

Análise de Suscetibilidade à Erosão Laminar no Município de Campos dos Goytacazes/RJ através de Técnicas de Geoprocessamento

Luziane Santos Ribeiro¹
Maria da Gloria Alves²

Resumo

A erosão tem sido reconhecida como um sério problema global de degradação das terras e uma ameaça ao bem-estar da humanidade. A exploração do solo pelo homem não é feita de forma harmônica, uma vez que o homem não tem se preocupado em explorá-lo levando em conta sua capacidade de renovação. O mau uso e ocupação do solo têm levado a perdas por erosão cada vez maiores. Em virtude disso, áreas antes agricultáveis têm se tornado desérticas pelo carreamento das camadas superficiais do solo; corpos d'água têm sido assoreados; obras urbanas de engenharia são danificadas; rodovias são interditadas; etc. Este trabalho teve como objetivo estudar a suscetibilidade à erosão laminar das terras do município de Campos através de técnicas de geoprocessamento, indicando sua relação com a erodibilidade dos solos e topografia da região. Como resultado, as terras revelaram suscetibilidade à erosão laminar entre baixa e baixa a não suscetível.

Palavras-chave: erosão laminar, suscetibilidade, geoprocessamento.

Abstract

The erosion has been recognized as a serious global problem of degradation of lands and a threat to well-being of the humanity. The exploration of the ground for the man nor always is made of harmonic form and who leaves generally losing is the ground, a time that the man if has not worried in exploring taking it in account its capacity of renewal. The bad use and occupation of the ground have taken the losses for bigger erosion each time. In virtue of this, before farm areas if have become desert-like for the carry of the superficial layers of the ground. This work had as objective to study which the soils units of the Campos city they are more susceptible to the laminar erosion through geoprocessing techniques, indicating its relation with the erodibility them ground and topography of the region. As result, the lands had disclosed susceptibility to the laminar erosion between low and low the not susceptible one.

Key words: laminar erosion, susceptibility, geoprocessing.

1. Introdução

No desenvolvimento de uma região faz-se necessário acompanhar e apontar aspectos que possam introduzir falhas no planejamento e gestão dos recursos oferecidos por ela. A racionalização da exploração dos bens disponíveis e o direcionamento da ocupação do solo devem ser feitos em função da sua capacidade de exploração como tentativas de se preservar a qualidade do ambiente (Silva, Schulz e

¹ Doutoranda do Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Programa de Geociências e Meio Ambiente, Unesp – Rio Claro/SP kdLuziane@yahoo.com.br

² Professora do Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil da UENF/RJ, mgloria@uenf.br

Camargo, 2004). Entre outros, os problemas decorrentes do mau uso e ocupação do solo constituem-se em alterações no ciclo hidrológico e na cobertura do solo pelos desmatamentos, diminuição da porcentagem de água infiltrada, aumento do escoamento superficial, produção de sedimentos, empobrecimento do solo (queda de sua fertilidade), contaminação dos cursos d'água e da cadeia alimentar e perdas por erosão.

Nenhum outro processo é tão destrutivo para o solo quanto o erosivo. O conjunto de fatores físicos, químicos, biológicos e naturais responsáveis pelo modelamento da superfície está ligado ao clima, a cobertura vegetal e forma do relevo (ABGE, 1985), tendo como premissa que a erosão consiste no processo de desprendimento e transporte das partículas do solo, constituindo-se na principal causa de sua degradação (Amorim, 1999). Muitas e diversificadas são as definições para o fenômeno da erosão, mas há uma questão comum a todos: a erosão do solo constitui, sem dúvida, a principal causa de depauperamento acelerado das terras (Bertoni & Lombardi Neto, 1990).

Dentre as modalidades de erosão, a laminar define-se pela combinação da ação da energia da gota d'água da chuva com o movimento da água no declive. O processo é tal que finas camadas de solo são removidas da superfície do solo, uma após a outra, e a erosão não é claramente evidenciada por simples inspeção visual (Soares, 2002), podendo ser detectada coloração mais clara do solo, pela exposição das raízes e pela queda da produtividade agrícola (Bertoni & Lombardi Neto, 1990).

2. Localização da área

O município de Campos dos Goytacazes localiza-se na região norte do Estado do Rio de Janeiro, distando em aproximadamente 279 km da capital estadual, Rio de Janeiro. Abrange uma área de 4.037 km², sendo o maior município do Estado. Possui uma população de 406.989 (quatrocentos e seis mil novecentos e oitenta e nove) habitantes, segundo o censo do IBGE (2002). A rodovia federal BR-101 atravessa o município longitudinalmente e é responsável por boa parte do escoamento da produção agrícola, de derivados de petróleo, material cerâmico, entre outros.

Economicamente se destaca pela produção de materiais cerâmicos e de cana-de-açúcar, sendo que na última década a fruticultura irrigada tem recebido incentivos do governo estadual para fins industriais e de exportação.

O uso e cobertura do solo (**Figura 1**) predominante é de áreas pastagens. O município apresenta vestígios de mata nas montanhas. A cana-de-açúcar é produzida no sentido do tabuleiro para a planície aluvial. A extração de argila para produção de cerâmica revelou ao longo dos anos cavas abandonadas, deixando o solo exposto à ação erosiva. Nas regiões mais elevadas há pequenas manchas de afloramentos rochosos e no litoral algumas áreas inundáveis e de vegetação de restinga.

A pedologia da região estudada (**Figura 2**) é constituída por Neossolo Litólico, presente nos locais de relevo mais elevado. Logo em seguida são encontrados os Argissolos Vermelho-Escuros e Cambissolos Álicos, que constituem em sua maioria os solos de encostas. Nas regiões onduladas, de domínio colinoso, foram identificados: Argissolo Vermelho-Amarelo e Latossolo Vermelho-Amarelo. Nas regiões planas e faixa litorânea, foram identificadas áreas de Gleissolo, Espodossolo, Organossolo, Neossolo Flúvico e Cambissolo Eutrófico. Por fim, na área de tabuleiros da Formação Barreiras, foram identificadas áreas de Argissolo Amarelo e Latossolo Amarelo.

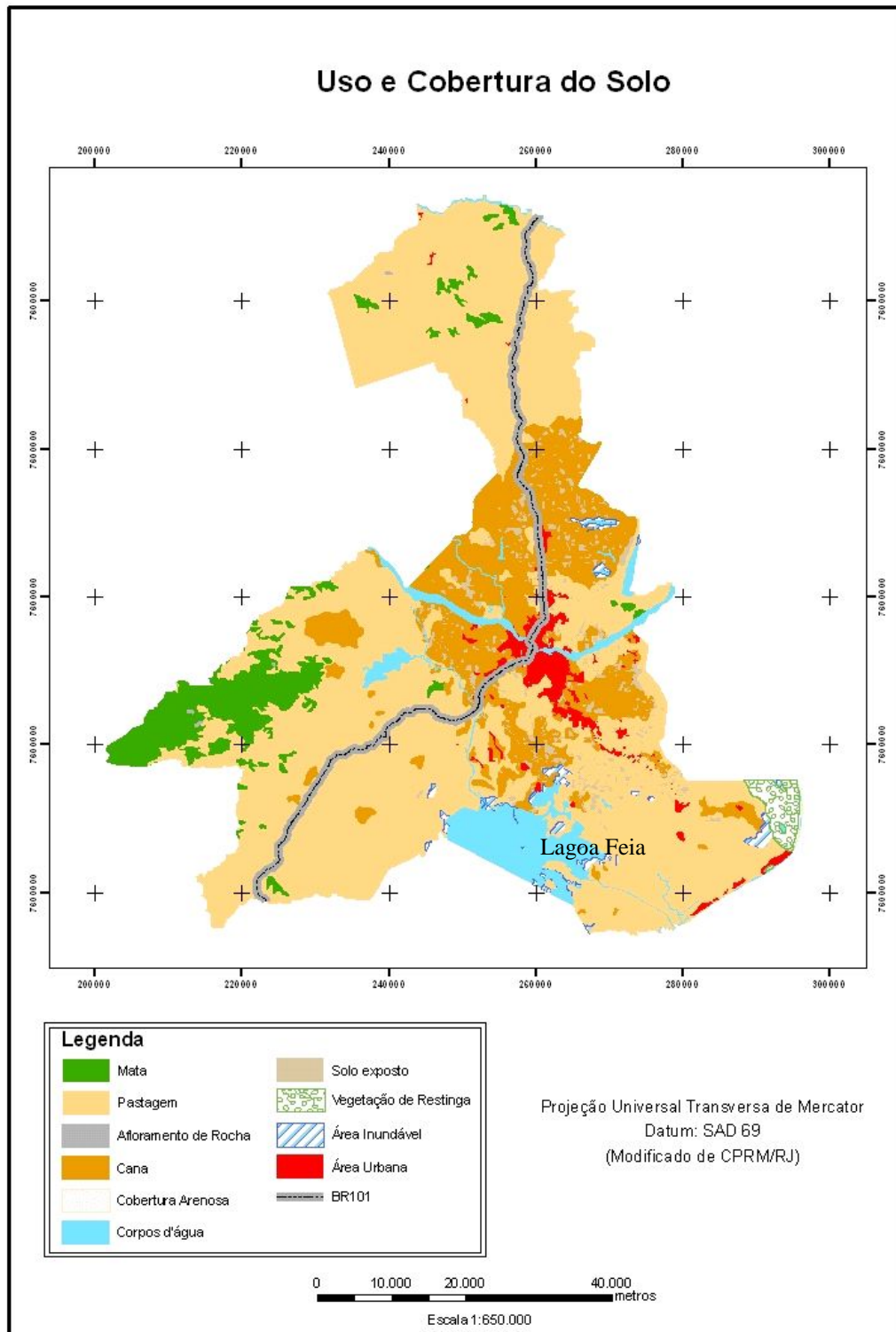


Figura 1 – Uso e cobertura do solo (Ribeiro, 2006).
Modificado de Costa (2001).

3. Metodologia

A carta de suscetibilidade à erosão de Campos foi extraída do cruzamento da carta de declividades com a de erodibilidade.

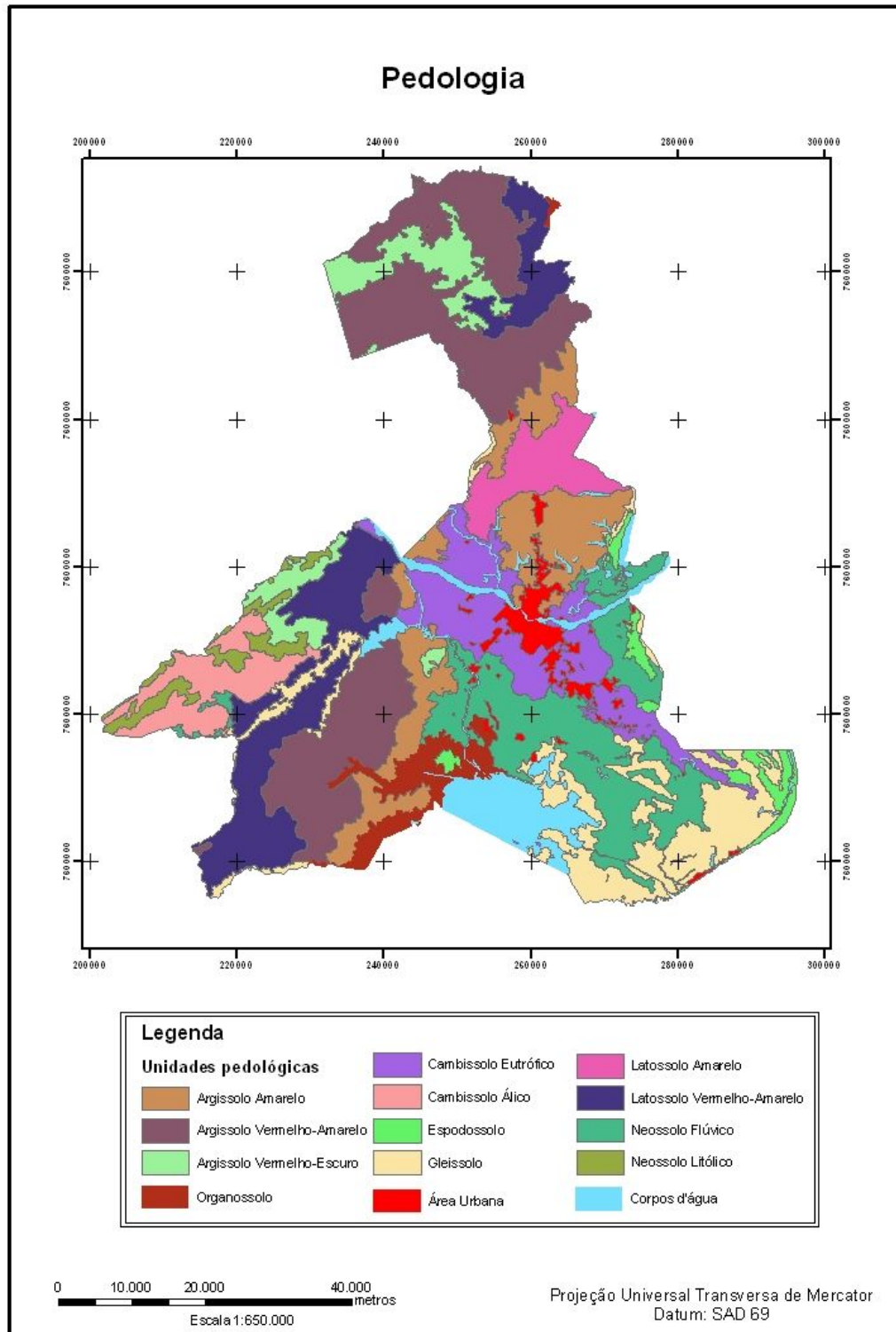


Figura 2 – Pedologia da área de estudo (Costa, 2005).
Compilado do DRM.

Primeiramente foi gerado o modelo digital de elevação (MDE) da área. Para a confecção do MDE, foram empregados curvas de nível na escala 1: 50.000 com eqüidistância vertical de 20 m do NCE – UFRJ (Núcleo de Computação Eletrônica) e IBGE, os pontos cotados da baixada campista oriundos do Projeto de Irrigação e Drenagem da Cana-de-açúcar na Região Norte-Fluminense (PROJIR, 1984).

Dentro do software ArcInfo 9.0, as 10 cartas utilizadas para recobrir o município de Campos (Mimoso do Sul, Italva, Morro do Côco, São Fidélis, Travessão, Renascença, Dolores de Macabu, Campos, Conceição de Macabu e Carapebus foram editadas e cotadas de modo a formarem um bloco único de curvas perfeitamente conectadas. O arquivo de pontos cotados não sofreu qualquer modificação.

O bloco de curvas e os pontos cotados foram cruzados no ArcMap, gerando um TIN (*Triangular Irregular Network*). Em seguida ele foi reclassificado em 11 intervalos de elevação.

A carta de declividades foi derivada do MDE, sendo reclassificada em quatro intervalos que consideram os tipos de relevo e as associações com os solos heterogêneos da área de estudo (Corrêa, 2003). Vê-se na Tabela 1 essa associação.

Tabela 1 – Classes de declividade e sua relação com os domínios do relevo.

<i>Declividade (%)</i>	<i>Relevo</i>
0 - 8	Domínio plano ou suave ondulado, superfície horizontal ou pouco movimentada, desnivelamentos muito pequenos, apresentando declives suaves.
8 - 30%	Domínio ondulado, superfície pouco movimentada constituída por conjunto de colinas apresentando declives moderados, formada por morros.
30 - 60%	Domínio montanhoso, superfície vigorosa com predomínio de formas acidentadas, usualmente constituída por morros, montanhas e maciços montanhosos, apresentando desnivelamentos relativamente grandes e declives fortes.
> 60%	Domínio escarpado, ou seja, superfície de topografia muito íngreme com vertentes de declives muito fortes.

O agrupamento das classes de solo de acordo com sua erodibilidade em cinco intervalos distintos, como ilustrado pela **Tabela 2**, deu origem à carta de erodibilidade.

TABELA 2 – Unidades pedológicas para o estado de São Paulo e seus respectivos índices de erodibilidade.

<i>Erodibilidade</i>		
<i>Classe*</i>	<i>Unidades pedológicas*</i>	<i>Solos**</i>
I	Cambissolos, solos litólicos Argissolos abruptos, textura arenosa/ média Areias quartzosas	Neossolo Litólico Cambissolo Álico Argissolo Vermelho-Escuro
II	Argissolos não abruptos, textura média/ argilosa textura média	Argissolo Vermelho-Amarelo
III	Argissolos de textura argilosa	Argissolo Amarelo
IV	Latossolos de textura média	Cambissolo Eutrófico
	Latossolos de textura argilosa Terra roxa estruturada	Latossolo Vermelho-Amarelo Latossolo Amarelo
V	Solos hidromórficos em relevo plano	Neossolo Flúvico Gleissolo Organossolo Espodossolo

* Classificação segundo Bertoni & Lombardi Neto (1990); **Classificação para os solos da área de estudo

Este critério foi aplicado por Bertoni & Lombardi Neto (1990) aos solos do Estado de São Paulo, os quais também apresentam ocorrência no município de Campos. A terceira coluna foi adicionada à **Tabela 2** a fim de correlacionar os solos encontrados na área de estudo com a classificação proposta pelos autores. Os níveis de erodibilidade variaram de I a V, crescentemente, ou seja, os solos mais erodíveis agruparam-se na classe I e os menos na classe V. O mapa pedológico foi assim reclassificado, originando a carta de erodibilidade.

A produção da carta de suscetibilidade dos solos à erosão laminar adveio da análise qualitativa das cartas de erodibilidade e de declividades. Para integração dos planos de informação foi tomado como critério de definição das classes de suscetibilidade à erosão laminar sua compatibilização com as classes de capacidade de uso das terras, conforme mencionado por Salomão (1999). Esta relação é descrita na **Tabela 3**. Em outras palavras, este autor sugeriu níveis de suscetibilidade do solo à erosão laminar segundo a capacidade de uso das terras.

A classificação de capacidade de suporte das terras as categoriza em cultiváveis, destinadas essencialmente a pastagens e reflorestamento e impróprias à vegetação produtiva. Esta sistemática, descrita por Lepsch et al. (1983), determina classes homogêneas de terra de acordo com sua máxima capacidade de uso, sem risco de degradação do solo, especialmente no que diz respeito à erosão acelerada.

Tabela 3 – Classes de suscetibilidade e suas descrições.

<i>Suscetibilidade</i>	<i>Classe de Capacidade de Uso das Terras*</i>	<i>Descrição</i>
<i>Muito Alta (MA)</i>	VII e VIII	Terrenos apresentam problemas complexos de conservação, indicados para preservação ou reflorestamento;
<i>Alta (A)</i>	VI	Terrenos apresentam problemas complexos de conservação, parcialmente favoráveis à ocupação por pastagens, sendo mais apropriados para reflorestamento;
<i>Média (M)</i>	IV	Média Suscetibilidade: terrenos apresentam problemas complexos de conservação, sendo mais indicados a pastagens e culturas perenes;
<i>Baixa (B)</i>	III	Terrenos apresentam problemas complexos de conservação, sendo mais indicados a pastagens e culturas perenes e, eventualmente, a culturas anuais, porém exigindo práticas intensivas mecanizadas de controle de erosão;
<i>Baixa a não suscetível (NS)</i>	I, II e V	Esta classe corresponde a terrenos sem problemas especiais de conservação, podendo ser utilizados com qualquer tipo de cultura; terrenos com problemas simples de conservação, podendo também ser utilizados com qualquer tipo de cultura, porém exigindo práticas não mecanizadas de controle da erosão e terrenos sem problemas de conservação, mas exigindo técnicas especiais de cultivo, por se constituírem de solos encharcados.

*Fonte: Lepsch et al. (1983)

Em trabalhos voltados ao controle de erosão no Estado de São Paulo, Salomão (1994), sob coordenação do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT mostrou como interpretar e hierarquizar os processos erosivos pluviais a partir do conhecimento dos sistemas pedológicos. Daí a fundamentação da idéia de compatibilizar as classes de suscetibilidade à erosão laminar com as classes de capacidade de uso das terras.

A **Tabela 3**, além de discriminar o potencial de suscetibilidade das terras, também indica qual seria o uso apropriado.

No passo seguinte, foram relacionadas as quatro classes de declividade com as cinco de erodibilidade, originando a carta de suscetibilidade à erosão laminar. A reclassificação aplicada obedeceu aos critérios propostos na **Tabela 4**. Dentro do balão tracejado estão em destaques os intervalos de suscetibilidade. Evidenciado em amarelo, o método aplicado diz que, para uma erodibilidade de nível III, combinada com uma declividade de mais de 60%, o Argissolo Amarelo apresenta Alta suscetibilidade à erosão laminar. Em contrapartida, destacado em verde tem-se que, para o mesmo nível de erodibilidade, porém para uma declividade de até 8%, o mesmo solo apresenta Baixa suscetibilidade à erosão laminar. Esta diferença quanto ao intervalo de suscetibilidade deve-se essencialmente ao declive.

Tabela 4 – Relação entre as cinco classes de erodibilidade e as quatro de declividade para definição das classes de suscetibilidade à erosão laminar.

Erodibilidade	Solos da Área de Estudo	Declividade (%)			
		0 – 8	8 – 30	30 – 60	> 60
I	Neossolo Litólico Cambissolo Álico Argissolo Vermelho-Escuro	Média	Alta	Muito Alta	Alta
II	Argissolo Vermelho-Amarelo	Média	M	Alta	Alta
III	Argissolo Amarelo	Baixa	M	Alta	Alta
IV	Cambissolo Eutrófico Latossolo Vermelho-Amarelo Latossolo Amarelo	Baixa	Baixa	Baixa	Média
V	Neossolo Flúvico Gleissolo Organossolo Espodossolo	Não Suscetível	Não Suscetível	Não Suscetível	Não Suscetível

Susceptibilidade

4. Resultados e Discussões

O MDE (Ribeiro, 2006) gerado mostrou que predominam na área estudo elevações de até 5 m, correspondendo a 27,11% do total. No entanto 53,16% de suas terras apresentaram altitudes até 20 m, ou seja, mais da metade das terras do município encontram-se no domínio das planícies. Acima de 1.000 m de altitude enquadram-se as terras de escarpa, num total de 0,9% apenas. Na forma de tabuleiros e colinas, com altitudes intermediárias entre 100 e 800 m, estão 8,48% da área. A altitude máxima extraída do MDE foi de 1.800 m, média de aproximadamente 856 m e a mínima de 1 (um) m. O MDE (**Figura 3**) mostrou-se fiel à realidade fisiográfica da área de estudo e os dados obtidos a partir dele, portanto, consistentes.

A carta de declividades traduziu o comportamento das vertentes do município de Campos quando reclassificado em quatro classes, sendo a de maior abrangência relativa ao intervalo entre 0 e 8% de declive, equivalendo a 75% do total da área, o que está completamente de acordo com sua morfologia. Isso a caracterizou como de domínio plano a suave ondulado. A classe de 8 a 30% ocorreu na região dos tabuleiros e nas imediações da Lagoa de Cima, indo até o início da Serra do Imbé, correspondendo a 9,26% das terras. A classe de declives entre 30 e 60% foi a de segunda maior ocorrência (11,18%). Nela está inserido o domínio montanhoso, caracterizado na região pelas áreas que circundam as escarpas, as quais estão agrupadas na classe de intervalos de declividade maior que 60%, equivalentes a apenas 4,56% das terras do município.

A carta de erodibilidade foi um plano de informação de caráter intermediário, pois foi gerado para obtenção da carta de suscetibilidade à erosão laminar. Através dela puderam ser visualizadas as unidades pedológicas da área de estudo segundo seus níveis de erodibilidade.

A carta de suscetibilidade à erosão laminar (**Figura 4**) mostrou que quase 75% da área de estudo apresentaram suscetibilidade entre baixa (38,23%) e não suscetível (36,60%). Os solos alocados nestas áreas são de baixa erodibilidade. Em sua maioria são solos hidromórficos (como gleissolo, espodossolo e neossolo flúvico) de áreas alagadas pelo lençol freático aflorante. A declividade nessas áreas, muito baixa, geralmente entre 0 e 8%, não contribuiu para o processo erosional laminar.

Apenas 8,20 % do total da área apresentaram suscetibilidade à erosão laminar classificada como Muito Alta. Em situação similar encontraram-se 3,81% das terras, classificadas como de Alta suscetibilidade. Ambas as classes estão situadas nas altitudes mais elevadas do município. Os solos presentes nelas são cambissolo álico, neossolo litólico e argissolo vermelho-escuro, os quais se enquadram no nível I de erodibilidade - o mais alto. Quando combinada com a declividade elevada (entre 30 e 60% e maior que 60%), estas terras tornam-se facilmente erodíveis.

Apenas 13,17% da área apresentaram média suscetibilidade. Essas terras encontram-se nas classes de declividade de 8 a 30% e 30 a 60% e na classe II de erodibilidade. A unidade pedológica presente ali é o argissolo vermelho-amarelo profundo.

Em suma, pode-se dizer que o município de Campos apresenta variações geomorfológicas que vão desde escarpas (1.800 m) a planícies (de 0 a 5 m de altitude), passando por colinas e tabuleiros. Mas a predominância é de terras planas, situadas na planície aluvionar. Esta complexidade morfológica contribuiu para a ocorrência predominante da baixa erosão laminar encontrada na maior parte da área. No entanto, há que se ter atenção ao fato de a erosão não mostra sinais evidentes a curto prazo, pois num processo de erosão laminar as camadas de solo são lentamente levadas pela ação da água de forma quase que imperceptível. Mas as taxas de perda são altas, uma vez que a superfície erodida é de grande extensão. O sinal mais evidente dessas perdas no município de Campos está na coloração da água dos corpos hídricos que o permeiam, que me geral é turva. Quando esse sinal é visível, a perda de solo já se deu em taxas elevadas.

Nas áreas de encosta a erosão foi mais acentuada em função da combinação do alto declive com alta erodibilidade dos solos. Nos tabuleiros e na planície a suscetibilidade foi baixa, mas o uso das terras aplicado ao cultivo de cana-de-açúcar sem o manejo adequado à conservação do solo e a grande antropização urbana no sentido dos tabuleiros tenderão a causar erosão acelerada.

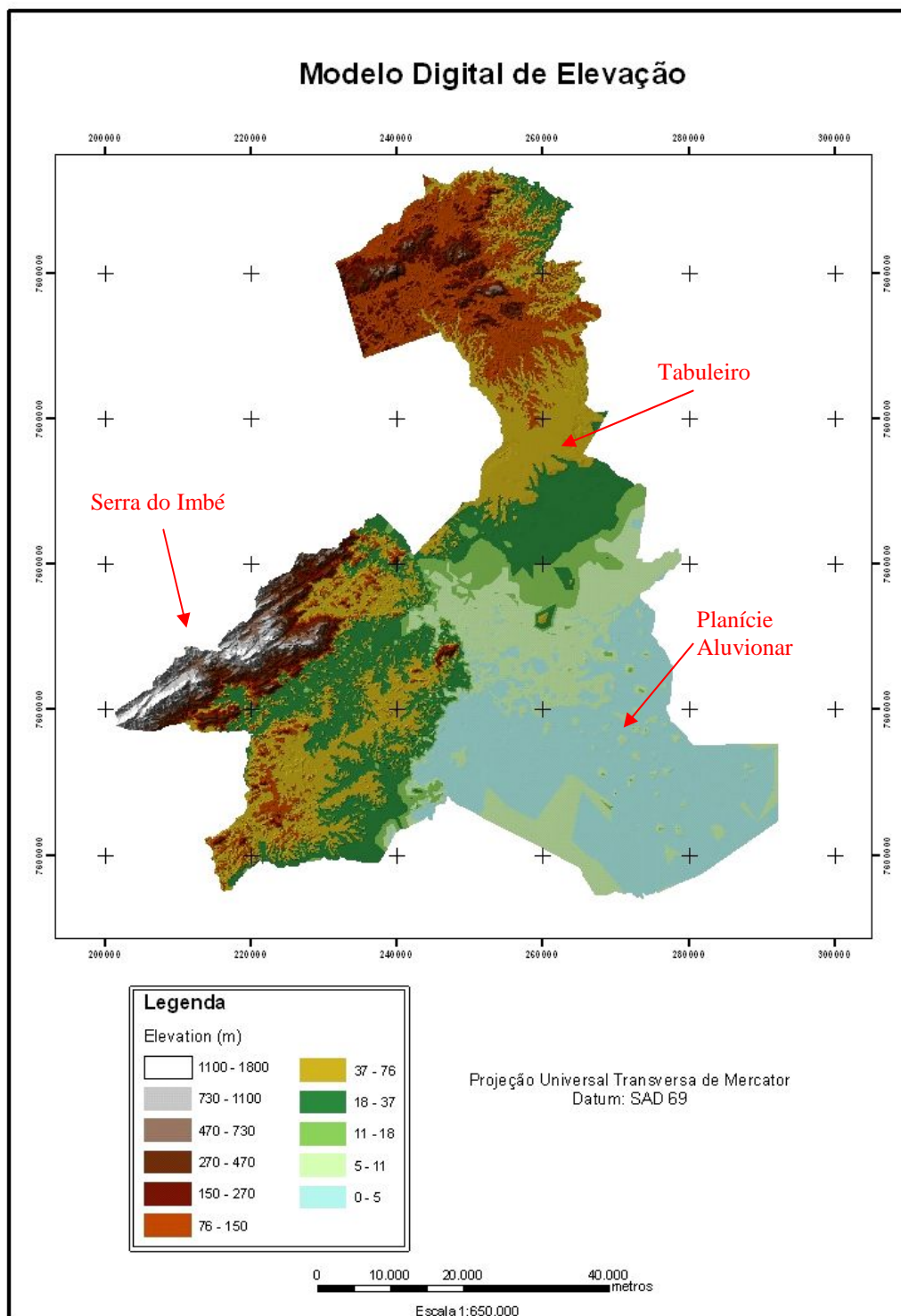


Figura 3 – Modelo digital de elevação da área.

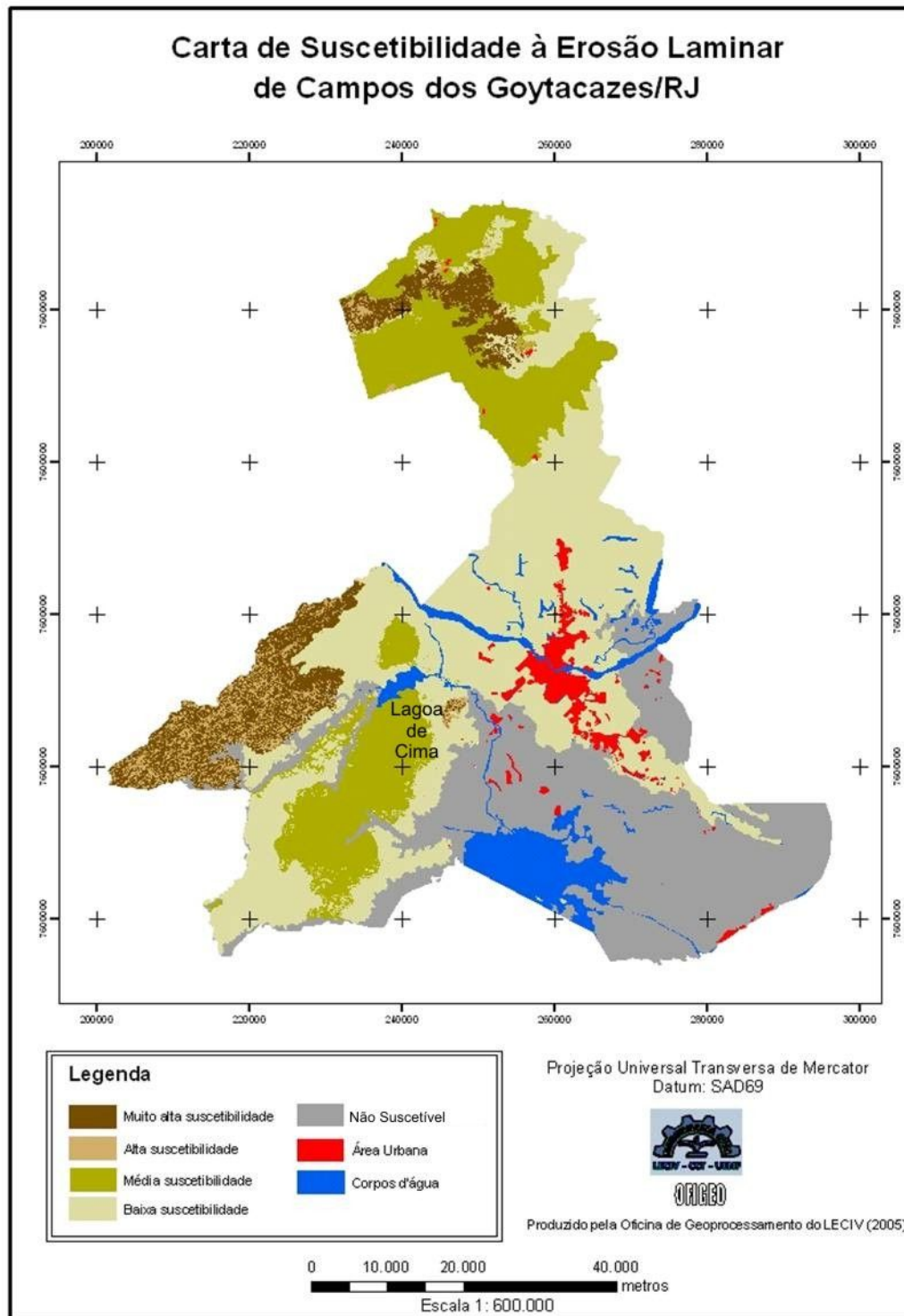


Figura 4 – Carta de suscetibilidade à erosão laminar da área de estudo.

6. Conclusões

Através deste trabalho concluiu-se que a maior parte das terras do município de Campos dos Goytacazes apresentam suscetibilidade à erosão laminar entre baixa e não suscetível em razão dos tipos de solos e da topografia predominantemente plana.

A metodologia adotada foi extremamente eficaz na análise das informações espaciais, pois permitiu manipular e cruzar informações sobre solo e declividade e a partir delas inferir sobre a suscetibilidade à erosão laminar.

7. Referências bibliográficas

AMORIM, R. S. S. **Desprendimento e arraste de partículas de solo decorrente de chuvas simuladas**. 1999. (Dissertação de Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA - ABGE. Glossário de Termos Técnicos de Geologia de Engenharia. 139p. 1985.

BERTONI, J. & LOMBARDI NETO, F. (1990) Conservação do Solo. São Paulo: Ícone, 2ª ed, 355p.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM. Ministério das Minas e Energia / Secretaria de Minas. Projeto Rio de Janeiro, CD-ROM. Brasília, 2001.

CORRÊA, F.de P.C. **O uso do geoprocessamento na elaboração de documentos cartográficos como subsídio ao processo de zoneamento ambiental na bacia hidrográfica da lagoa Feia no município de Campos dos Goytacazes/RJ**. 2003. (Dissertação de Mestrado) – Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro.

COSTA, A N. **O uso do mapeamento geológico-geotécnico e técnicas de geoprocessamento para o planejamento da expansão urbana no município de Campos dos Goytacazes/RJ**. 2005. (Dissertação de Mestrado) – Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro.

FUJIHARA, A. K., **Predição de erosão e capacidade de uso do solo numa microbacia do oeste paulista com suporte de geoprocessamento**. 2002. (Dissertação de Mestrado) - Universidade de São Paulo – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.

LEPSCH, I.F.; BELLINAZZI, J.; BERTOLINI, D.; ESPÍNDOLA, C. R. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1983, 175 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br>> Acessado em 14 de agost. 2005.

PROJETO DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM DA CANA-DE-AÇÚCAR NA REGIÃO NORTE-FLUMINENSE (PROJIR). Ministério da Indústria e do Comércio, Instituto do Açúcar e do Alcool, Sondotécnica - Engenharia de Solos S.A. Projeto de Irrigação e Drenagem da Cana-de-açúcar na Região Norte-Fluminense: Relatórios Técnicos Setoriais; Estudos e Levantamentos Pedológicos. Campos dos Goytacazes, 1984.

- RIBEIRO, L. S. **Modelagem Qualitativa e Quantitativa das Terras do Município de Campos dos Goytacazes/RJ quanto à Erosão Laminar através de Técnicas de Geoprocessamento**. 2006. (Dissertação de Mestrado) – Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro.
- SALOMÃO, F.X.T. **Processos erosivos lineares em Bauru (SP): regionalização cartográfica aplicada ao controle preventivo urbano-rural**. 1994. (Tese de Doutorado) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- SALOMÃO, F.X.T. Controle e prevenção dos processos erosivos. In: GUERRA, T.A.J.; SILVA, A.S. & BOTELHO, R.G. (Organizadores), **Erosão e Conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999, p. 229-265.
- SILVA, A. M., SCHULZ; H. E.; CAMARGO, P. B. Erosão e Hidrossedimentação em Bacias Hidrográficas. São Carlos: RiMa, 2003, 2004, 140p.
- SOARES, J. V. Erosão e Sedimentação e sua relação com florestas. Disponível em: <<http://www.ltid.inpe.br/dsr/viane/CursoHF/Capitulo8c.htm>>. Publicado em 9/10/2002. Acessado em 10 de nov. 2004.

Recebido em julho de 2006
Aprovado em julho de 2008