

ANÁLISE DA FRAGILIDADE AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DUAS BOCAS (ES).

James Rafael Ulisses dos Santos¹, Eberval Marchioro²

¹Universidade Federal do Espírito Santo – UFES, Programa de Pós-Graduação em Geografia – PPGG - Av. Fernando Ferrari 514 - Campus de Goiabeiras, 29.075-910 Vitória – ES, jamesrulisses@gmail.com, ²Universidade Federal do Espírito Santo – UFES, Programa de Pós-Graduação em Geografia – PPGG - Av. Fernando Ferrari 514 - Campus de Goiabeiras, 29.075-910 Vitória – ES, ebervalm@gmail.com

RESUMO

O estudo teve por objetivo analisar a fragilidade ambiental da bacia hidrográfica do rio Duas Bocas, Espírito Santo dos anos de 1970 e 2012, por meio da integração das variáveis declividade, solo, uso e cobertura da terra e precipitação. Como procedimentos metodológicos foram realizados levantamentos bibliográficos, cartográfico (vetorial e matricial) e trabalhos de campo. O método utilizado na álgebra de mapas foi proposto por [1] e [2]. Os resultados apontaram que as classes de fragilidade muito baixa e baixa predominaram nos topos dos morros e nos fundos de vale. Por outro lado, as classes média, alta e muito alta predominaram nas poções com as maiores altitudes e declividade. Portanto, a metodologia adotada apresentou resultados satisfatórios dos produtos cartográficos quanto à fragilidade ambiental da área de estudo.

Palavras-chave - Fragilidade, ambiente, natural, antrópico, bacia.

ABSTRACT

The objective of this study was to analyze the environmental fragility of the Duas Bocas river basin, Espírito Santo from the years of 1970 and 2012, through the integration of slope, soil, land use and cover and precipitation variables. As methodological procedures were carried out bibliographical surveys, cartographic (vector and matrix) and field work. The method used in map algebra was proposed by [1] and [2]. The results showed that the classes of very low and low fragility predominated in the tops of the hills and in the valley bottoms. On the other hand, the middle, upper and very high classes predominated in the portions with the highest altitudes and declivity. Therefore, the adopted methodology presented satisfactory results of the cartographic products regarding the environmental fragility of the study area.

Keywords - Fragility, environment, natural, anthropic, basin.

1. INTRODUÇÃO

As paisagens naturais tornam-se ambientes frágeis devido as incursões antrópicas, apresentando maior ou menor fragilidade em razão de suas características genéticas. A princípio, em algumas regiões do planeta, os ambientes naturais comportam-se ou comportavam-se em equilíbrio

dinâmico até o momento em que as sociedades humanas começaram progressivamente a interferir de maneira cada vez mais avassaladora na exploração dos recursos naturais [1].

A fragilidade dos ambientes naturais tem um papel importante como um instrumento de planejamento e gestão do território. Uma forma eficiente de se determinar a fragilidade de uma bacia hidrográfica é por meio da análise integrada, possibilitando assim, avaliar as características, potencialidades e suscetibilidade dos atributos do meio ambiente. Para determinar a fragilidade, por meio de uma análise integrada, é necessário compreender, organizar e classificar os componentes naturais e antrópicos que integram a paisagem da bacia hidrográfica [3, 4].

As bacias hidrográficas são enquadradas como unidades de planejamento e gestão, sendo compostas pelas unidades geoambientais, a saber: geologia, geomorfologia, solo, vegetação, hidroclimatológicas e socioeconômicas [5]. Segundo [6] [...] trata-se de um sistema natural bem demarcado no espaço, constituído por um conjunto de terras topograficamente drenadas por um rio principal e seus afluentes, onde ocorre uma conexão dos componentes da paisagem, de maneira integrada.

Contudo, o estudo tem por objetivo determinar a fragilidade ambiental, por meio de uma análise integrada dos elementos naturais e antrópicos que compõem a paisagem da área de estudo.

1.1. Localização da Área de Estudo

A bacia hidrográfica do rio Duas Bocas está localizada entre as coordenadas: 20°12'01.28" (7764921) e 20°17'24.90" (7755681) S e 40°23'06.35" (355302) e 40°32'07.88" (339683) W. Com uma área total de 92,22km², dividindo-se entre os municípios de Santa Leopoldina com 18,71km² (20,29%) e Cariacica com 73,51km² (79,71%), e tendo um perímetro (P) de 55,69 km. É uma sub-bacia da bacia hidrográfica do rio Santa Maria da Vitória, tratando-se de um recurso hídrico importante, pois contribui para o abastecimento de parte da Região Metropolitana da Grande Vitória (RMGV). (Figura 1)

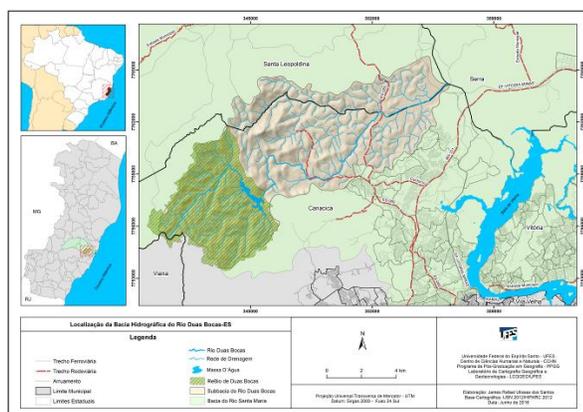


Figura 1 – Mapa de localização da bacia hidrográfica do Rio Duas Bocas.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi dividido em três etapas, para fins didáticos. A primeira correspondeu as pesquisas bibliográficas e levantamentos de dados cartográficos, em formato vetorial e matricial. Na segunda etapa foram realizados os trabalhos de campo, com o propósito de verificar as características da paisagem da área de estudo *in loco*.

A terceira etapa consistiu na produção cartográfica temática e da fragilidade da bacia. A metodologia adotada seguiu a proposta de [1] e [2]. Para o cálculo da modelagem nesse estudo, foram utilizadas as seguintes variáveis: declividade, solos, uso e cobertura da terra e precipitação, ambiente dos Sistemas de Informações Geográficas (SIGs), no *software ArcGIS 10.1TM* [7].

2.1. Declividade

A declividade foi elaborada a partir da interpolação de curvas de nível com equidistância de 5m, com base em [1]. Sendo classificadas em sete classes, com os seguintes intervalos: < 6%, 6% a 12%, 12% a 20%, 20% a 30%, 30% a 45%, 45% a 60% e > 60%. Os dados altimétricos foram disponibilizados pelo Instituto Estadual do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos (IEMA).

2.2. Solos

Os solos foram classificados de acordo com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-EMBRAPA [8], na escala de 1:250.000. Sendo detectadas para a área, as seguintes classes: Cambissolo Háplico, Gleissolo, Latossolo Vermelho-Amarelo, Latossolo Vermelho Amarelo/Argissolos e Neossolos Litólicos. Para as classes de solos foram atribuídos pesos e, posteriormente, convertidas do formato vetorial para raster com resolução espacial de pixel de 10m.

2.3. Uso e Cobertura da Terra

O uso e cobertura da terra de 1970 foi classificado a partir das fotografias aéreas de 1970, disponibilizadas pelo Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal do Estado do

Espírito Santo (IDAF). Já o uso e cobertura da terra de 2012 foi classificado com apoio das ortofotos de 2012/2015 disponibilizadas pelo Instituto Estadual do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos (IEMA).

A classificação do uso e cobertura da terra dos referidos anos realizou-se baseado no manual de Uso da Terra do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) de 2006. Os pesos atribuídos a cada classe de uso da terra, foi de acordo com [1], sendo na sequência convertido de vetorial para o raster, com resolução espacial do pixel de 10m.

2.4. Precipitação

Neste trabalho foram utilizados dados de precipitação da normal climatológica (1983-2013) para o ano de 1970 devido a inexistência de dados no referido ano. Com isso, a normal apresentou os seguintes intervalos de classes: 1.307mm a 1.377mm, 1.377mm a 1.447mm, 1.447mm a 1.517mm, 1.517mm a 1.587mm e 1.587mm a 1.657mm. Já para o ano de 2012 foram registrados intervalos de 776mm a 916mm, 916mm a 1.057mm, 1.057mm a 1.198mm, 1.198 a 1.338mm e 1.338 mm a 1.479mm.

Os dados de chuva foram interpolados em ambiente SIG, sendo adotado como interpolador o *Spline*. Informações de pluviosidade de 13 estações meteorológicas foram disponibilizados pela Agência Nacional de Águas (ANA) e pelo Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (IMCAPER), do Estado do Espírito Santo.

2.5. Cálculo da média aritmética da fragilidade ambiental

A fragilidade ambiental foi determinada para os anos de 1970 e 2012 com a aplicação de uma álgebra de mapas, a partir do cruzamento das variáveis declividade, solos, uso e cobertura da terra e precipitação. Esse método gerou mapas de fragilidade para cada ano.

Essa modelagem, com o cálculo das médias aritméticas, realizou-se em ambientes SIG, no *software ArcGisTM 10.1* [7], utilizando a extensão *ArcMap* → *ArcToolbox* → *Spatial Analyst Tools* → *Map Algebra* → *Raster Calculator*. A Equação 1 demonstra como o cálculo é realizado no *software*.

$$FA = \frac{D + S + UCT + P}{4} \quad \text{Eq. (1)}$$

Sendo: *FA* = Fragilidade Ambiental, logo: *D* = Declividade, *S* = Solos, *UCT* = Uso e Cobertura da Terra e *P* = Precipitação.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1. Uso e cobertura da terra de 1970

Conforme apresentado na (Tabela 1), em 1970, mata nativa era a classe de uso da terra predominante com 34,11%, ocupando as vertentes mais íngremes com presença de vegetação típica da mata atlântica, principalmente na porção a montante da área, que abrange a Reserva Biológica de Duas Bocas - Rebio de Duas Bocas.

Uso e Cobertura da Terra (1970)	Área em km ²	Área em ha	%
Afloramento Rochoso	0,57	57,16	0,62
Brejo	3,8	380,14	4,12
Cultivo Agrícola Anuais	8,31	831,36	9,01
Edificação	1,06	105,6	1,14
Mata Nativa	31,48	3148,38	34,11
Macega	22,24	2224,29	24,1
Massa d'Água	0,67	67,42	0,73
Pastagem	21,22	2122,3	22,99
Solo Exposto	2,93	293,25	3,18
Total	92,28	9229,9	100

Tabela 1 – Classes de uso e cobertura da terra com a área em km² ha e o percentual de cada classe de uso de 1970 (2016).

Nesse período a classe de macega predominava nas porções central e jusante da bacia, cobrindo a segunda maior área com 24,1%. Já a classe de pastagem apresentava o terceiro maior percentual com 22,99%, presente também nas porções central e a jusante da área. A classe de cultivos agrícolas anuais com 9,01% abrangia as vertentes íngremes da porção central da bacia.

O mapa (Figura 2) apresenta a distribuição das classes de uso e cobertura da terra de 1970 da área de estudo, com destaque para a classe de mata nativa a montante, mas aparecendo também nas porções central e jusante. Os cultivos agrícolas anuais podem ser verificados na porção central, e pastagem e macega ocupando uma parte do segmento central e praticamente quase toda a área a jusante.

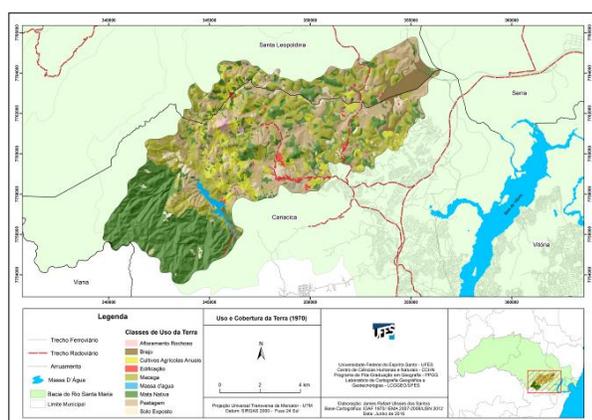


Figura 2. Mapa de uso e cobertura da terra do ano de 1970 da área de estudo.

3.2. Uso e cobertura da terra de 2012

Como demonstra a (Tabela 2), a classe de mata nativa com percentual de 48,27%, apresentou um significativo aumento de 14,16% com relação a 1970. A classe de pastagem com 31,51% teve um aumento de 8,52%. No entanto, a maior diferença ocorreu na classe de macega, que em 1970 correspondia a 24,1%, passando para 2,19% em 2012, isso caracterizou uma perda de 21,91% de área.

Uso e Cobertura da Terra (2012)	Área em km ²	Área em ha	%
Afloramento Rochoso	1,16	115,99	1,26
Brejo	2,11	211,29	2,29
Cultivo Agrícola-Banana	6,25	625,45	6,78
Cultivo Agrícola-Café	1,66	165,77	1,80
Cultivo Agrícola-Coco-da-Bahia	0,25	25,72	0,27
Edificação	2,15	215,19	2,33
Jaqueira	0,14	13,58	0,15
Macega	2,02	201,83	2,19
Massa D'Água	0,67	67,21	0,73
Mata Nativa	44,54	4453,53	48,27
Outros Cultivos Agrícolas Anuais	1,37	136,94	1,48
Pastagem	29,08	2907,54	31,51
Silvicultura	0,51	51,03	0,55
Solo Exposto	0,36	35,81	0,39
Total	92,27	9226,88	100

Tabela 2 – Classes de uso e cobertura da terra com a área em km² ha e o percentual de cada classe de 2012 (2016).

Na (Figura 3) foram representados alguns cenários da paisagem na área de estudo, podendo ser observado a presença de mata nativa conservada no interior da REBIO de Duas Bocas, tratando-se de vegetação originária da Mata Atlântica. Nas vertentes íngremes da porção central, encontra-se uma forte presença de cultivo agrícola de banana, e de outros cultivos agrícolas anuais.

A classe de pastagem é predominante do centro a jusante da bacia, sendo marcada pela presença de propriedades rurais com criação de gado de corte e leiteiro. Contudo, pelas fotografias, nota-se o surgimento de processo erosivos como ravinas, originadas devido ao pisoteio do gado e alterações morfológicas na planície de inundação decorrentes da construção de um trecho rodoviário no baixo curso do rio Duas Bocas, sendo evidenciado pela presença de máquinas realizando a terraplenagem

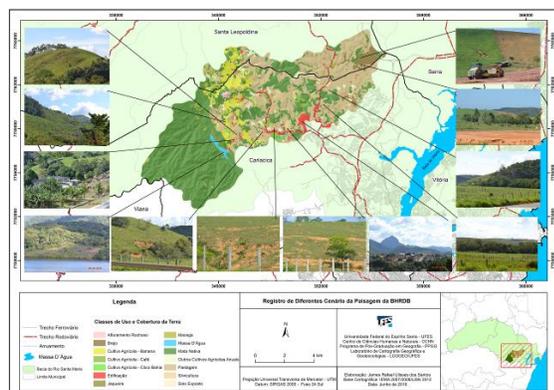


Figura 3 – Mapa das classes de uso e cobertura da terra de 2012 da área de estudo (2016).

3.3. Fragilidade ambiental dos anos de 1970 e 2012

Na (Figura 4 a e b) observa-se que no ano de 1970 predominou as classes de fragilidade alta e muita alta nos segmentos central e superior, e média e baixa no restante da bacia. Isso se justifica, principalmente, pela forte dissecção do relevo (forte ondulado, montanhoso e escarpado) associado aos solos rasos e suscetíveis aos processos erosivos como os Cambissolos Háplicos e Neossolos Litólicos, bem como pelo cultivo agrícola de banana, na parte central.

Para o ano de 2012 verificou-se uma significativa mudança quanto as classes de fragilidade, onde a montante houve um predomínio da classe alta, na porção central das classes muito alta e alta, e a jusante das classes média e baixa. Evidencia-se também que no segmento inferior o uso e cobertura da terra de maior abrangência é de pastagem, e os solos são representados pelas classes dos Latossolos Vermelho-Amarelados e Gleissolos, estando em relevo ondulado, suave ondulado e plano.

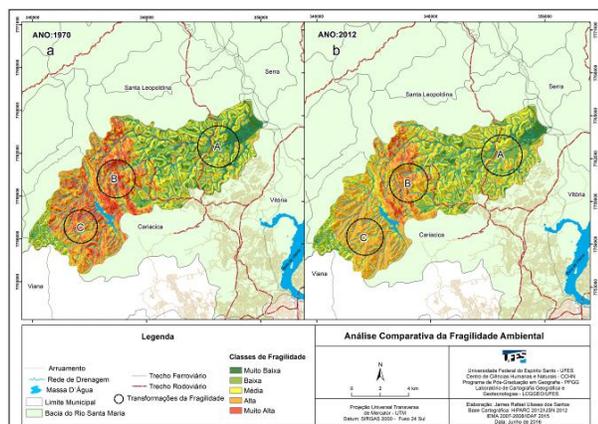


Figura 4 – Mapas da fragilidade ambiental da área de estudo dos anos de 1970 e 2012 (2016)

4. CONCLUSÕES

Com a análise dos resultados constatou-se que a área de estudo apresenta uma predisposição para fragilidade ambiental. Assim, na porção a jusante da bacia caracterizando os fundos de vale e as planícies de inundação, com relevo menos dissecado e solos pouco suscetíveis, e tendo como uso da terra pastagem, apresentou as classes de fragilidade média, baixa e muito baixa. E nas porções central e montante, por deter as maiores declividades e dissecção do relevo, com solos suscetíveis aos processos erosivos, associados na porção central, ao cultivo agrícola de banana, predominou as classes de fragilidade média, alta e muito alta.

Contudo, com o estudo integrado dos elementos naturais e antrópicos que compõem a paisagem, pode-se determinar a fragilidade ambiental da bacia do rio Duas Bocas para os anos supracitados. E desse modo, verificou-se que as transformações na paisagem tiveram uma relação direta com o uso e cobertura da terra e a precipitação, uma vez que as variáveis declividade e solos foram as mesmas para os dois anos analisados.

5. REFERÊNCIAS

- [1] ROSS, J. L. S. Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados. Revista do Departamento de Geografia, São Paulo, n. 8, 1994.
- [2] AMARAL, R; ROSS, J. L. S. As Unidades Ecodinâmicas na Análise da Fragilidade Ambiental do Parque Estadual do Morro do Diabo e Entorno, Teodoro Sampaio/SP. GEOUSP - Espaço e Tempo, n. 26, São Paulo, 2009.
- [3] 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.
- [4] CARMO, J. P. A; SOUZA, G. F; POLIDERO, 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. INPE. Curitiba, 2011. p.0855.
- [5] CUNHA, S. B da. Morfologia dos Canais Urbanos. In: POLETO, C (Org.). Ambiente e Sedimento. ABRH. Porto Alegre, 2008, Cap.9, 404p.
- [6] SANTOS, R. F. Planejamento Ambiental: Teoria e Prática. Ed. Oficina de Textos. São Paulo, 2004.
- [7] ESRI – Environmental Systems Research Institute, Inc., 2012, User Manual – Help Online, version 10.1. Disponível em: <http://www.esri.com> Acesso em: 20 de Outubro de 2015.
- [8] EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Sistema Brasileiro de classificação de solos. Humberto Gonçalves dos Santos et al. 3 ed. rev. ampl. Brasília, 2013. 353p.