo sustentável.



**Figura 7.** Mapa de Fragilidade da Bacia do Pratagy.

## 4 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O presente estudo executou o método ROSS (1994) com o objetivo de confeccionar um mapa de fragilidade para a APA do Pratagy como um possível produto a ser incorporado a um possível plano de manejo para esta APA.

Para analisar a fragilidade da APA utilizou-se um conjunto de dados de erosividade, declividade em percentual, uso e ocupação do solo e tipo do solo. Assim, foi possível confeccionar um mapa em função da sobreposição das cartas e analisar que a maior área da APA possui fragilidade média.

Para trabalhos futuros seria recomendado estudar a expansão imobiliária sobre a APA do Pratagy ao longo de um determinado período e tendências futuras, visto que, a expansão da cidade de Maceió está sendo em direção ao rio Pratagy, mais um fator que corrobora a necessidade de um plano de manejo para a APA.

## 5 REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei nº 9.985/00, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Diário Oficial, Brasília, DF, 18 Jul. 2000.

BRASIL. Decreto nº 4.340, de 22 de agosto de 2002. Regulamenta artigos da Lei no 9.985, de 18 de julho de 2000, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza - SNUC, e dá outras providências.. Diário Oficial, Brasília, DF, 22 ago. 2002.

DEINA, M. A.; COELHO, A. L. N.; GUIMARÃES, E. C. S. Mapeamento das Fragilidades Potencial e Emergente no Município de Ibatiba / ES. Anais do XVIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto-SBSR. ISBN:978-85-17-00088-1. 28 a 31 de Maio de 2017. Santos, São Paulo, Brasil.

FREIRES, E. V.; DUARTE, C. R.; GOMES, D. D. M. Análise das intervenções antrópicas no entorno da APA da Serra de Aratanha/Ce, a partir de imagem OLI/Landsat-8 e SRTM. Anais do XVIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto-SBSR. ISBN:978-85-17-00088-1. 28 a 31 de Maio de 2017. Santos, São Paulo, Brasil.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Mapa de uso e cobertura do solo. Disponível em: [www2.ibge.gov.br/home/geociencias/recursosnaturais/usodaterra](http://www2.ibge.gov.br/home/geociencias/recursosnaturais/usodaterra). Acessado em: 15/10/2017.

INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE. Mapa de Solos. Disponível em: < [http://www.dpi.inpe.br/Ambdata/mapa\\_solos.php](http://www.dpi.inpe.br/Ambdata/mapa_solos.php)>. Acessado em: 14/10/2017.

INSTITUTO DO MEIO AMBIENTE DE ALAGOAS - IMA. Unidade de Conseravação/Uso sustentável. Disponível em :< <http://www.ima.al.gov.br/unidades-de-conservacao/>>. Acessado em: 21/08/2017.

JUNIOR, R. I. S.; LIMA, J. C. V. B.; CARLOS, L. SOUZA, V. C. B.; PEDROSA, V. A. Estimativas de oferta e demanda hídricas no rio pratagy, utilizando técnicas de regionalização. Universidade Federal de Alagoas, Campus A. C. Simões, BR 104 – Norte, km 97, Tabuleiro dos Martins, Maceió-AL



7, 8 e 9  
Março 2018  
ÉVORA  
Évora Hotel

GESTÃO DOS  
RECURSOS HÍDRICOS:  
NOVOS  
DESAFIOS

MARÇAL, M. S. Bacia hidrográfica como novo recorte no processo de gestão ambiental. Publit, 2009. p. 185-205.

ROCHA, A. S.; CUNHA, J. E.; MARTINS, V. M. Mapeamento das Fragilidades Potencial e Emergente da Bacia Hidrográfica do Córrego Guavirá, Marechal Cândido Rondon – Paraná. Revista Perspectiva Geográfica. Unioeste. v.8. n.9. 2013.

ROSS, J.L.S. Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados. Revista do Departamento de Geografia, USP. São Paulo, n. 8, p. 63-74, 1994.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM. Mapa de declividade em percentual . Disponível em: < <http://www.cprm.gov.br/publique/Gestao-Territorial/Geodiversidade/Mapa-de-Declividade-em-Percentual-do-Relevo-Brasileiro-3497.html> >. Acessado em: 15/10/2017.

SOUZA, I. S.; TEZA, C. T. V.; GONÇALVES, R. A. Análise da fragilidade ambiental da Floresta Nacional de Brasília (DF) como subsídio para seu plano de manejo. Anais do XVIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto-SBSR. ISBN:978-85-17-00088-1. 28 a 31 de Maio de 2017. Santos, São Paulo, Brasil.

UTSUMI, A. G.; TEIXEIRA, A. S. G. Caracterização da fragilidade ambiental da sub-bacia do ribeirão Conquistinha com o apoio de sistemas de informações geográficas. Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, João Pessoa-PB, Brasil, 25 a 29 de abril de 2015, INPE.



7, 8 e 9  
Marco 2018  
ÉVORA  
Évora Hotel

GESTÃO DOS  
RECURSOS HÍDRICOS:  
**NOVOS  
DESAFIOS**