

**GEOTECNOLOGIAS APLICADAS A SIMULAÇÃO DE PERDAS
DE SOLO POR EROSÃO HÍDRICA**

FRANCIENNE GOIS OLIVEIRA

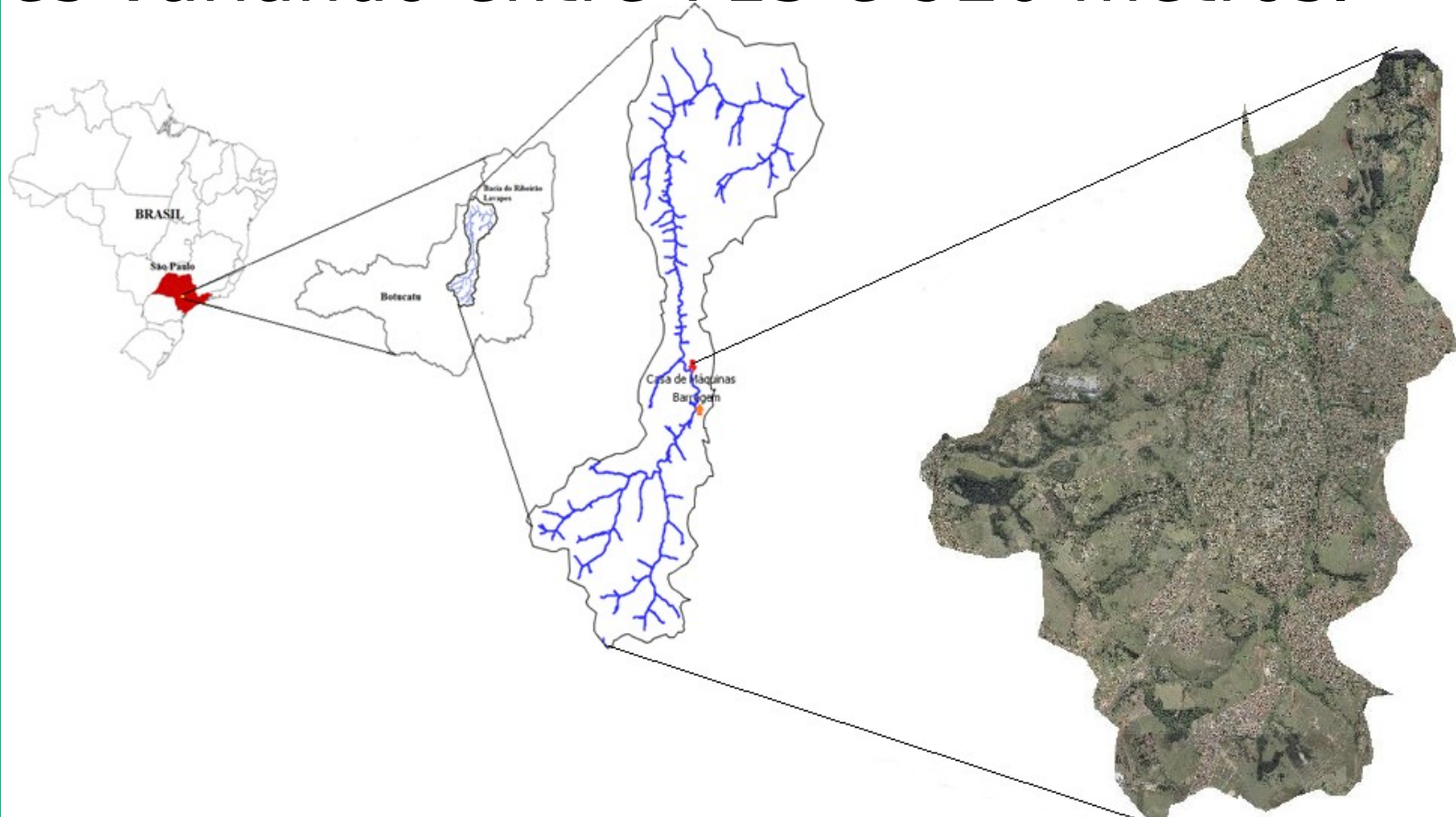
Sabendo-se que a erosão pode comprometer até mesmo o volume de água de uma bacia hidrográfica, o presente trabalho visou estimar a perda de solo da área urbanizada da bacia do Ribeirão Lavapés, identificando as áreas críticas quanto à erosão potencial.

Área de Estudos

Bacia hidrográfica do Ribeirão Lavapés

Área urbanizada da bacia - 44,01 km²

Coordenadas: 22°43'12" S e 48°29'43" W,
Altitudes variando entre 715 e 920 metros.



- Clima - mesotérmico, identificado como Cwa (clima subtropical de inverso seco e verão quente), segundo Köppen, com temperaturas médias anuais em torno de 20 °C e precipitação entre 1.100 e 1.700 mm.ano⁻¹
- Vegetação - cerrado e floresta estacional semidecidual, (bioma Mata Atlântica), caracterizada por clima sazonal duplo, com verões quentes e invernos úmidos seguidos de seca e frio (EMBRAPA, 1999).

•Equação Universal de Perda de Solo

$$A = R.K.L.S.C.P$$

A - representa a perda média anual de solo por erosão por unidade de área e de tempo em $[t.ha^{-1}.ano^{-1}]$;

R - fator erosividade da chuva, $[MJ.mm.ha^{-1}.h^{-1}.ano^{-1}]$;

K - fator erodibilidade do solo, expresso em $[t.h.MJ^{-1}.mm^{-1}]$;

L - fator comprimento de rampa, adimensional;

S - fator declividade, adimensional;

C - fator uso e manejo do solo, adimensional e

P - fator práticas conservacionistas, adimensional.

Fator Chuva - Erosividade R

É um índice que expressa a capacidade da chuva, esperada em dada localidade, de provocar erosão em um solo sem proteção. O EI é proporcional à energia cinética total de uma

Pode ser calculado a partir de dados de pluviômetros, segundo modelo proposto por Lombardi Neto e Moldenhauer (1992):

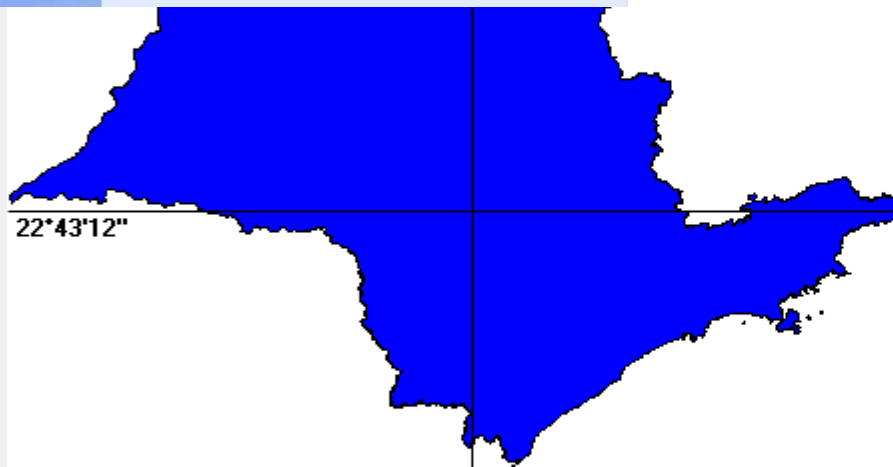
$$EI = 68,73. \left(\frac{p^2}{P} \right)^{0.841}$$

Onde: p - precipitação média mensal em milímetros; P - precipitação média anual em milímetros e R - somatório de EI

Erosividade da chuva para o Estado de São Paulo



Lombardi Neto & Moldenhauer (1992)



Valores de entrada:

Latitude:

22°43'12"

Longitude:

48°29'43"

Altitude:

724

Calcular

Estações:

Bebedouro
Boituva
Borborema
Botucatu
Bragança Paulista
Braúna
Buri
Cachoeira Paulista
Caconde
Cajuru

Localidades:

Bom Sucesso de Itararé
Bonfim Paulista (Ribeirão Preto)
Borá
Boracéia
Borborema
Borebi
Botafogo (Bebedouro)
Botelho (Santa Adélia)
Botucatu
Botujuru (Campo Limpo Paulista)
Braço (Eldorado)
Bragança Paulista
Brás Cubas (Moiú das Cruzes)

Valor da erosividade da chuva:

7797

Interpolação

Relatório

Fechar

Fator Solo - erodibilidade K

Representa a relação de perda de solo por unidade de índice de erosividade da chuva medida em uma parcela experimental de 22,1 m de comprimento e 9 % de declividade, mantida em alqueire por dois anos.

Equação proposta por Mannigel et al. (2002):

$$Fator K = \frac{\frac{\% areia + \% silte}{\% argila}}{100}$$

Onde: % Areia, Silte e Argila = valores médios do horizonte superficial de cada classe de solo, obtidos nas tradagens

Valor do fator erodibilidade (K) dos solos do Estado de São Paulo, Mannigel, et al (2002) e Bertoni e Lombardi Neto (2012).

Classe de Solo		Fator K [t.h.MJ-1.mm-1]	
		Horizont e A	Horizonte B
Argissolo Vermelho-amarelo Distrófico		0,047	0,010
Gleissolo Hápticos Distrófico		0,004	0,026
Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico		0,011	0,008
Latossolos Vermelhos Distróficos		0,006	0,004
Latossolos Vermelhos Distroférricos		0,007	0,005
Nitossolos Vermelhos		0,034	0,018

Comprimento de Rampa e Declividade - Fator LS

- Bertoni (1959) - condições brasileiras, partindo da relação experimental da perda de solo com diversos graus de declividade (de 1 a 20%, variando a cada 2%) e de comprimentos de rampa (de 5 a 100 m, oscilando de 5 em 5 m), Equação:

$$LS = 0,000984.L^{0,63}.S^{1,18}$$

Onde: L - comprimento de rampa [m] e S - declividade [%] – Modelo digital de elevação.

- O comprimento de rampa médio das rampas bacia foi obtido, conforme metodologia de Vilela e Mattos (1975) expressa pela Equação:

$$L = \frac{A}{4\ell}$$

Onde: L - comprimento de rampa [m]; A - área da bacia [m²]; ℓ - somatório do comprimento de todos os cursos d'água da bacia [m].

$$LS = 0,000984. \left(\frac{A}{4\ell}\right)^{0,63} . s^{1,18}$$

Mapeamento do Uso e manejo do Solo e Práticas Conservacionistas - Fator CP

Para aquisição dos fatores de uso e práticas conservacionistas (Fatores C e P), buscando-se agrupar em classe os usos e ocupações do solo, obteve-se o mapa de uso do solo da área urbanizada da bacia Ribeirão Lavapés, que foi gerado a partir da classificação em tela da imagem do satélite SPOT5.

Com o mapa de uso do solo valorou-se cada classe de acordo com os valores da Tabela com os resultados encontrados por Stein et al. (1987).

Descrição	CP
Área urbana	0,00
Estradas	0,00
Cursos de água (rios)	0,00
Corpos de água (lagos)	0,00
Vegetação de porte baixo a rasteiro, cobertura parcial a total do terreno (pastagem)	0,01
Vegetação de porte médio a baixo, cobertura parcial do terreno (cerrado)	0,0007
Vegetação de porte médio a baixo, cobertura parcial do terreno (agricultura)	0,25
Vegetação de porte alto a médio, cobertura total do terreno (Floresta, cerradão, reflorestamento)	0,005
Cobertura total do terreno	1,00

Base de Dados

As curvas de nível, rede de drenagem e outros arquivos no formato shapefile foram obtidos do banco de dados de arquivos do GEPAG.

E ainda utilizou-se uma imagem do Satélite SPOT5 com resolução espacial de 10 m de ano de 2010.

Sistema de Informação Geográfica

- gvSIG - SEXTANTE

Geração do Modelo digital do terreno e Mapa de declividade

Para a geração de MDT utilizou-se as curvas de nível no formato shp, e com a ferramenta do gvSIG: menu SEXTANTE → Rasterização e interpolação → Rasterizar, e gerou-se a valores altimétricos de uma superfície continua, obtendo-se dessa forma o modelo digital de elevação do terreno.

Após a elaboração do MDT procedeu-se na criação do mapa de declividade, acessando-se o menu SEXTANTE → Geomorfologia e análise do terreno → Declividade (unidade: %), gerando-se o mapa de declive.

Os intervalos de porcentagem foram ajustados de acordo Lepsch et al. (1991) para estudos de conservação de solo (0-3, 3-6, 6-12, 12-20, 20-40 e > 40).

Mapa de Solos

Como o fator erodibilidade dos solos (K), está diretamente relacionado com as unidade de solos presentes na área, foi elaborado o mapa de solos da área urbanizada da bacia do Ribeirão Lavapés utilizando-se um mapa semidetalhado do município de Botucatu/SP obtido no banco de dados do GEPAG e o detalhamento na área da Fazenda Lageado foi realizando utilizando uma mapa de Carvalho et al (1983).

Todos os processos foram realizados no gvSIG.

Estimativa das Perdas de Solo

- Para cada fator da Equação de Perdas de Solos (R, K, LS e CP), foi gerado um mapa no gvSIG e por meio de Menu → SEXTANTE → Ferramentas de calculo para camadas raster → Calculadora do mapa, foi feita a multiplicação dos mapas **(R.K.L.S.C.P)**.

RESULTADOS

Fator Erosividade da Chuva

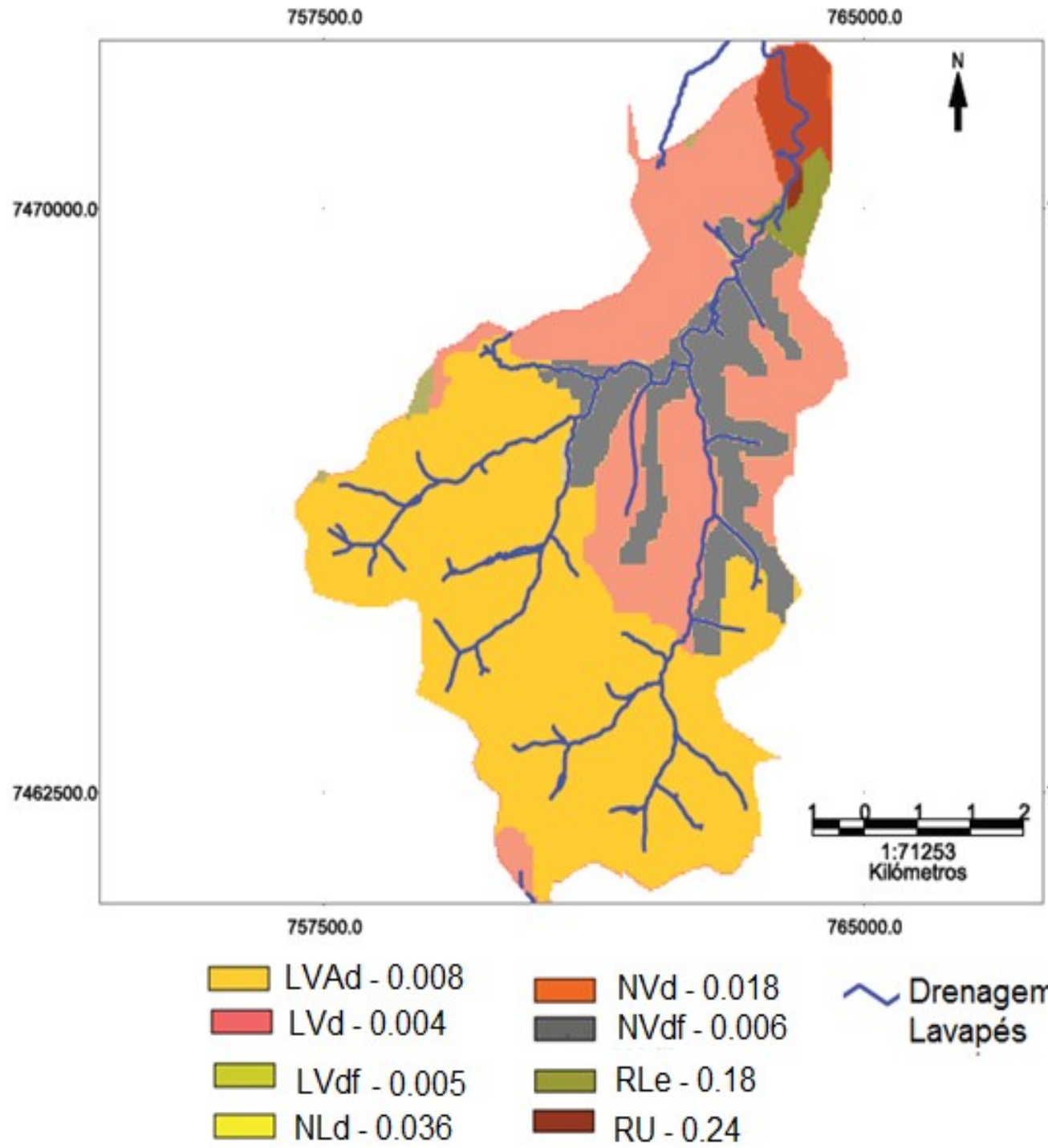
O fator erosividade da chuva, foi obtido por meio do programa netErosividade/SP, que utiliza a metodologia proposta por Lombardi Neto e Moldenhauer (1992) e apresentou como resultado o valor de 7.797 MJ.mm.ha-1.h-1.ano-1.

Fator Erodibilidade do Solo

Unidades de solo presentes na área urbanizada na área de estudos e fator erodibilidade do solo, expresso em [t.h.M]-

Classe de solos	Sigla	Área (km²)	%	Fator K
Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico	LVAd	23.56	53.5	0.008
Latossolo Vermelho Distrófico	LVd	11.79	26.8	0.004
Latossolo Vermelho Distroférrico	LVdf	0.66	1.5	0.005
Neossolo Flúvico	RU	0.07	0.2	0.035
Neossolo Litólico Distrófico	NLd	0.03	0.1	0.036
Neossolo Litólico Eutrófico	RLe	0.18	0.4	0.24
Neossolo Litólico Distrófico	NLd	1.22	2.7	

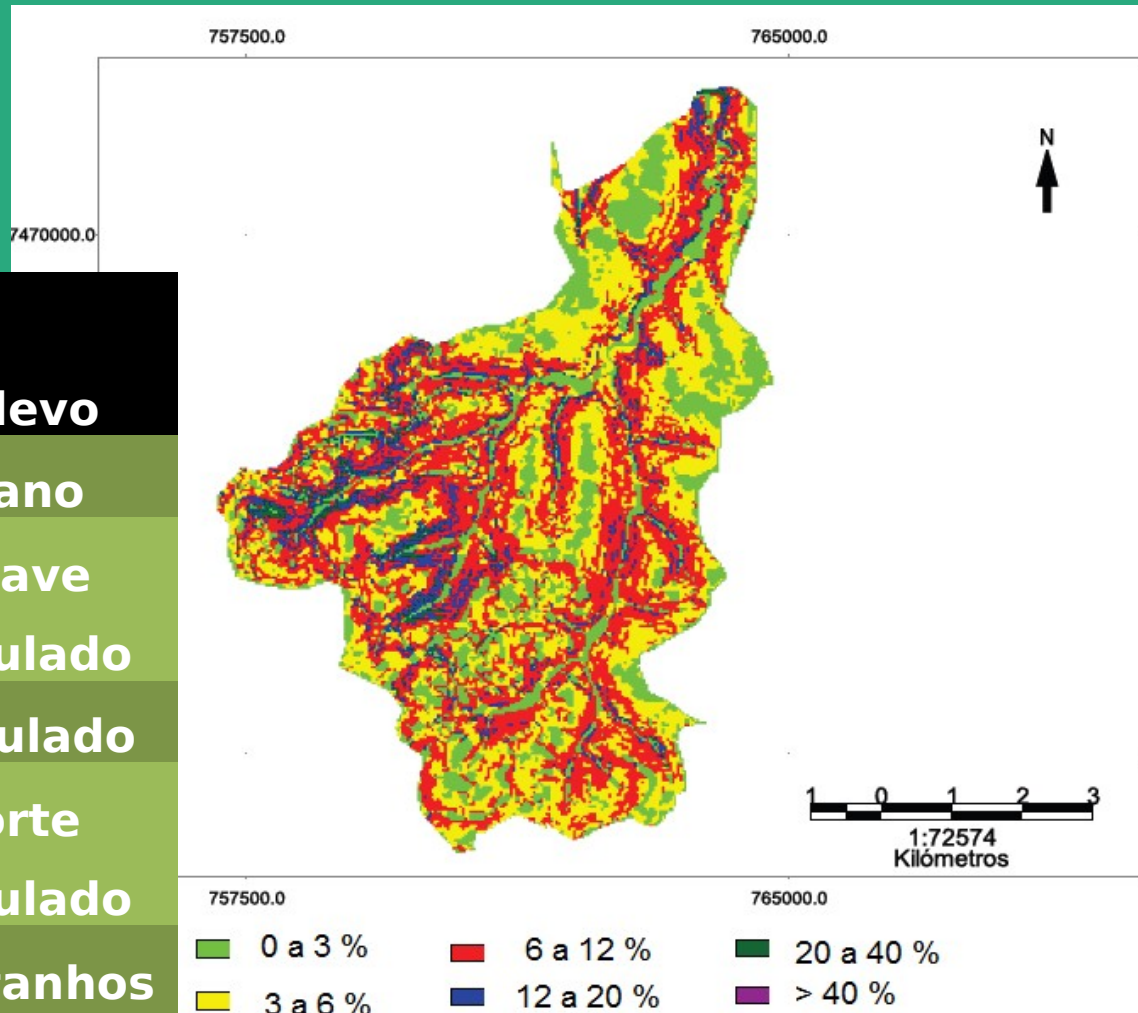
Mapa de solos e do fator K
(valores expressos em $t.h.MJ^{-1}.mm^{-1}$) encontrados na área urbanizada da bacia do Ribeirão Lavapés com rede de drenagem.



Fator Comprimento de Rampa e Declividade - LS

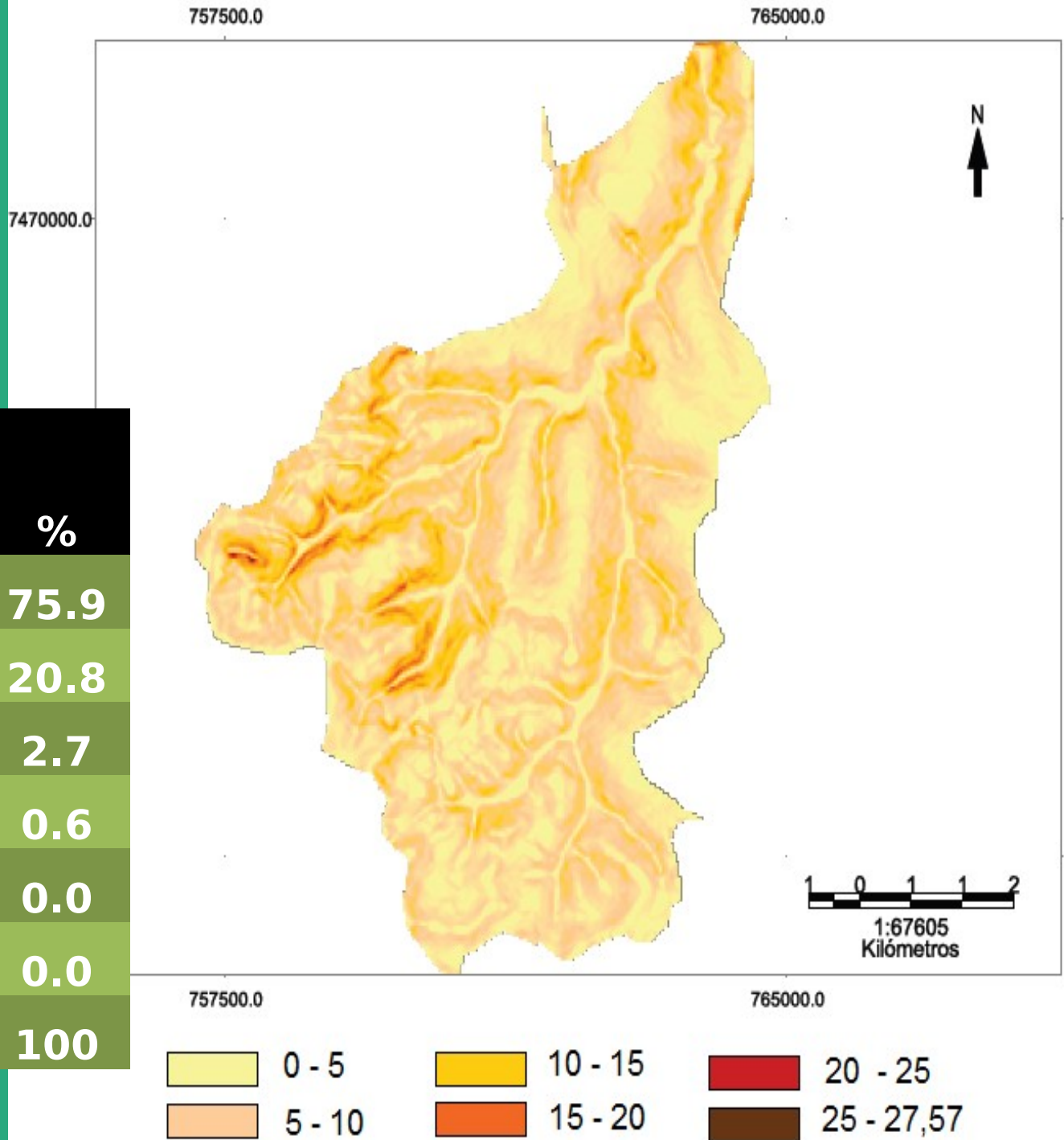
Classes de declive da área urbanizada da bacia do Ribeirão Lavapés.

Classe	Área		
%	[km²]	%	Relevo
0 a 3	9.37	21.28	Plano
			Suave
3 a 6	14.26	32.40	ondulado
6 a 12	16.24	36.91	Ondulado
			Forte
12 a 20	3.28	7.46	ondulado
			Montanhos



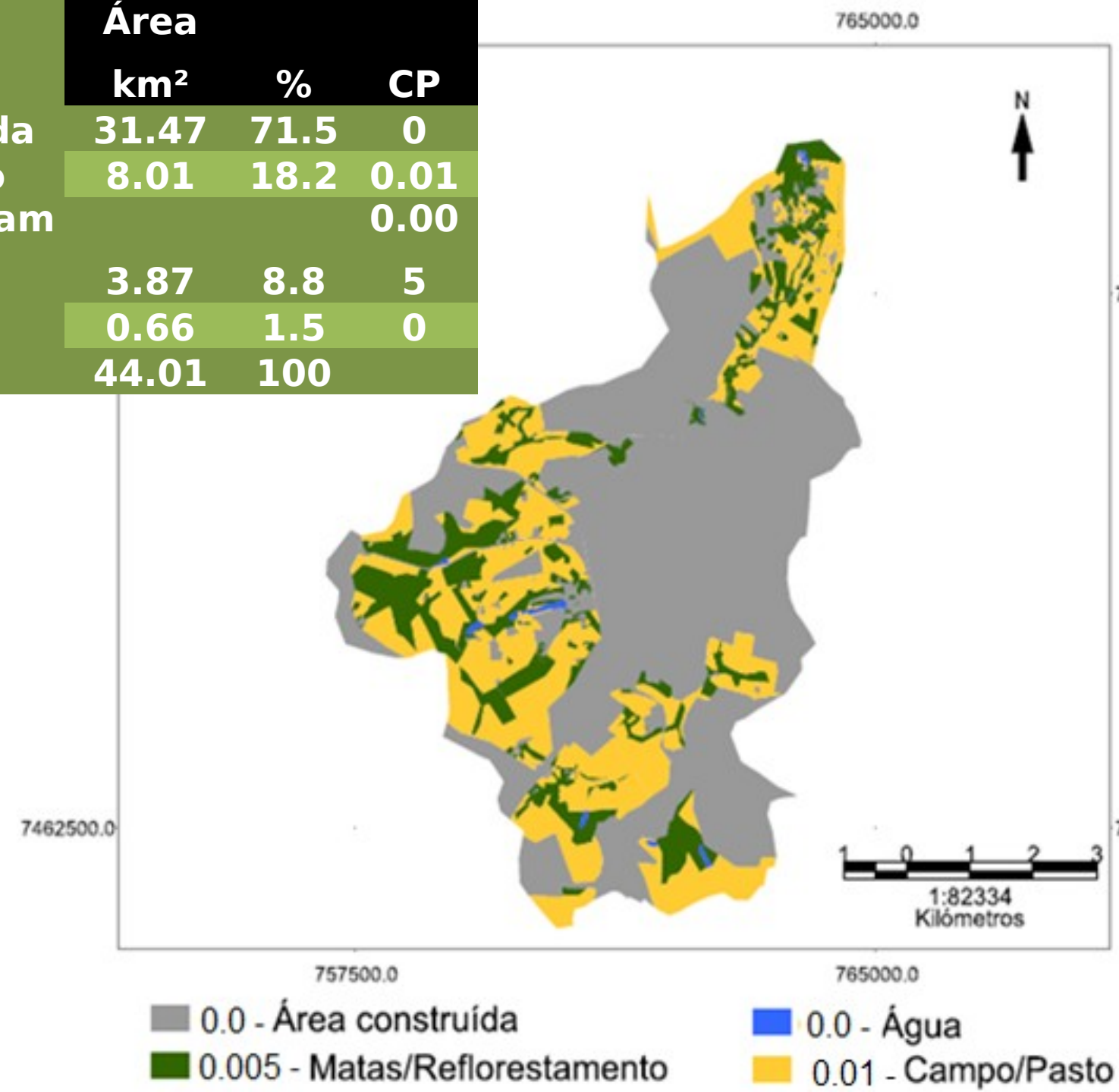
Compriment o de Rampa e Declividade - LS

Classe de LS	Área km²	%
0 - 5	33.39	75.9
5 - 10	9.15	20.8
10 - 15	1.2	2.7
15 - 20	0.25	0.6
20 - 25	0.02	0.0
25 - 27.57	0.002	0.0
Total	44.01	100

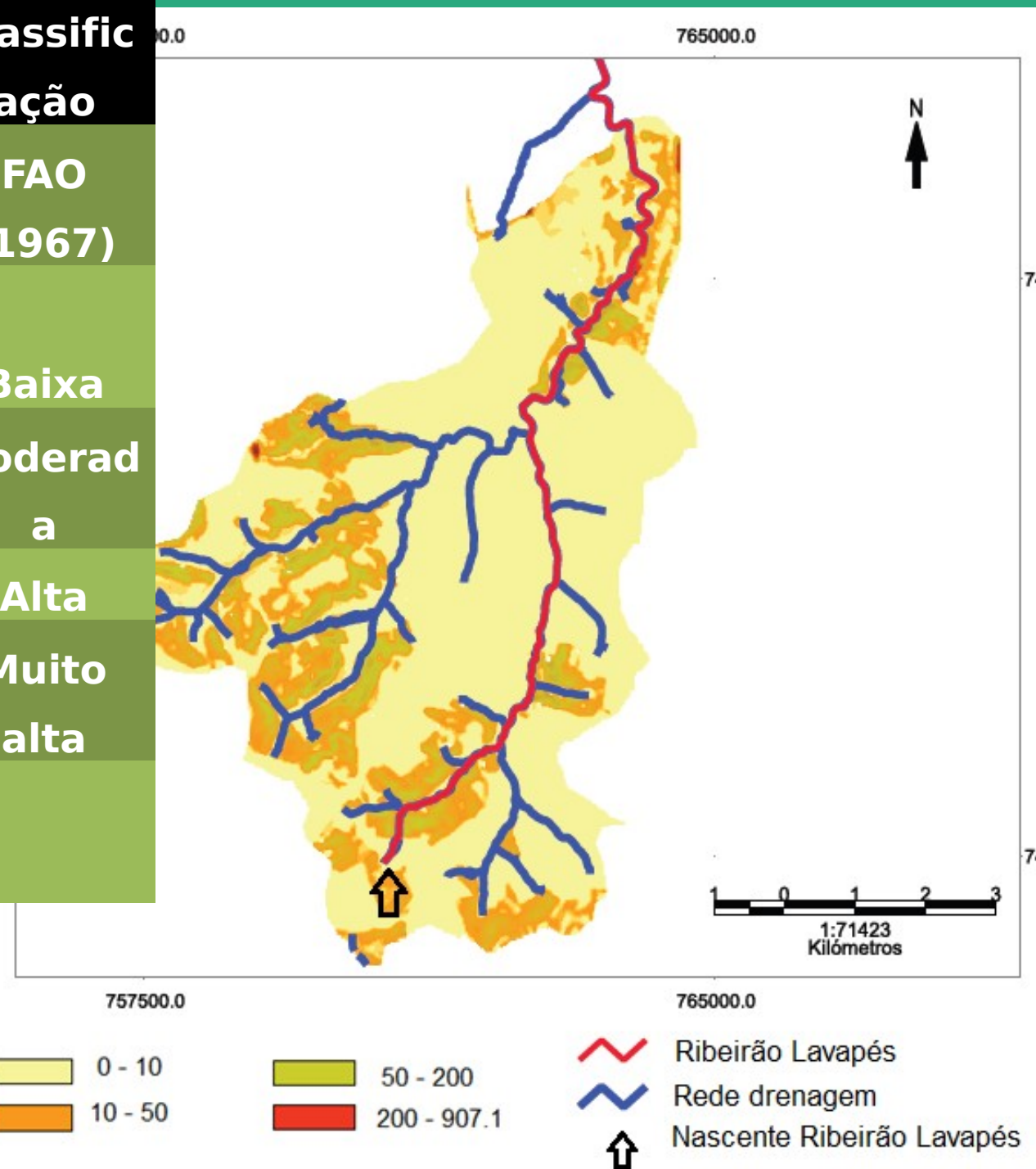


Uso do solo	Área km ²	%	CP
Área construída	31.47	71.5	0
Campo/Pasto	8.01	18.2	0.01
Mata/Reflorestam			0.00
ento	3.87	8.8	5
Água	0.66	1.5	0
TOTAL	44.01	100	

Mapeame
nto Uso e
Manejo
do Solo e
Práticas
Conserva
cionistas
- Fator CP



Classe	Área	%	Classificação
t.ha-1	km ²		FAO (1967)
0 - 10	7	76.1	Baixa
10 - 50	9.31	21.1	Moderada
50 - 200	1.17	2.7	Alta
> 200	0.16	0.1	Muito alta
Estimativa de Perda de Solo			
Total	1	100	



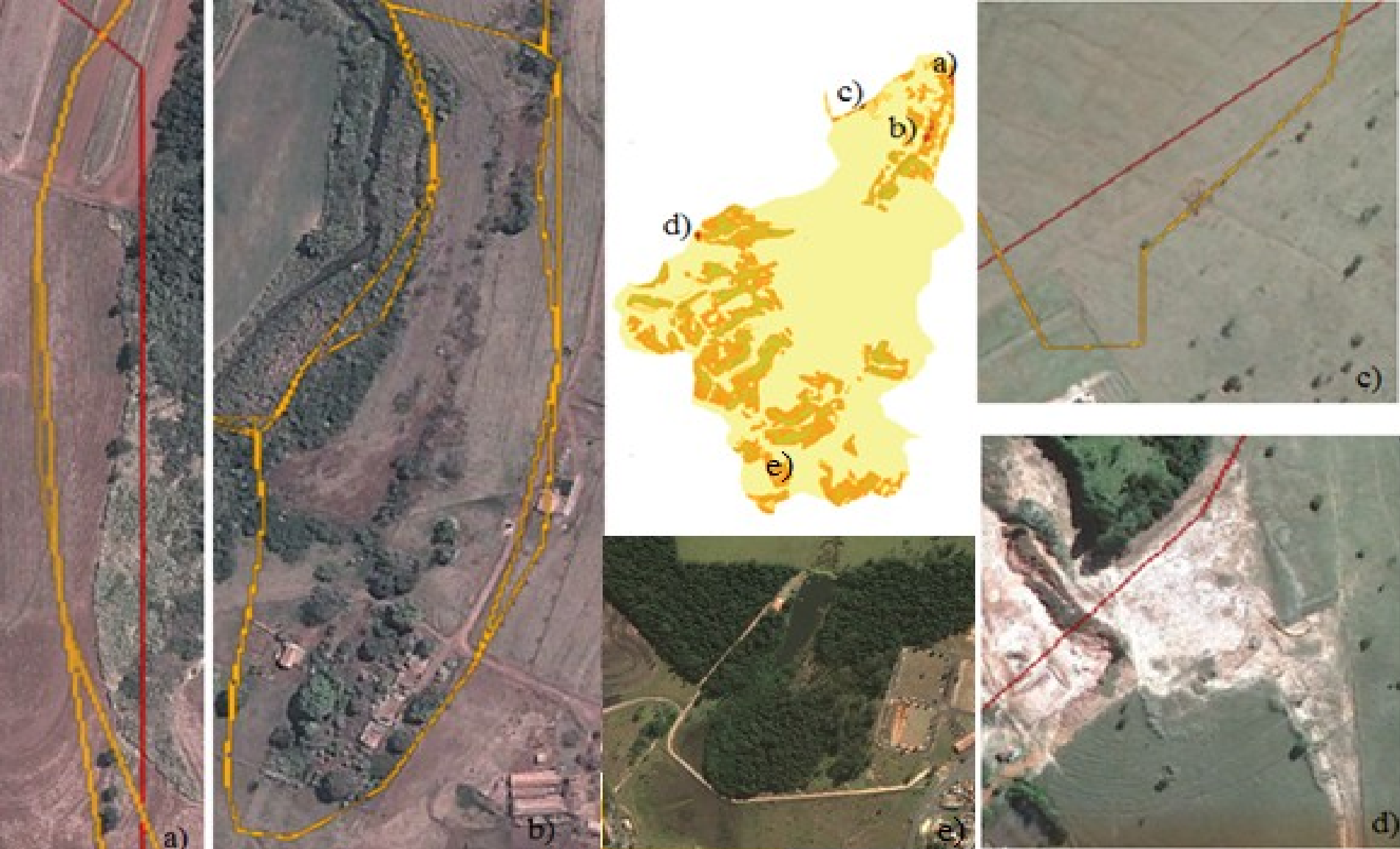
As perdas classificadas como alta e muito podem ser observadas em pequenas áreas nos 8 tipos de solos presentes (LVd, LVad, LVdf, NLd, NUd, NVdf, RLe e RU).

Verifica-se que a distribuição espacial de susceptibilidade à erosão está associada ao relevo da região, algumas manchas de alta erosividade nos tipos de solo Neossolo litólico e flúvico e Latossolo vermelho e amarelo distróficos.

As classes de susceptibilidade acima de 50 t.ha-1.ano-1 se localizaram justamente nas regiões com declive mais acentuado, pois a elevação dos declives favorece a susceptibilidade à erosão (BAPTISTA , 2003).

Algumas pequenas áreas com perda muito alta podem ser observadas no tipo de solo Neossolo Litólico que são classificados como alta suscetibilidade á erosão.

Nota-se que perdas de solo classificadas como moderada e alta, circundam a rede de drenagem e principalmente o canal principal – Ribeirão Lavapés (exceto nas áreas construídas) e até mesmo algumas nascentes estão muito próximas das áreas susceptíveis.



Detalhamento das áreas com potencial erosivo natural muito forte e perda de solo muito alta: a) Neossolo Litólico distrófico, b) Neossolo Flúvico distrófico, c) Latossolo vermelho amarelo distrófico, d) Latossolo vermelho distrófico distrófico e e) nascente do Ribeirão

CONCLUSÃO

O sistema de informação geográfica gvSIG mostrou-se viável na determinação dos diversos fatores da EUPS tornando-se possível zonear as áreas com altas perdas de solo e alto potencial natural de erosão.

O fato do Ribeirão Lavapés está próximo de áreas susceptíveis a erosão e a área ser deficitária de boa cobertura vegetal o deixa vulnerável ao assoreamento e alargamento e ainda pode comprometer a qualidade e quantidade de água.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPQ (Processo nº. 141086/2010-6, Edital: GM/GD-Cotas do Programa de Pós-Graduação) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES (Processo BEX: 18907/12-1 - Programa Institucional de Bolsas de Doutorado Sanduíche no Exterior - PDSE).



6ª Jornadas de Latinoamérica y Caribe y 4ª Jornadas Brasileñas de gvSIG



Francienne Gois