

Quantificação de Perda de Solo por Erosão no município de Campos dos Goytacazes/RJ através de Técnicas de Geoprocessamento

Luziane Santos Ribeiro^{1,3}
Maria da Gloria Alves²

¹ Universidade Estadual Paulista – UNESP – Instituto de Geociências
Rua 10, nº 2527 - CEP 13500-230 - Rio Claro/SP
kdluziane@yahoo.com.br

² Universidade Estadual do Norte Fluminense “Darcy Ribeiro” - UENF
Av. Alberto Lamego, nº 2000 – CEP 28013-602 – Campos dos Goytacazes/RJ
mgloria@uenf.br

Abstract. The erosion has been recognized as a serious global problem of degradation lands and a threat to well-being of the humanity. The bad use and occupation of the ground have taken the losses for bigger erosion each time. This work has the intention of calculating as the district of Campos has been suffering with soil losses. In the central area of the district, the cane cultivation has been made on soils of the Barreiras formation without any conservation measures and handling. The whole losses material is carry out for the Campista plain by the flow of the superficial drainage. In spite of the lack of conservation practices and any handling, the modelling through EUPS revealed that have been soil losses of the order of up to 500 tons per year mainly in the area of cane production. Through geoprocessing techniques was possible to quantify the soil loss in reason of the use and occupation of the lands of the district and to suggest measures of control of the erosion already installed and of prevention for the areas still not degraded.

Palavras-chave: geoprocessing, soil losses, USLE, geoprocessamento, perda de solo, EUPS.

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 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 e aumento do escoamento superficial e conseqüentemente na produção de sedimentos, empobrecimento do solo (queda de sua fertilidade), contaminação dos cursos d'água e da cadeia alimentar e perdas por erosão.

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 pela coloração mais clara do solo, pela exposição das raízes e pela queda da produtividade agrícola (Bertoni & Lombardi Neto, 1990). Devido a isso, a quantificação do material erodido torna-se uma ferramenta de medida não só indicativa como preditiva, uma vez que descreve a situação atual e futura das terras.

Para modelagem de quantificação de perda de solo, muitas equações têm sido empregadas, dentre elas a EUPS (Equação Universal de Perda de Solo), a qual permite uma análise da perda de solo por levando em conta a intensidade da chuva na região, a

³ Parte da Dissertação de Mestrado da primeira autora, apresentada junto ao Departamento de Engenharia Civil da UENF.

erodibilidade dos solos, o comprimento da encosta, o declive e as medidas de uso e conservação do solo.

2. Área de Estudo

O município de Campos dos Goytacazes (**Figura 1**) 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 426.212 (quatrocentos e vinte e seis mil novecentos e doze) habitantes, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística para o ano de 2005 (site Wikipédia, 2006). 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 2**) predominante é de áreas pastagens. O município apresenta vestígios de mata nas serras. A cana-de-açúcar é produzida no sentido do tabuleiro (Formação Barreiras) para a planície aluvial. A extração de argila para produção de cerâmica revelou ao longo dos anos grandes 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, arenosas e de vegetação de restinga.

A pedologia é constituída por neossolo litólico onde o relevo é mais elevado e argissolos vermelho-escuros e cambissolos álicos nas encostas. Nas regiões onduladas, de domínio colinoso, estão argissolo vermelho-amarelo e latossolo vermelho-amarelo. Nas planas e na faixa litorânea encontram-se gleissolo, espodossolo, organossolo, neossolo flúvico e cambissolo eutrófico. Por fim, na área de tabuleiros da Formação Barreiras localizam-se argissolo amarelo e latossolo amarelo.

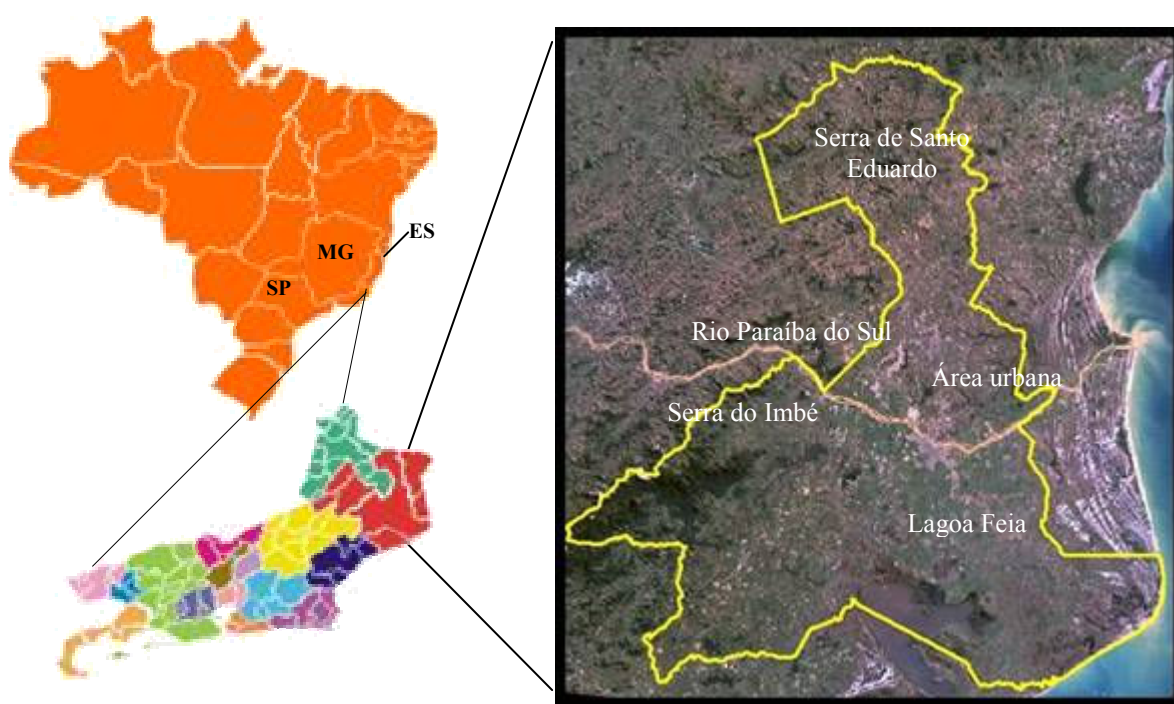


Figura 1 – Município de Campos dos Goytacazes/RJ.

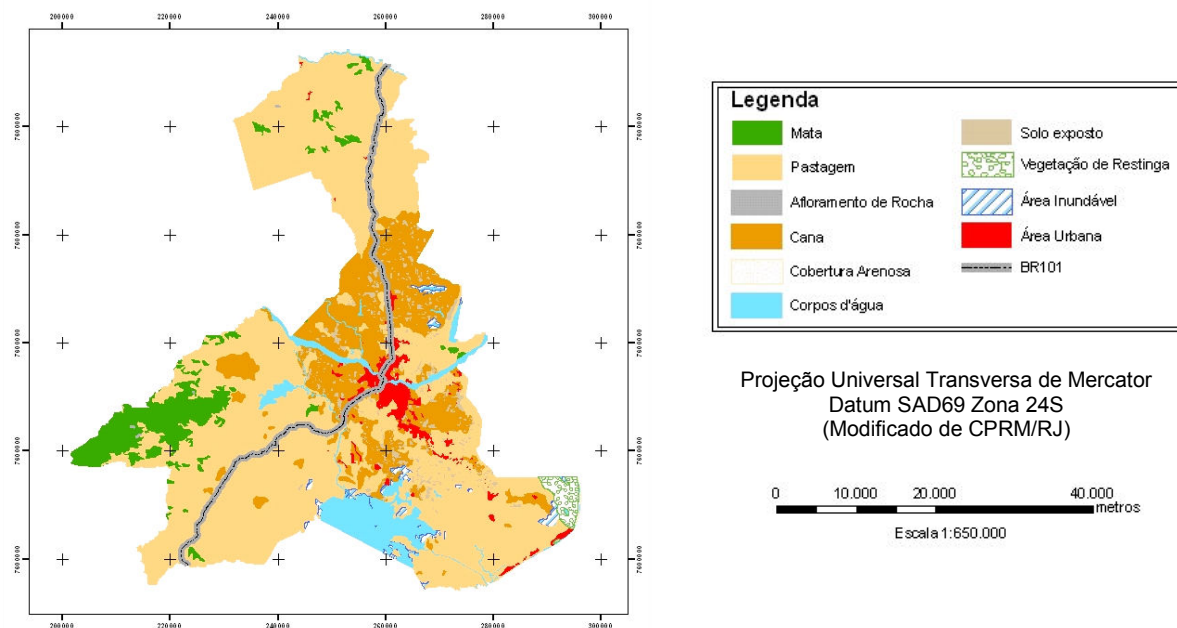


Figura 2 – Uso e cobertura do solo.

3. Métodos de Trabalho

A EUPS é descrita pela **Equação 1**.

$$A = R.K.(L.S).(C.P) \quad (1)$$

onde A é a perda de solo acumulada por unidade de área ($t.ha^{-1}$); R é o fator de erosividade da chuva e representa o índice de erosão pela chuva ($MJ.mm.ha^{-1}.h^{-1}$); K corresponde ao fator erodibilidade do solo e indica a intensidade da erosão por unidade de índice de erosão da chuva ($t.h.MJ^{-1}.mm^{-1}$); L é o fator comprimento de rampa (m); S é o fator inclinação da encosta (porcentagem); C é o fator uso e manejo do solo (adimensional); P é o fator prática conservacionista (adimensional). Para chegar ao mapa de perda de solo anual (A), foram gerados mapas referentes a cada parâmetro descrito pela equação.

O fator R foi determinado aplicando-se a **Equação 2**:

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

onde: EI é a média mensal do índice de erosão ($MJ.mm.ha^{-1}.h^{-1}$), r a precipitação média mensal (mm) e P a precipitação média anual (mm). A equação foi aplicada a dados de uma série histórica de 10 anos para 13 estações localizadas dentro e fora do município de Campos.

O fator K foi gerado adicionando-se valores de erodibilidade compilados da literatura por reclassificação de cada classe de solo presente no mapa pedológico do município, como pode ser visto na **Tabela 1**.

O fator (LS), também chamado de topográfico, agrupa dois subfatores da EUPS: comprimento de rampa (L) e declividade (S). O subfator S foi obtido a partir da carta de declividades (Ribeiro, 2006) derivada do modelo digital de elevação (Ribeiro, 2006) do município de Campos. O subfator L não é de obtenção direta, requerendo aplicação da **Equação 3**.

$$L = DH. \text{Sem}^{-1}(\alpha) \quad (3)$$

onde: L é o mapa de comprimento de rampa (m); DH é diferença de altitude da rampa (m) e α = ângulo de declive da rampa (graus) (Rocha et al., 1995).

O fator antrópico CP veio do produto entre os valores de C e P compilados da literatura de acordo com o uso, manejo e presença ou não de práticas conservacionistas para cada área ocupada do município. Ele foi aplicado ao mapa de uso e cobertura. O fator P adotado foi de

0,5 nas áreas com algum tipo de prática conservacionista e de 1,0 para as áreas sem medidas de conservação. Esta relação pode ser vista na **Tabela 2**.

Tabela 1 – Valores do fator K.

Classes de Solo	K(t.h.MJ ⁻¹ .mm ⁻¹)
Neossolo Litólico	0,0400
Cambissolo Álico	0,0254
Argissolo Vermelho-Escuro	0,0400
Argissolo Vermelho-Amarelo	0,0466
Argissolo Amarelo	0,4278
Cambissolo Eutrófico	0,0441
Latossolo Vermelho-Amarelo	0,0200
Latossolo Amarelo	0,0150
Neossolo Flúvico	0,0420
Gleissolo	0,0044
Organossolo	0,0310
Espodossolo	0,3267

Tabela 2 – Valores de C e P.

Uso	C	P
Afloramento de rocha	0,0001	1,0
Cana	0,3066	0,5
Cobertura arenosa	0,0001	1,0
Mata	0,0120	1,0
Pastagem	0,0250	1,0
Solo exposto	1,0000	1,0
Vegetação de restinga	0,0004	1,0
Área inundável	0,0001	1,0

Vale lembrar que foram suprimidos desta análise os corpos d'água e a área urbana uma vez que suas superfícies não contribuem diretamente na perda de solo.

Uma vez modelados os fatores da EUPS para as características físicas e antrópicas da área de estudo, eles foram integrados segundo a **Equação 1**.

O ambiente de produção destes mapas foi o ArcGis 9.0 e módulos afins.

4. Resultados e Discussão

Devido à dimensão da área de estudo, o fator R teve de ser medido a partir de dados pluviométricos de estações situadas fora de seus limites. Dentro de Campos existiam registros apenas da estação do campo experimental da PESAGRO (Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro), ou seja, 12 estações do total de 13 situam-se fora da área de estudo. A intensidade pluviométrica é maior a norte, noroeste e sudeste do município, com valor médio de erosividade igual a 6410 MJ.mm.h⁻¹.ha⁻¹.ano⁻¹. Porém, a maior parte do município apresentou erosividade média de 5757 MJ.mm.h⁻¹.ha⁻¹.ano⁻¹. O núcleo de menor precipitação está na região central da área de estudo, com 894 mm, atingindo a Lagoa Feia com os valores mais elevados, cerca de 1.400 mm. A partir do centro do município, os totais anuais aumentaram tanto para o norte como para o noroeste e ao longo da faixa costeira. O

incremento na direção sul é rápido em razão da influência do relevo. A região litorânea apresentou totais anuais na faixa dos 1.200 mm, crescendo até o valor máximo de 1430 mm.

O mapa do fator K mostrou o argissolo amarelo como o mais erodível, com fator K igual a 0,4278 t.h.MJ⁻¹.mm⁻¹ e o gleissolo, com fator K equivalente a 0,0044 t.h.MJ⁻¹.mm⁻¹, como o que menos erode. Os valores K foram compilados da literatura e aplicados aos solos de Campos. Na **Tabela 3** encontram-se os valores de erodibilidade dos solos de Campos e sua ocorrência em área relativa. Do total dos solos, 21,66% são de argissolo vermelho amarelo, com fator K igual a 0,04660 t.h.MJ⁻¹.mm⁻¹. A segunda maior ocorrência é de neossolo flúvico, cujo fator K é 0,0420 t.h.MJ⁻¹.mm⁻¹. No entanto, o argissolo amarelo foi o que apresentou o maior valor de erodibilidade (0,4278 t.h.MJ⁻¹.mm⁻¹).

O fator LS é o fator da EUPS de mais difícil definição, pois ela não é direta e depende de dois mapas intermediários: o de rampas e o de declividades.

A distribuição do comprimento de rampa não ocorreu de forma gradual apesar da grande amplitude de variação, entre 0 e 1.600 m. Na baixada campista a predominância se deu no intervalo entre 150 e 250 m, o equivalente a 100.051 ha, que em área relativa dá 27,39%. Já no tabuleiro e ao pé da serra do Imbé as rampas foram iguais ou maiores que 1600 m, cerca de 147.550 há (40,39% da área), o maior percentual relativo.

Tabela 3 - Erodibilidade dos solos e sua ocorrência em áreas relativas.

Solo	Área (ha)	Área Relativa(%)
Argissolo Amarelo	40.197	10,99
Argissolo Vermelho Amarelo	79.445	21,66
Argissolo Vermelho Escuro	20.034	5,50
Cambissolo Álico	16.534	4,55
Cambissolo Eutrófico	34.425	9,42
Espodossolo	7.750	2,16
Gleissolo	37.536	10,26
Latossolo Amarelo	15.294	4,21
Latossolo Vermelho Amarelo	45.586	12,45
Neossolo Flúvico	48.657	13,29
Neossolo Litólico	7.765	2,16
Organossolo	12.125	3,35

Na baixada, a superfície do terreno é predominantemente plana, não havendo quase nenhuma caracterização de rampas. Nas serras e no tabuleiro, as curvaturas da superfície côncava em alguns pontos e convexa em outros fez aumentar o comprimento da encosta. Na serra do Imbé e nas elevações da região da Serra de Santo Eduardo definiram-se rampas de 1.500 a 1.600 m, num total de 28.841 ha (7,89%).

O mapa do fator LS revelou que grandes comprimentos de rampa em declividades elevadas resultaram em altos valores de LS. Isso indica que ela é mais sensível à variação da declividade do que a variação do comprimento de rampa (Fujihara, 2002).

O efeito da variação do fator LS sobre as taxas de perda de solo são mais acentuados que a variação dos outros fatores, até mesmo o fator K, pois se o solo é muito erodível mas situa-se na paisagem em declive suave, a perda por erosão será menor do que se ele estivesse em declive acentuado.

O mapa do fator CP teve a finalidade de mostrar as áreas do município mais sujeitas à ação antrópica. Os dois fatores foram considerados juntos, pois são tratados individualmente somente quando se buscam formas mais adequadas de produção agrícola conservacionista

(Paranhos Filho et. al. 2003). Em termos percentuais, a o maior valor de CP (0,1533) ocorreu em 18,51% da área, cujo uso é destinado ao cultivo de cana. Nesta área, foi aplicado fator P igual a 0,5 considerando que há alguma medida conservacionista no cultivo da cana. Os menores valores de CP foram 0,0001, adotados para afloramentos rochosos, área inundável e cobertura arenosa, correspondendo a 1,14% das terras. No entanto, 69,92% da área (255.457 ha) apresentaram CP iguala a 0,0250 correspondente ao uso pastagem.

A falta de práticas conservacionistas em toda a área exceto no uso cana, tenderam a aumentar a intensificar a erosão uma vez que deixam a superfície do solo exposta à ação erosiva natural e/ou antrópica. Nestas classes, a única proteção que o solo terá será por conta do porte da cobertura. Na classe cana, o emprego de práticas conservacionista minimizou o impacto da erosão em 50% e nas outras classes, como não houve nenhuma prática aplicada, a erosão teve ação máxima.

A quantificação da perda anual de solo no município de Campos pode ser visualizada na **Figura 3**. Observou-se que 37,59% da área apresentaram perdas de solo entre 10 e 50 t.ano⁻¹, o que caracterizou a perda de solo no município como predominantemente baixa a moderada e equivaleu a 137.321 ha. Notou-se também que as classes de perdas moderada a forte (100 a 500 t.ano⁻¹) e baixa (1 a 10 t.ano⁻¹) mostram-se espacialmente representativas, com 18,28% e 16,50% de área relativa cada uma, correspondendo a 66.779 ha e 60.265 ha.

As perdas de solo classificadas como forte, muito forte e extrema embora pouco representativas, somaram apenas 6,20% do total da área relativa (22.635 ha), e, pela **Tabela 4**, apresentaram perdas entre 500 t.ano⁻¹ até maiores que 5.000 t.ano⁻¹.

Tabela 4 – Perda anual de solo em Campos.

Classes	Perda de Solo (t.ano ⁻¹)	Área (%)	Área (ha)
Muito baixa	< 1	10,12	36.977
Baixa	1 – 10	16,50	60.265
Baixa a moderada	10 – 50	37,59	137.321
Moderada	50 – 100	11,32	41.370
Moderada a forte	100 – 500	18,28	66.779
Forte	500 – 1.000	2,27	8.285
Muito forte	1.000 – 5.000	3,65	13.343
Extrema	> 5.000	0,28	1.007

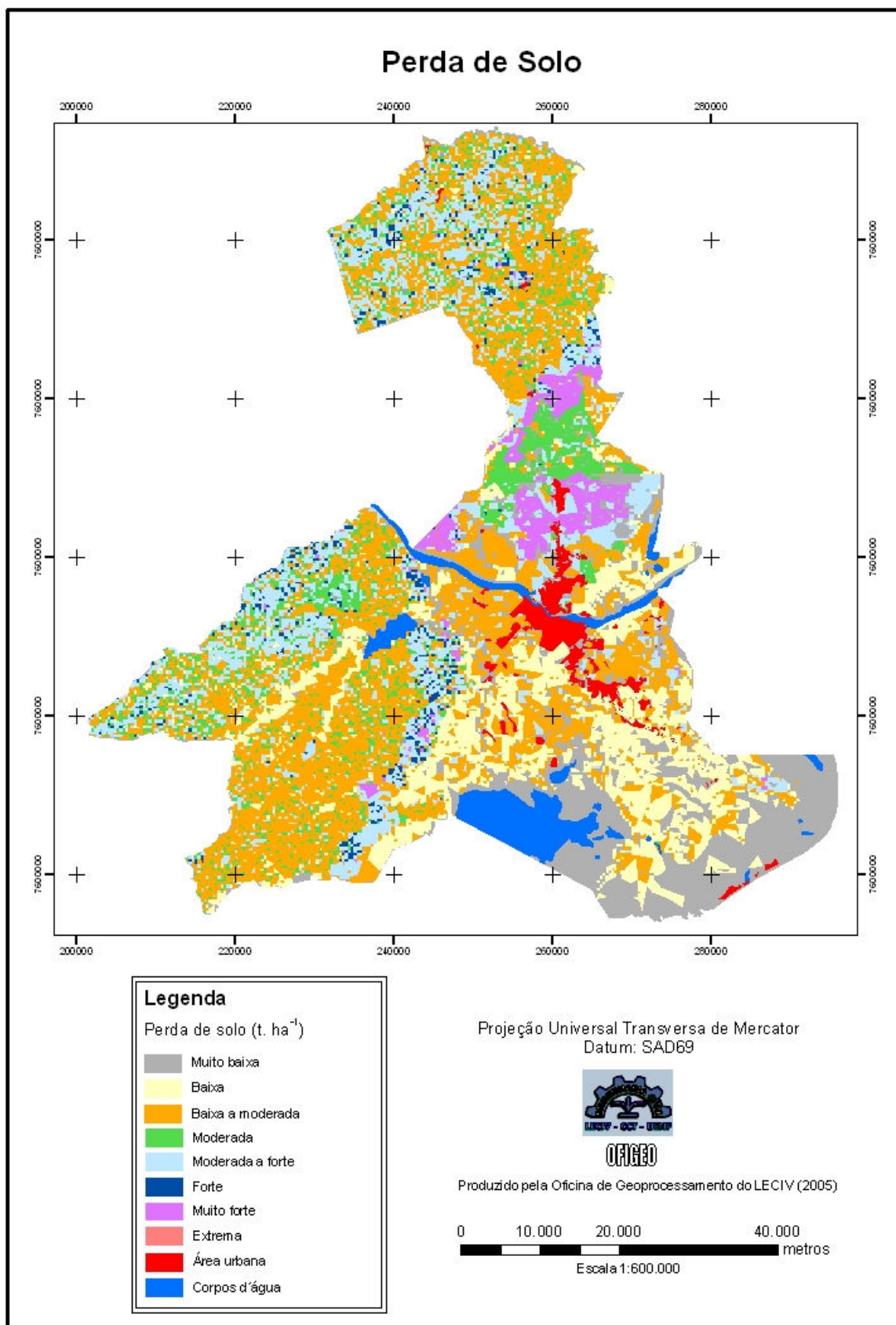


Figura 3 – Perda anual de solo em Campos quantificada pela EUPS.

5. Conclusões e Recomendações

A análise de perda de solo por erosão no município de Campos aplicando-se a EUPS variou entre baixa à moderada-forte, correspondendo ao intervalo de perdas de 10 t. ano⁻¹ até 500 t. ano⁻¹. Estes valores ocorreram na área do tabuleiro onde há cultivo de cana, a região da Serra do Imbé e nas áreas de colina, em áreas de pastagem.

Ao estudar os resultados da pesquisa foi possível inferir a cerca dos processos antrópicos e naturais que vêm causando erosão na região estudada. Pouca atenção tem sido dada ao uso do solo na produção de cana no sentido da ausência de práticas conservacionistas. As perdas de solo e a suscetibilidade das terras na área de produção de cana não foram mais acentuadas devido ao declive suave.

6. Referências Bibliográficas

Bertoni, J; Lombardi Neto, F. **Conservação do Solo**. São Paulo: Ícone, 2ª ed, 355p., 1990.

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.

Paranhos Filho, A C., Fiori, A P., Disperati, L., Lucchesi, C., Ciali, A, Lastoria, G. Avaliação multitemporal das perdas de solos na bacia do rio Taquarizinho-MS. In: **Boletim Paraense de Geociências**, nº 52, p. 49-59, 2003. Editora UFPR.

Ribeiro, L. S. **Análise qualitativa e quantitativa de erosão laminar no município de Campos dos Goytacazes/RJ através de técnicas de geoprocessamento**. 2006. 158p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil-Geotecnia). Universidade Estadual do Norte Fluminense “Darcy Ribeiro”, Campos dos Goytacazes, 2006.

Rocha, J. V.; Lombardi Neto, F.; Bacelar, A. A. A. Metodologia para determinação do fator comprimento de rampa (L) para a equação universal de perda de solo. In: SIMPÓSIO DE USUÁRIOS DE IDRISI, 1995, Campinas. **Anais...** Campinas: UNICAMP/FAMCG, 1995. p. 3-6

Silva, A. M., Schulz; H. E.; Camargo, P. B. **Erosão e Hidrossedimentação em Bacias Hidrográficas**. São Carlos: RiMa, 2003, 2004, 140p. ISBN – 85-86552-52-6.

Soares, V., **Erosão e Sedimentação e sua relação com florestas**. Disponível em: <<http://www.ltid.inpe.br/dsr/viane/CursoHF/Capitulo8c.htm>>,. publicado em 29/10/2002. Acessado em 10 de nov. 2004.