

PKS

**PUBLIC
KNOWLEDGE
PROJECT**

**REVISTA DE GEOGRAFIA
(UFPE)**

www.ufpe.br/revistageografia

OJS

**OPEN
JOURNAL
SYSTEMS**

DEGRADAÇÃO AMBIENTAL EM ÁREAS DESTINADAS À PECUÁRIA NA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SANA, MACAÉ – RJ

*Luiz Fernando Tavares Cardoso da Silva*¹, *Urubatan Nery de Castro*², *Antônio José Teixeira Guerra*³, *Fabio da Silva Lima*⁴, *Stella Peres Mendes*⁵, *José Fernando Rodrigues Bezerra*⁶

1. Estudante de Geografia UFRJ/e-mail: lftavares01@yahoo.com.br
2. Estudante de Geografia UFRJ/e-mail: urubatan.nery@yahoo.com.br
3. Prof. Dr. UFRJ/e-mail: antoniotguerra@gmail.com
4. Mestre em Geografia UFRJ/e-mail: fabiolima001@yahoo.com.br
5. Doutoranda em Geografia UFRJ/e-mail: stellapmendes@yahoo.com.br
6. Prof. Dr. UFRJ/e-mail: fermangeo@yahoo.com.br

Artigo recebido em 20/09/2011 e aceito em 10/01/2012

RESUMO

O cenário econômico e social da Argentina da década de 1990 (marcada pelos ajustes estruturais provenientes da A pecuária extensiva é uma das atividades econômicas que mais causam impactos no meio ambiente. O município de Macaé, principalmente em seu 5º distrito (Sana), apresenta grande fragilidade ambiental devido à degradação de suas encostas causada pela pecuária. Ao longo dos anos, desde a ocupação pelos europeus em fins do século XVIII e início do século XIX para o cultivo de café, diversas formas de uso do solo contribuíram para a sua degradação. Apesar de ainda existirem remanescentes de floresta primária na região, esta apresenta um predomínio de uso antrópico, representado por pastos, lavouras, e por vegetação secundária, em diversos estágios de sucessão florestal. Castro *et al.* (2010) ao fazerem um levantamento das feições erosivas existentes para a referida localidade, constataram que mais de 90% das mesmas encontram-se em áreas utilizadas para pastagem. No âmbito dos esforços para uma contribuição nos estudos de degradação ambiental propõe-se uma pesquisa buscando demonstrar como essas áreas favorecem a ocorrência de diversos tipos de processos erosivos. O presente trabalho tem como objetivo principal identificar, para o distrito do Sana, os solos mais susceptíveis à erosão nas áreas desmatadas para pasto, possibilitando desta forma, apontar quais áreas devem ter seu uso alterado para garantir uma melhoria do quadro ambiental da área de estudo. Para o alcance do objetivo proposto, elaborou-se mapa de uso e cobertura da terra no software *Spring 5.1.5* do ano de 2009, a partir de imagens do sensor AVNIR-2 do satélite ALOS, os quais foram relacionados com dados de granulometria, densidade aparente e carbono orgânico de solos retirados de encostas do alto, médio e baixo curso do rio Sana, através da metodologia desenvolvida pela Embrapa (1997). Os resultados mostraram que a sub-bacia do rio Sana tem significativa suscetibilidade a erosão, sendo necessário um planejamento territorial que contemple o ambiente natural.

Palavras chave: Erosão, SIG, Geomorfologia.

ENVIRONMENTAL DEGRADATION IN LIVESTOCK AREA IN SUB- BASIN RIVER SANA, MACAÉ - RJ

ABSTRACT

Cattle raising is one of the most degrading economic activities to the environment (Fullen e Catt, 2004). Macaé Municipality, especially on its 5th district (Sana), shows a great environmental fragility, due to the slopes degradation caused by cattle raising. Throughout the years, since the European settlement, at the end of the XVIII century and beginning of the XIX century, for coffee plantation, several forms of land use have been contributed towards soil degradation. Despite being found nowadays some primary forest fragments, the study area shows a domain of anthropic use, represented by pasture, agriculture and secondary forests, in different aspects. Castro *et al* (2010), doing a soil erosion survey of this area, have observed that over 90% of these features occur on soils under pasture. In this paper we aim to carry out a survey to show how soils under pasture

cause soil erosion. Therefore, this paper aims to identify, for Sana district, the most susceptible soils to erosion, on the soils cleared for pasture, making it possible to demonstrate which areas should have a shift in their land use, so that it can improve its environmental quality. In order to reach this target we have made a soil use map, using Spring 5.1.5. software, for 2009, from the AVNIR-2 sensor of ALOS satellite, which has been related to soil texture, bulk density and soils organic carbon, from soil samples collected from the upper, middle and low parts of the Sana drainage basin, using EMBRAPA methods (1997). Results show that Sub-basin of Sana River has significant erosion susceptibility, been necessary a environmental planning which emphasis on the natural environment.

Keywords: Erosion, GIS, Geomorphology.

INTRODUÇÃO

A erosão dos solos tem-se inserida atualmente como parte de um processo associado à degradação ambiental, sendo a principal causa desta última a exploração indiscriminada dos recursos naturais do globo. Para Guerra e Cunha (2006) a erosão pode ocorrer tanto de forma natural quanto de forma antrópica, porém, a ação humana representa grande influência nos processos, nas formas e na evolução das encostas (GUERRA, 2003). No Brasil, a exploração dos solos tem ocorrido de forma insatisfatória na maioria dos casos, principalmente no que concernem as áreas de encostas, visto que a declividade é um dos fatores desencadeador dos processos erosivos. Segundo Guerra (2003), as encostas ocupam a maior parte da superfície terrestre além de serem os principais locais de ocorrência de erosão, logo a ocupação destas áreas deve ser regulamentada baseada em estudos técnicos, tendo em vista a prevenção de danos materiais e humanos.

As feições erosivas geralmente ocorrem na forma de ravinas (pequenas

incisões) podendo evoluir para voçorocas. Quando chegam ao estágio de voçorocas, se tornam feições permanentes na paisagem (FULLEN e CATT, 2004; GUERRA, 1999; MORGAN, 2005), acarretando prejuízos tais como a destruição de estradas, construções, perda de solo agricultável, dentre outros. Neste sentido, a alteração do uso da terra de floresta para pastagem influencia diretamente na perda de solo e na sua degradação, uma vez que a retirada da cobertura vegetal mais densa, dificulta a infiltração de água no solo, bem como o aumento do escoamento superficial, que remove sedimentos gerando incisões – caminhos preferenciais para a água (GUERRA, 2003; SELBY, 1993).

Segundo Lima *et al.* (2009) o alto curso da bacia do rio Macaé apresenta, principalmente nas áreas de pastagem, grande susceptibilidade à erosão, necessitando-se de práticas conservacionistas na apropriação dos recursos naturais daquela área, onde desde o século XVIII o desenvolvimento da pecuária retirou a mata atlântica, dando

lugar às pastagens. Bertoni e Lombardi Neto (1990, in BOTELHO e SILVA, 2004), ao estudarem o efeito do tipo de uso sobre as perdas por erosão, verificaram que áreas destinadas a pastagens apresentam uma perda de solo de 0,04 ton/ha, enquanto solos florestados possuem uma perda de apenas 0,004 ton/ha.

O presente trabalho tem como objetivo geral Analisar o processo de degradação ambiental ocasionado por processos erosivos *superficiais* na sub-bacia hidrográfica do rio Sana, através da identificação das áreas mais susceptíveis à erosão, com maior ênfase nas localidades destinadas à pecuária, buscando contribuir para um melhor planejamento ambiental da área de estudo.

Neste sentido os objetivos específicos propostos aqui são os seguintes: confecção do mapa de uso e cobertura na escala de 1:25.000 da sub-bacia do rio Sana; e elaboração do mapa de susceptibilidade à erosão do solo também na escala de 1:25.000 da sub-bacia do rio Sana.

ÁREA DE ESTUDO

Esta pesquisa tem como região de estudo a sub-bacia hidrográfica do rio Sana (Fig. 1), localizada a oeste do município de Macaé, na região serrana, na vertente sul da Serra do Mar, fazendo divisa ao sul

com o município de Casimiro de Abreu, com Nova Friburgo, a oeste, e Trajano de Moraes, a noroeste. Sua cobertura florestal é caracterizada como Floresta Ombrófila Densa (MACAÉ, 2003). A sub-bacia do rio Sana abrange uma área de 118,02 km² com uma amplitude altimétrica de 1.500 metros aproximadamente (ASSUMPÇÃO & MARÇAL, 2006).

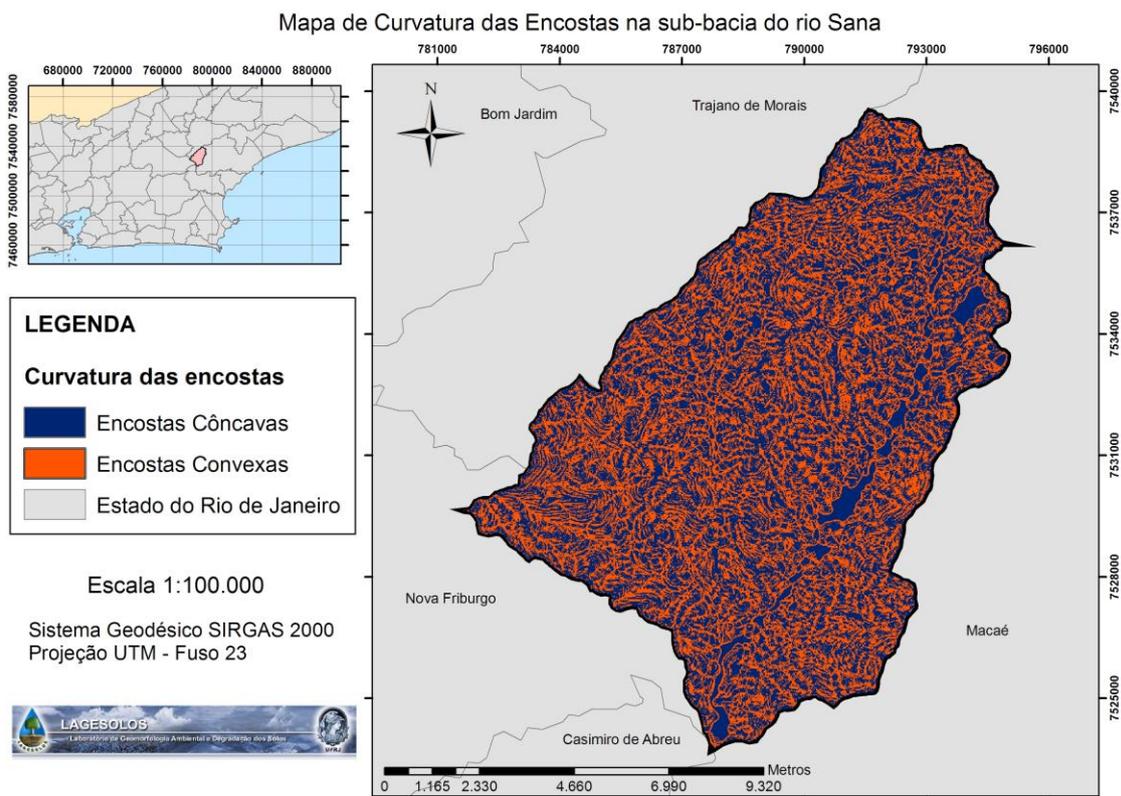
O processo de colonização na bacia do rio Macaé teve início no final do século XVIII, quando os europeus migraram para o Brasil, objetivando substituir a mão-de-obra escrava. As famílias de colonos efetivaram uma ocupação que acompanhou o vale do rio Macaé, em busca de terras mais quentes e propícias ao cultivo do café. Devido à decadência desse cultivo, nos anos 1930/40, muitas áreas antes produtivas foram abandonadas, permitindo seu reflorestamento, ou foram transformadas em pastagens, principalmente nas áreas de menor declividade, como na bacia do rio Sana, onde também se desenvolveu a monocultura de banana. Em 1987, o isolamento foi rompido com a construção da ponte da Amizade, o que propiciou a chegada de novos moradores buscando formas alternativas de vida. (MAYER & ARAÚJO, 2003).

O Sana encontra-se em meio ao domínio morfoescultural de escarpas serranas dentro de uma unidade

geomorfológica também denominada de escarpas serranas, mais especificamente a Serra do Mar, com ocorrência de colúvios e depósitos de tálus, solos rasos e afloramentos de rocha (MOTÉ 2008, *in*

CASTRO *et al*, 2010). A área apresenta ainda clima tropical de altitude com precipitações anuais em torno de 2000 mm (ANA, 2009).

Figura 1 – Mapa de localização da sub-bacia hidrográfica do Sana. Fonte: Castro et al, 2010.



METODOLOGIA

A metodologia adotada para a realização desta pesquisa está dividida conforme os itens abaixo:

Mapeamento de Uso e Cobertura da Terra

O mapeamento da cobertura da terra foi feito a partir de uma cena do sensor AVNIR-2, imageada em 18 de abril de 2009, e com a utilização dos *softwares* SPRING 5.1 através do processo de classificação semi-automática e do ARCGIS 9.3, para a organização e

formatação do produto final. Este sensor possui quatro bandas espectrais, equivalentes ao azul, verde, vermelho e infravermelho próximo, tendo resolução espacial de 10 m e radiométrica de 8 bits, fatores que possibilitaram a realização do trabalho na escala 1:25.000. Foram utilizadas cinco classes: floresta, pastagem, área urbana, afloramento rochoso e sombra. Optou-se pela classificação semi-automática, onde foi feita a segmentação, o treinamento e a classificação. A classificação foi feita pelo método Battacharya, que mede a distância média entre as distribuições de probabilidades de classes espectrais (Tutorial do SPRING, 2009).

Mapeamento de Susceptibilidade à Erosão

Foram utilizadas análises de solos de 20 pontos coletados por Lima (2008a), Silva *et al.* (2009) e pelos autores desse estudo, na sub-bacia do rio Sana e no seu entorno, na profundidade de 0-20 cm, intervalo crítico para eventos erosivos. Para a elaboração deste mapa foi adaptada a metodologia utilizada por Lima (2010), que por sua vez tomou como referência o Manual da Soil Survey (1993) e Ross (1994) para a elaboração e classificação dos intervalos dos graus de declividade do mapa de relevo; o Manual de Uso da Terra do IBGE (2006) para estabelecer os

critérios do mapa de uso e cobertura da terra; Manual de Métodos de Análise de Solo da Embrapa (1997) e o Manual Técnico de Pedologia do IBGE (2007) para as análises e critérios quanto a classificação dos diferentes tipos de solos segundo graus de suscetibilidade a erosão. Tal metodologia consistiu na sobreposição dos mapas de relevo, erodibilidade dos solos e cobertura vegetal, onde foram atribuídos pesos para cada um deles.

Para a elaboração do mapa de relevo, foram sobrepostos os mapas de curvatura das encostas e declividade, ambos feitos a partir da hipsometria da carta topográfica Quartéis do IBGE, na escala de 1:50.000; para o mapa de erodibilidade foram cruzadas as informações de carbono orgânico, textura e porosidade do solo, onde as notas de cada um destes parâmetros variou de 1 a 5, sendo posteriormente recalculadas no mapa síntese de erodibilidade. Cabe salientar que em ambos os casos os pesos foram iguais para todos os parâmetros – uso e cobertura da terra, relevo e erodibilidade (tabelas 2 e 3). Foram utilizados o interpolador *IDW* nos parâmetros de erodibilidade e a ferramenta *Raster calculator* do *software* ArcGIS 9.3, com a finalidade de atribuírem-se valores às respectivas classes, para chegar-se ao mapa final de susceptibilidade à erosão.

Figura 2 - Fluxograma dos procedimentos metodológicos.

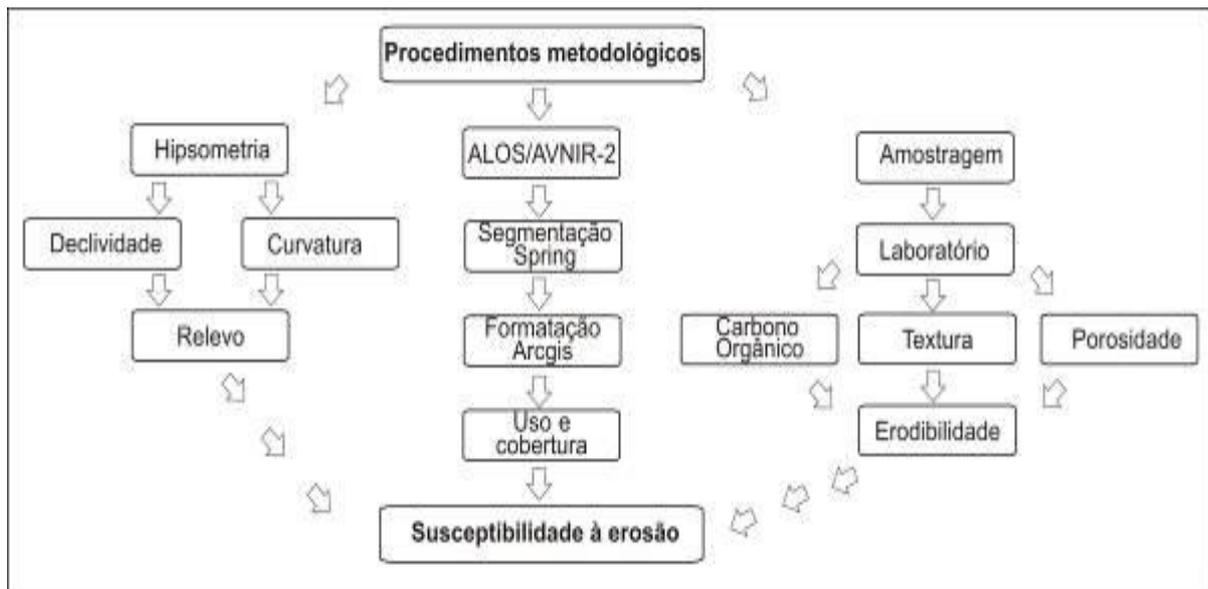


Tabela 1 – Nota e peso atribuído ao fator uso da terra.

Fator Uso Da Terra -01 – Mapa De Uso Da Terra / Mapa De Vulnerabilidade		
Classificação	Nota por classe	Nota geral
Áreas de vegetação natural	1	
Áreas antrópicas agrícolas/pastagem	4	
Afloramento rochoso	Nulo	33,3 %
Sombra	Nulo	
Área urbanizada	2	

Fonte: adaptado de Lima, 2010.

Tabela 2 – Nota e peso atribuído ao fator solo.

Fator Solo - 01 – Mapa De Erodibilidade		
Classificação	Nota por classe	Nota geral
Altíssima	5	
Muito alta	4	
Alta	3	33,3 %
Média	2	
Baixa	1	

Fonte: adaptado de Lima, 2010.

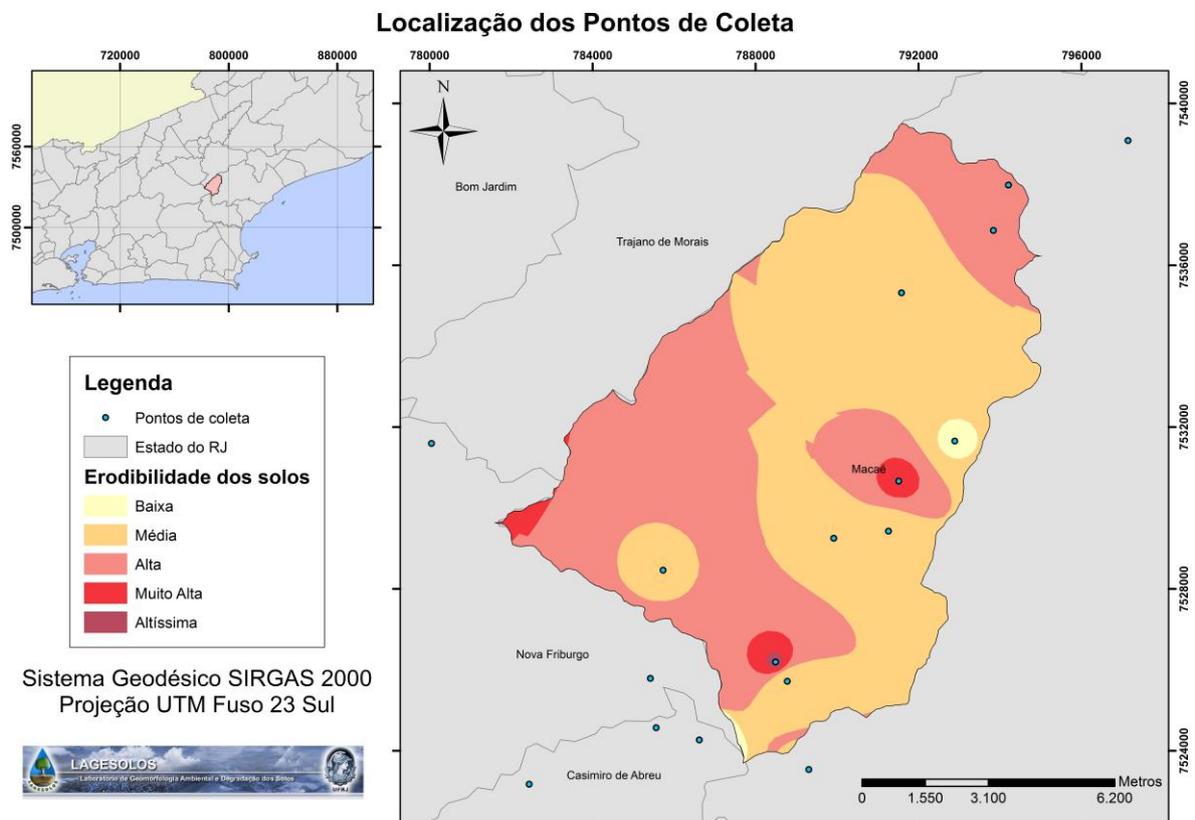
Tabela 3 – Notas e pesos atribuídos ao fator topográfico.

Fator Topográfico - 01 – Inclinação Da Encosta – Grau De Declividade		
Classificação	Nota por classe	Nota geral
0 – 3 (graus)	1	
3 – 8 (graus)	2	16,6 %
8 – 20 (graus)	3	
20 – 45 (graus)	4	
> 45 (graus)	5	

02 – Forma da Encosta		
Classificação	Nota por classe	Nota geral
Côncava (curvatura negativa)	5	16,6%
Convexa (curvatura positiva)	3	

Fonte: adaptado de Lima, 2010.

Figura 3 – Localização dos pontos de coleta de solo na sub-bacia do rio Sana.



RESULTADOS E DISCUSSÕES

O mapa de uso e cobertura da terra aponta que mais de 23 % da cobertura vegetal do Sana é composta por pastagens (Tabela 4), entretanto a predominância de cobertura é de florestas (65,99%), enquanto os outros usos/coberturas são bem menos expressivos. O mapa de declividade das encostas demonstra uma incidência maior das classes de 8° a 20° e

de 20° a 45°, enquanto que Castro *et al.* (2010) apontam que mais de 82 % da área desta sub-bacia é composta pela unidade geomorfológica escarpa serrana, ou seja, áreas com acentuada declividade e longo comprimento de encosta. A conjugação de todos esses fatores torna-se altamente problemática, abrindo caminho para o início do processo erosivo, através do escoamento superficial.

Tabela 4 – Porcentagem das classes de uso e cobertura da terra.

Áreas do Mapa de Uso e Cobertura	
Classes	Área Classe (%)
Afloramento rochoso	3,01
Área urbana	1,74
Pastagem	23,21
Floresta	65,99
Sombra	6,05
Total	100

Tabela 5 – Propriedades físicas dos solos.

Pontos	Textura	Carbono Orgânico (%)	Porosidade (%)
1	Franco-arenosa	1,30	36,4
2	Franco-argilo-arenosa	2,39	48,8
3	Franco-arenosa	2,33	46,5
4	Franco-arenosa	1,61	35,2
5	Franco-argilosa	1,58	42,0
6	Franco-argilo-arenosa	2,20	39,7
7	Franco-arenosa	1,99	38,4
8	Franco-argilosa	2,77	41,4
9	Franco-argilo-arenosa	2,09	51,0
10	Franca	2,60	46,2
11	Areia-franca	2,02	60,3
12	Franco-arenosa	0,65	47,8

13	Franco-arenosa	0,06	40,4
14	Franco-argilo-arenosa	1,04	57,4
15	Franca	1,70	47,4
16	Franco-argilosa	0,34	45,8
17	Areia-franca	0,65	50,8
18	Franco-argilosa	0,63	53,3
19	Franco-arenosa	0,17	42,0
20	Franco-argilo-arenosa	0,46	49,6

As maiores declividades foram encontradas nas áreas mais escarpadas, entretanto estas são menos propensas a erosão devido ao seu bom estado de preservação. A maior incidência erosiva dá-se entre as declividades de 3° a 45° e nas áreas côncavas das encostas. Este intervalo é crítico, pois é suficiente para gerar escoamento superficial, enquanto

permite desenvolvimento de camadas mais profundas de solo, ao contrário de declividades maiores que não permitem o pleno desenvolvimento destes. Muitas áreas com declividades acima de 45° representam afloramento rochosos caracterizados por processos de queda de blocos.

Figura 4. Mapa de declividade das encostas

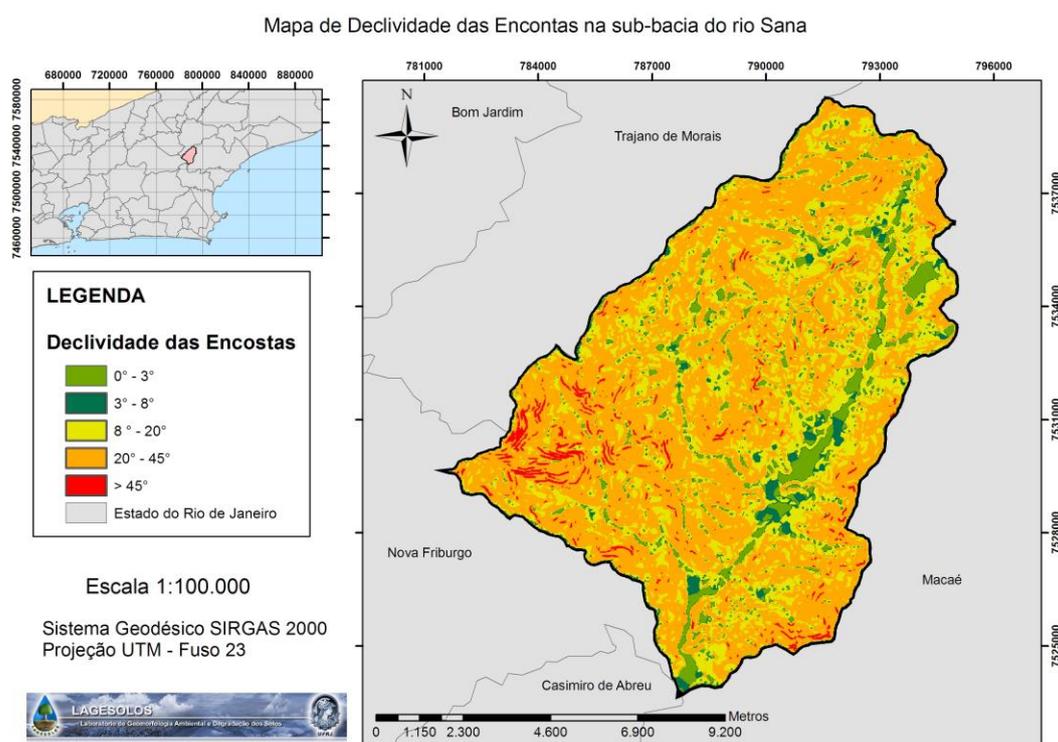


Figura 5. Mapa de formas das encostas.

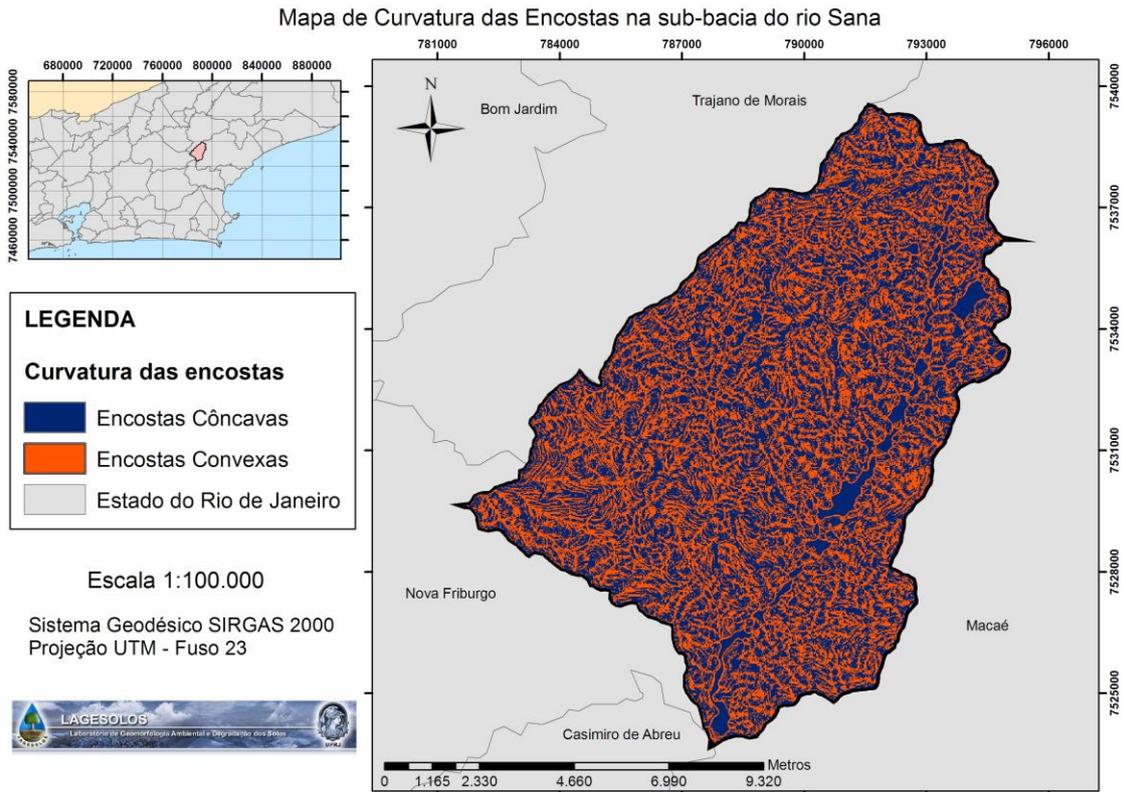
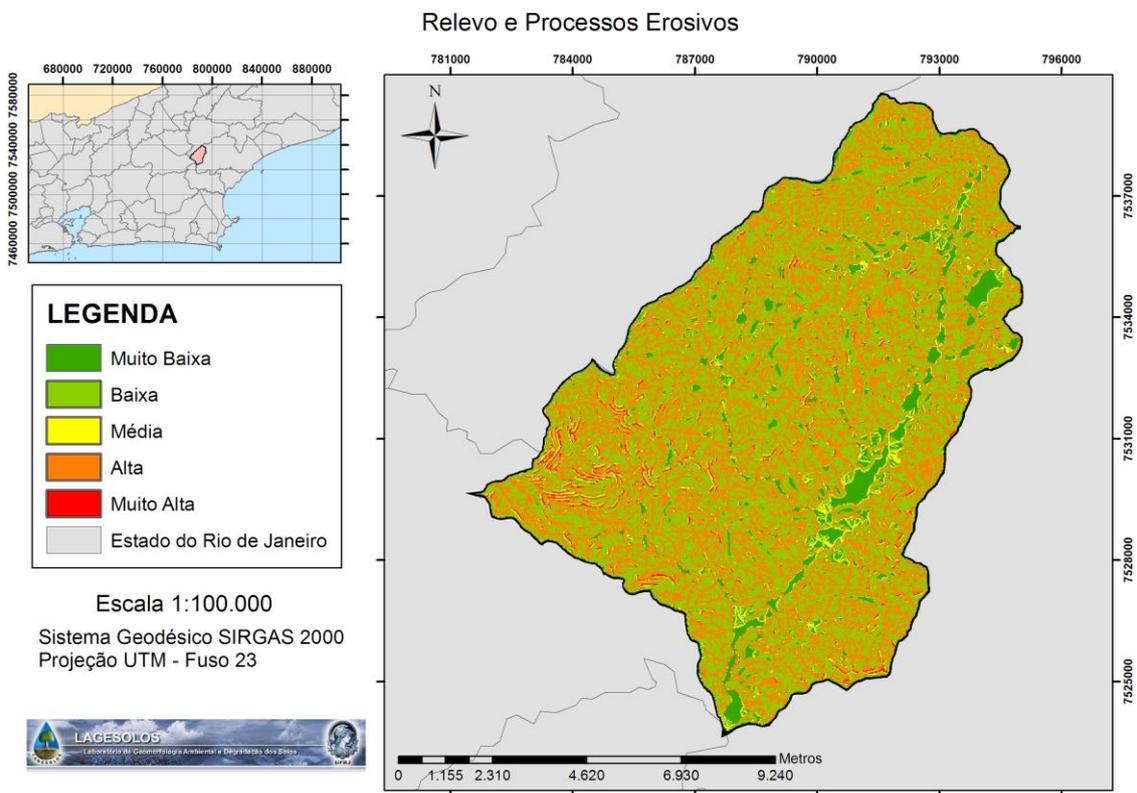


Figura 6. Mapa de Relevo e Processos erosivos.



A predominância da fração areia foi determinante para a classificação da maior parte da bacia ser de média a alta erodibilidade. Sendo a areia fina e o silte as frações mais susceptíveis à remoção (BEZERRA, 2011; DE PLOEY, 1985; EVANS, 1990; GUERRA, 1991a/1991b; LIMA, 2008; LIMA, 2010; MUTTER e BURNHAM, 1990; WISCHMEIER e MANNERING, 1969), tem-se uma boa noção Do risco à erosão, quando o solo encontra-se desprotegido pela cobertura vegetal. Mais da metade das amostras analisadas apresentou valores de carbono orgânico abaixo de 2 %, tal fato que segundo Morgan (2005, *in* LIMA 2008a), representa 3,5% de matéria orgânica, aumentando ainda mais a susceptibilidade

dos solos aos processos erosivos, uma vez que a matéria orgânica tem importante papel na ligação entre as partículas do solo. Os valores de porosidade também se mostraram insatisfatórios no que diz respeito à proteção do solo (Tabela 5). Segundo Lima (2008a) valores de porosidade entre 35 e 40 % são altamente susceptíveis a erosão, enquanto valores de 40 a 55 % são de média susceptibilidade e acima de 55 % são de baixa susceptibilidade – este último observado em apenas dois casos. Morgan (1984, *in* GUERRA 2007) ressalta a importância da porosidade frente à facilitação de infiltração de água no solo e a diminuição do escoamento superficial.

Tabela 6 – Porcentagem das classes do mapa de erodibilidade dos solos

Área de cada classe do mapa de erodibilidade (%)	
Baixa	1
Média	50
Alta	46,7
Muito Alta	2,2
Altíssima	0,1

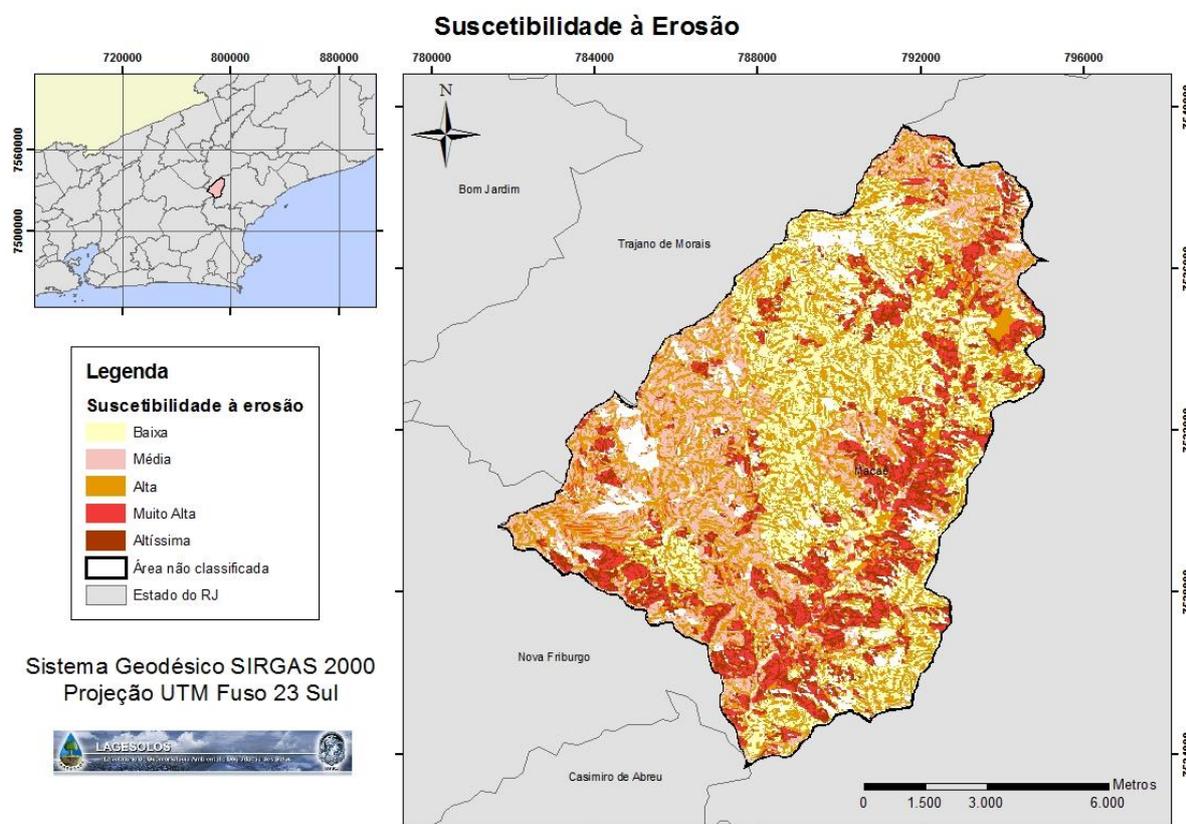
O mapa de susceptibilidade mostrou que a sub-bacia do rio Sana encontra-se em grande parte propensa a processos erosivos. Vale ressaltar que a maior parte das áreas suscetíveis à erosão encontra-se com seu uso caracterizado por pastagens,

apesar destas não serem as partes mais escarpadas da sub-bacia. Fica claro dessa forma que o uso e manejo do solo representam um dos graves fatores influenciadores do início do processo erosivo.

Tabela 7 – Porcentagem das classes de suscetibilidade à erosão.

Área de cada classe de suscetibilidade à erosão (%)	
Baixa	24,76
Média	18,62
Alta	37,74
Muito Alta	15,22
Altíssima	11,05
Área não classificada	~10

Figura 7 - Mapa de Suscetibilidade à Erosão.



CONCLUSÕES

A metodologia foi aqui trabalhada de forma adaptada e simples, entretanto outras variáveis podem ser inseridas, como as trabalhadas por Ross (1994): geologia, clima e tipos de solos.

Através do presente estudo foi possível corroborar, conjuntamente com outros já realizados (LIMA, 2008; LIMA *et al.* 2009; LIMA, 2010; ASSUMPCÃO e MARÇAL, 2006; SILVA *et al.*, 2009; CASTRO *et al.*, 2010) que a sub-bacia do rio Sana vem apresentando muitos

problemas relacionados a erosão. Isso se deve, sobretudo, ao uso do solo, após o declínio da cultura do café, com a crise de 1929. O cultivo de café se caracteriza por exigir muito do solo, desgastando-o rapidamente. Dessa forma, a prática da pecuária extensiva que sucedeu o cultivo do café contribuiu e continua a contribuir de forma significativa para a rápida degradação desses solos, seja pela sua compactação, seja pela ausência de cobertura vegetal. O turismo também é outra atividade que vem se intensificando nas últimas décadas, o que demanda uma grande quantidade de infra-estruturas e serviços (estradas, pontes, novas áreas urbanas, etc.) provocando uma sobrecarga no ambiente e gerando o acúmulo de lixo e esgoto, após a década de 1990.

Podemos acrescentar ainda a população do Sana que é formada, em parte, por inúmeras pessoas que, a partir da década de 1970, abandonaram o modo de vida urbano e optaram por residir e trabalhar no campo. Nesse sentido, se considerarmos o contexto histórico de formação socioambiental do Sana veremos que alguns segmentos da pequena comunidade de lá buscam questionar a sociedade de consumo, experimentar novos modos de viver mais harmônicos, ecológicos e solidários, o que pode ser positivo para garantir a sustentabilidade da

região, pois os motivos para a ocupação são outros que não simplesmente o lucro.

Foi detectada no Sana significativa susceptibilidade à erosão e, portanto necessidades de manejo diferenciado da terra. Algumas medidas como a preservação de áreas com acentuada declividade, evitando nestas o cultivo e o reflorestamento das pastagens localizadas em encostas mais frágeis podem ser tomadas para o controle e reabilitação de áreas degradadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANA, Agência Nacional de Águas. Dados pluviométricos acessados no site www.ana.gov.br. 2009
- ASSUMPÇÃO, A. P & MARÇAL, M. S. Anomalias de drenagem na sub-bacia hidrográfica do rio Sana (RJ). VI SINAGEO: Goiânia, 2006, vol. 2, p. 1-10.
- BOTELHO, R. G. M.; SILVA, A. S. Bacia hidrográfica e qualidade ambiental. In: VITTE, Antonio C.; GUERRA, A. J. T. (org). Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 2004.
- CASTRO, U.N.; NEVES, S.R.A; SILVA, L.F.T.C.; MENDES, S.P.; GUERRA, A.J.T. (2010). Mapeamento de feições erosivas e cicatrizes de escorregamento por unidades de relevo na sub-bacia do rio Sana (Macaé – RJ). Revista Sinageo, 2010, vol. 3.
- DANTAS, M. E. Geomorfologia do Estado do Rio de Janeiro. Brasília: CPRM, 2001.
- DE PLOEY, J.; POESEN, (1985). Aggregate stability, runoff generation and interrill erosion. In: Geomorphology

- and Soils. Editores: K.S. Richards, R.R. Arnett e S. Ellis, 1985, p. 99-120.
- EVANS, R. (1990). Water erosion in British farmers' field – some causes, impacts, predictions. *Progress in Physical Geography*, 1990, 14, 2, p. 199-219.
- EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Manual de Métodos de Análise de Solo, Ministério da Agricultura e do Abastecimento, Rio de Janeiro, 1997, 212 p.
- EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 2006, 2ª edição, 306p.
- FULLEN, M.A. and CATT, J.A. Soil management: problems and solutions. Arnold Publishers, London: 2004, 269 pp. (ISBN: 0-340-80711-3)
- GUERRA, A.J.T. Soil characteristics and erosion, with particular reference to organic matter content. Tese de Doutorado, Universidade de Londres, 1991a, 441 p.
- GUERRA, A.J.T. (1991b). Avaliação da influência das propriedades do solo na erosão com base em experimentos utilizando um simulador de chuvas. Anais do IV Simpósio de Geografia Física Aplicada, Porto Alegre, 1991b, p. 260-266.
- GUERRA, A. J. T. O início do processo erosivo (Cap. 1). In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S; BOTELHO, R. G. M. (orgs.). *Erosão e Conservação dos Solos – Conceitos, Temas e Aplicações*. Bertrand Brasil: Rio de Janeiro, 1999.
- GUERRA, A. J. T. Encostas e a questão ambiental (Cap. 6). In: GUERRA, A. J. T. & CUNHA, S. B. (orgs). *A questão ambiental – diferentes abordagens*. Bertrand Brasil: Rio de Janeiro, 2003.
- GUERRA, A. J. T. & CUNHA, S. B. Degradação Ambiental (Cap. 7). In: GUERRA, A. J. T. & CUNHA, S. B. (orgs). *Geomorfologia e Meio Ambiente*. Bertrand Brasil: Rio de Janeiro, 2006.
- GUERRA, A. J. T. & MARÇAL, M. S. (2006). *Geomorfologia Ambiental*. Bertrand Brasil: Rio de Janeiro, 192 p.
- GUERRA, A. J. T. Processos Erosivos nas Encostas (Cap. 4). In: GUERRA, A. J. T. & CUNHA, S.B. (orgs.) *Geomorfologia – Uma atualização de bases e conceitos*. Betrand Brasil: Rio de Janeiro, 2007.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manual Técnico de Uso da Terra. 2ª Edição. Manuais Técnicos em Geociências, nº. 7, Rio de Janeiro, 2006, 91 p.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manual Técnico de Pedologia. 2ª Edição. Manuais Técnicos em Geociências, nº. 4, Rio de Janeiro, 2007, 91 p.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manual Técnico de Geomorfologia. 2ª Edição. Manuais Técnicos em Geociências, nº. 5, Rio de Janeiro, 2009, 175 p.
- LIMA, F. S. Análise da Fragilidade Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Boa Esperança – Nova Friburgo (RJ). Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Programa de Pós Graduação em Geografia - PPGG-UFRJ, Rio de Janeiro, 2010.
- LIMA, L.D.M. Susceptibilidade à erosão dos solos nas sub-bacias do médio e alto cursos da bacia do rio Macaé. Dissertação de Mestrado submetida ao corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Geografia, UFRJ, Rio de Janeiro – RJ, 2008a, 116 p.

- LIMA, L.D.M.; GUERRA, A.J.T.; NEVES, S.R.A.; SANTOS, L.B. Análise Integrada da Erosão em Áreas de Pastagem na Bacia Hidrográfica do Rio Macaé/RJ. Anais da ABGE, 2009.
- MACAÉ. Plano de Manejo da Área de Proteção Ambiental do Sana – Fase 1. Macaé: ONG Viva Rio, 2003.
- MAYER, J. M. e ARAÚJO, J. R. Teia serrana: formação histórica de Nova Friburgo. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico, 2003.
- MORGAN, R.P.C. Soil erosion and conservation. Blackwell Publishing, Inglaterra, 3.ed., 2005, 304p.
- MUTTER, G.M. e BURNHAM, C.P. Plot studies comparing water erosion on chalky and non-calcareous soils. In: BOARDMAN, J.; FOSTER I.D.L.; DEARING, J.A. (eds.) Soil Erosion on Agricultural Land. 1990, p. 15-23.
- ROSS. J.L.S. Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados. In: Revista do Departamento de Geografia n° 8, FFLCH-USP, São Paulo, 1994.
- SELBY, M. J. Hillslope Materials and Processes. Oxford University Press, Oxford, Inglaterra, 2ª edição, 1993, 451 pp.
- SILVA, F. F.; LOUREIRO, H.A.S.; LIMA, L.D.M.; CASTRO, U.N.; BEZERRA, J.F.R.; LIMA, F.S.; GUERRA, A.J.T. O Processo Erosivo em Topossequência de uma Encosta Situada no Alto Curso da Bacia do Rio Sana, Macaé/RJ. Anais da ABGE, 2009.
- USDA, United States Department of Agriculture. Soil Survey Manual. 1993, 315 p. Disponível em: <http://soils.usda.gov/technical/manual/> Acesso em: 23 de julho de 2010.
- USDA, United States Department of Agriculture. Soil Interpretations, NSSH Part 618. Soil Properties and Qualities., 2010. Disponível em: <http://soils.usda.gov/technical/handbook/contents/part618.html#03>. Acesso em: 23 de julho de 2010.
- WISCHMEIER, W.H., MANNERING, J.V. (1969). Relation of soil properties to its erodibility. Proceedings of Soil Science Society of America, 1969, 33, p. 133-137.