

CARTA DE POTENCIAL À EROÇÃO LAMINAR DA PARTE SUPERIOR DA BACIA DO CÓRREGO DO MONJOLINHO (SÃO CARLOS, SP)

LORANDI, Reinaldo

Universidade Federal de São Carlos

Departamento de Engenharia Civil

Rodovia Washington Luís, Km.235, Caixa Postal 676, 13565-905 - São Carlos(SP)

Fone: (016) 2608262 / Ramal: 238 - Fax: (016) 2608259 – E-mail: lorandi@power.ufscar.br

TAKEMOTO, Flávio

Engenheiro Civil

Rua São Leonardo, 182 - Freguesia do Ó, 02803-000 - São Paulo (SP)

Fone: (011)8769464

SALVADOR, Nemésio N.B.

Universidade Federal de São Carlos

Departamento de Engenharia Civil

Rodovia Washington Luís, Km.235, Caixa Postal 676, 13565-905 - São Carlos(SP)

Fone: (016) 2608262 / Ramal: 228 - Fax: (016) 2608259 – E-mail: nemesio@power.ufscar.br

TORRESAN, Fabio E.

Universidade Federal de São Carlos

Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais

Rodovia Washington Luís, Km.235, Caixa Postal 676, 13565-905 - São Carlos(SP)

Fone: (016) 2608262 / Ramal: 238 - Fax: (016) 2608259 – E-mail: pfet@iris.ufscar.br

RESUMO

As áreas urbanas em expansão, através da abertura de novos loteamentos, exigem para a sua implantação, grande movimentação e exposição de materiais inconsolidados, facilitando o surgimento de processos erosivos. A Bacia do Córrego do Monjolinho, em sua parte superior, enquadra-se no tipo de área próxima ao perímetro urbano da cidade de São Carlos(SP), estando portanto, sujeita a uma ocupação antrópica intensa. O objetivo deste trabalho, de caráter preventivo, foi o de permitir que, a partir das informações básicas geradas, se possa elaborar no futuro uma carta de uso e ocupação do solo, incluindo o zoneamento básico das áreas de restrição à ocupação, das áreas de expansão urbana e das áreas de servidão. Através da análise dos resultados obtidos, observou-se que a área dessa bacia, cartografada na escala 1:10.000, não apresenta áreas com alto potencial à erosão laminar. Existe uma predominância das áreas de baixo potencial (53% da área total), o que pode ser explicado pelo grande espaço ocupado por pastagens, as quais mantêm a cobertura vegetal. As áreas com potencial moderado (47% da área total) requerem que sejam adotadas medidas para se evitar o aparecimento e o desenvolvimento de processos erosivos mais sérios (ravinas e boçorocas).

ABSTRACT

The urban areas in expansion, through the opening of new land parceling, require for their implementation, great movementation and exposition of unconsolidated material, facilitating the appearing of erosive process. Monjolinho Stream's basin, in its superior part, fits in the kind of area next to the urban perimeter of Sao Carlos city (SP), consequently being submitted to an intensive antropic occupation. The objective of this work, with a preventive character, was to permit that, with the basic previous information, a land use and occupation chart can be elaborated in the future, including the basic zoning of the restrict occupation areas, the expansion urban areas and the common areas. Through the analysis of the results, it was observed that this region of Monjolinho stream's basin, mapped in the scale 1:10,000, doesn't show high potential areas to laminar erosion. There is a predominance of low potential areas (53% of total area), that can be explained by the great space occupied by pasturage, which keep the vegetal covering. The moderate potential areas (47% of total area) require being adopted steps to avoid the appearing and development of graver erosive process (rill and gully erosion).

1. INTRODUÇÃO

Estudos desenvolvidos pelo IPT-Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, mostram que os loteamentos em áreas periurbanas são responsáveis por parte significativa da erosão que ocorre neste Estado, comparável à ordem de grandeza daquela provocada pela atividade agrícola.

As áreas urbanas em expansão, através da abertura de novos loteamentos, exigem para as suas implantações grande remobilização e exposição dos materiais inconsolidados, facilitando o surgimento de processos erosivos. A ocupação correta deve adequar-se à declividade do terreno, ao sistema natural de drenagem, condições naturais de estabilidade dos taludes naturais ou artificiais, entre outros fatores. A maior ou menor intensidade dos fenômenos erosivos, desencadeados pela implantação dos loteamentos, dependerá da adoção destes cuidados.

Assim sendo, a alteração das características geomorfológicas, tal como a mudança da geometria do perfil do terreno devido a execução de cortes e aterros, implica em expô-lo a processos erosivos, nos quais os materiais carreados terminam por assorear vales e sistemas de drenagem urbana, afetando diretamente os cursos d'água e lagos, além de desencadear problemas de inundação e redução da capacidade de armazenamento de represas e reservatórios.

A Bacia do Córrego do Monjolinho, em sua parte superior, enquadra-se no tipo de área próxima ao perímetro urbano da cidade de São Carlos (SP), estando portanto, sujeita a uma ocupação antrópica intensa, conforme enfatizado por Vasconcelos & Criscuolo (2000). O objetivo deste trabalho, de caráter preventivo, foi o de permitir que, a partir das informações cartográficas básicas geradas, se possa elaborar no futuro uma carta de uso e ocupação do solo, incluindo o zoneamento das áreas de restrição à ocupação, das áreas de expansão urbana e das áreas de servidão.

Como se baseia no uso de materiais simples, como mapas (topográfico, pedológico), fotografias aéreas e carta de declividades, sem demandar elevados recursos tecnológicos, pode este trabalho servir de subsídio para a execução de trabalhos semelhantes em outros municípios do país.

2. ASPECTOS FISIAGRÁFICOS E SÓCIO-ECONÔMICOS DA ÁREA

A bacia hidrográfica do Córrego do Monjolinho, na sua parte superior, está delimitada pelos meridianos 47°49' e 47°53' WGr e pelos paralelos 21°57' e 22°21'S, e compreende uma área de aproximadamente 27 Km² constituindo-se em um dos

principais mananciais do município de São Carlos, com captação de água para consumo domiciliar.

O clima da região estudada é classificado, de acordo com o sistema de Köppen, como sendo do tipo Cwa, isto é, mesotérmico úmido subtropical de inverno seco, em que a temperatura média do mês mais frio é inferior a 18° C e a do mês mais quente ultrapassa 22° C. Do ponto de vista de balanço hídrico, há uma nítida distinção entre a estação seca (maio a setembro), com conseqüente deficiência hídrica e, a chuvosa (outubro a abril).

A cobertura vegetal natural das terras da região pertenceu, ao que tudo indica, ao subtipo floresta mesófila semidecídua, que com o decorrer do tempo foi quase totalmente erradicada, restando poucas áreas preservadas. Atualmente a área dessa parte da bacia está ocupada predominantemente por pastagens e de maneira secundária por cerrado, mata ciliar e reflorestamento.

De acordo com São Paulo-FFLCH/USP-IPT-FAPESP (1997), a área estudada situa-se na Unidade Morfoescultural denominada Planalto Residual de São Carlos, apresentando um relevo talhado nas camadas sedimentares que compõem a Unidade Morfoestrutural Bacia Sedimentar do Paraná, e apresenta as seguintes formações geológicas (Aguiar, 1989): Formação Serra Geral (Jura-Cretáceo), formada pelo conjunto de derrames de lavas basálticas, toleíticas, de textura afanítica e de cor cinza escura a preta e intrusivas associadas (diques e soleiras) bastante comuns na área, contendo intercalações de lentes e camadas arenosas, de textura fina a média, com estratificação cruzada, que capeiam as formações gonduânicas da bacia do Paraná. A espessura máxima dos derrames inferiores é de aproximadamente 100m, medida a oeste de Descalvado, mas com um valor médio de 40m. e um máximo de 400m. na serra de Botucatu; Formação Marília (Cretáceo Superior): constituída predominantemente por arenitos, com ocorrência de siltitos, argilitos e conglomerados. A espessura dessa formação é inferior a 100m e as principais faixas contínuas de ocorrência distribuem-se em torno da cidade de São Carlos e entre Itaqueri da Serra e São Pedro, apresentando uma área de ocorrência em torno de 700km² e Depósitos Recentes (Quaternário), distribuídos ao longo de várzeas e terraços, sendo constituídos de areias, argilas e cascalhos.

O mapa pedológico da área, elaborado por Lorandi (1985) na escala 1:50.000 e aperfeiçoado por Lorandi et al (1999), na escala 1:10.000, possui as seguintes classes de solos, descritas por ordem de importância quanto às suas distribuições espaciais e atualizadas de acordo com Brasil-EMBRAPA (1999): LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico (LVae), LATOSSOLO VERMELHO Aluminoférricos (LVaf), e GLEISSOLOS HÁPLICOS Tb Distróficos (GXd).

O desenvolvimento e ocupação urbana da cidade tem ocorrido de maneira desigual em termos sócio-econômicos, pois enquanto houve o ininterrupto adensamento populacional, renovação urbana e realização de obras públicas em áreas mais nobres, foi feita a ocupação dos morros ou áreas distantes, por setores da população de baixa ou nenhuma renda. No caso da ocupação urbana no interior da bacia do Córrego do Monjolinho, esta ocorreu através de núcleos residenciais independentes (Jardim Itamarati, Jardim Munique, Maria Estela Fagá, Jardim Maria II, etc), em que a prioridade foi dada às características da paisagem urbana e às condições sócio-econômicas da população, não levando em conta a bacia hidrográfica como unidade de planejamento.

A parte da bacia situada na margem direita do Córrego do Monjolinho se encontra relativamente protegida, sendo ocupada pela Universidade Federal de São Carlos, Parque Ecológico Municipal e Fazenda Canchim (EMBRAPA). Já a parte da margem esquerda está sujeita ao processo de urbanização sem o devido planejamento, com a implantação de loteamentos e indústrias, principalmente na área de influência da Rodovia Washington Luís, que liga São Carlos a São Paulo, e corta parte dessa bacia.

3. METODOLOGIA

A metodologia adotada para a realização deste trabalho foi inicialmente proposta por Oliveira *et al.* (1987), sendo posteriormente modificada por São Paulo-IPT (1992), contendo adaptações peculiares ao meio físico local. Essa metodologia, que utiliza cruzamento de informações, compreende análise dedutiva e não apenas uma simples sobreposição cartográfica.

O potencial à erosão laminar envolve critérios qualitativos, referentes às classes de solos presentes na área, LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO eutrófico textura média ($\leq 15\%$ de areia e $< 35\%$ de argila) e LATOSSOLO ESCURO aluminoférricos textura argilosa (35 a 59% de argila), sua interrelação com os fatores naturais (erosividade, erodibilidade, declividade, permeabilidade e comprimento de rampa) influentes na sua evolução e com o tipo de ocupação atual.

Os valores do Coeficiente de Permeabilidade (K_{20}), preconizados por vários autores e adaptados para solos tropicais por Stancati *et al.* (1981), foram adotados neste trabalho com os seguintes intervalos e classificação: Praticamente Impermeável ($<10^{-7}$ cm/s), Muito Baixa (10^{-5} a 10^{-7} cm/s), Baixa (10^{-3}

a 10^{-5} cm/s), Média (10^{-1} a 10^{-3} cm/s) e Alta ($<10^{-1}$ cm/s).

A carta de classes de declive (figura 1), contendo áreas com inclinações do terreno, representadas em termos de porcentagem ($<5\%$, 5 a 10%, 10 a 15%, 15 a 20 e $>20\%$), teve como base de dados duas folhas do Plano Cartográfico do Estado de São Paulo (São Paulo-IGC, 1989) e está elaborada na escala 1:10.000. Para a confecção dessa carta utilizou-se o programa IDRISI for Windows, desenvolvido pela Clark University (Massachusetts), com base na forma raster. Esta carta reveste-se de uma grande importância quando é sobreposta ao mapa pedológico, pois a textura dos solos é um dos fatores de limitação das áreas.

Foram também utilizados outros documentos cartográficos, de caráter intermediário, como: Carta de Erodibilidade, Carta Preliminar de Suscetibilidade à Erosão Laminar e Mapa de Uso/ Ocupação do Solo.

Após a confecção da Carta de Suscetibilidade à Erosão Laminar, resultante da sobreposição da Carta Preliminar de Suscetibilidade à Erosão Laminar com a Carta de Erodibilidade, elaborou-se a Carta de Potencial à Erosão Laminar. Com base na metodologia op.cit., a área da bacia poderia ser dividida em três sub-áreas equivalentes às seguintes classes: Classe I – Alto Potencial (uso do solo incompatível para ocupação urbana e rural); Classe II – Moderado Potencial (uso do solo compatível para ocupação urbana e rural, mas com aplicação de procedimentos preventivos de controle de erosão) e Classe III – Baixo Potencial (uso do solo compatível para ocupação urbana e rural, sem necessidade de aplicação de procedimentos preventivos de controle de erosão).

Cabe ressaltar que esta carta de caráter interpretativo representa a situação atual de ocupação e uso do solo, podendo ocorrer alterações que dependem da expansão da zona urbana e de modificações do uso do solo que possam se processar ao longo dos anos.

4. ANÁLISE E AVALIAÇÃO DA ÁREA

A Carta de Potencial à Erosão Laminar (figura 2), cartografada na escala 1:10.000, obtida na última etapa da aplicação metodológica, pela sobreposição das informações contidas na Carta de Suscetibilidade à Erosão Laminar e o Mapa de Uso e Ocupação da Área elaborado por Aguiar (1989), apresentou áreas cartografadas com duas classes de potencial:

a) Classe II (Moderado Potencial) – esta classe caracteriza-se por apresentar o uso do solo compatível, mas com aplicação de procedimentos preventivos de controle de erosão. Nesta classe ocorrem: o

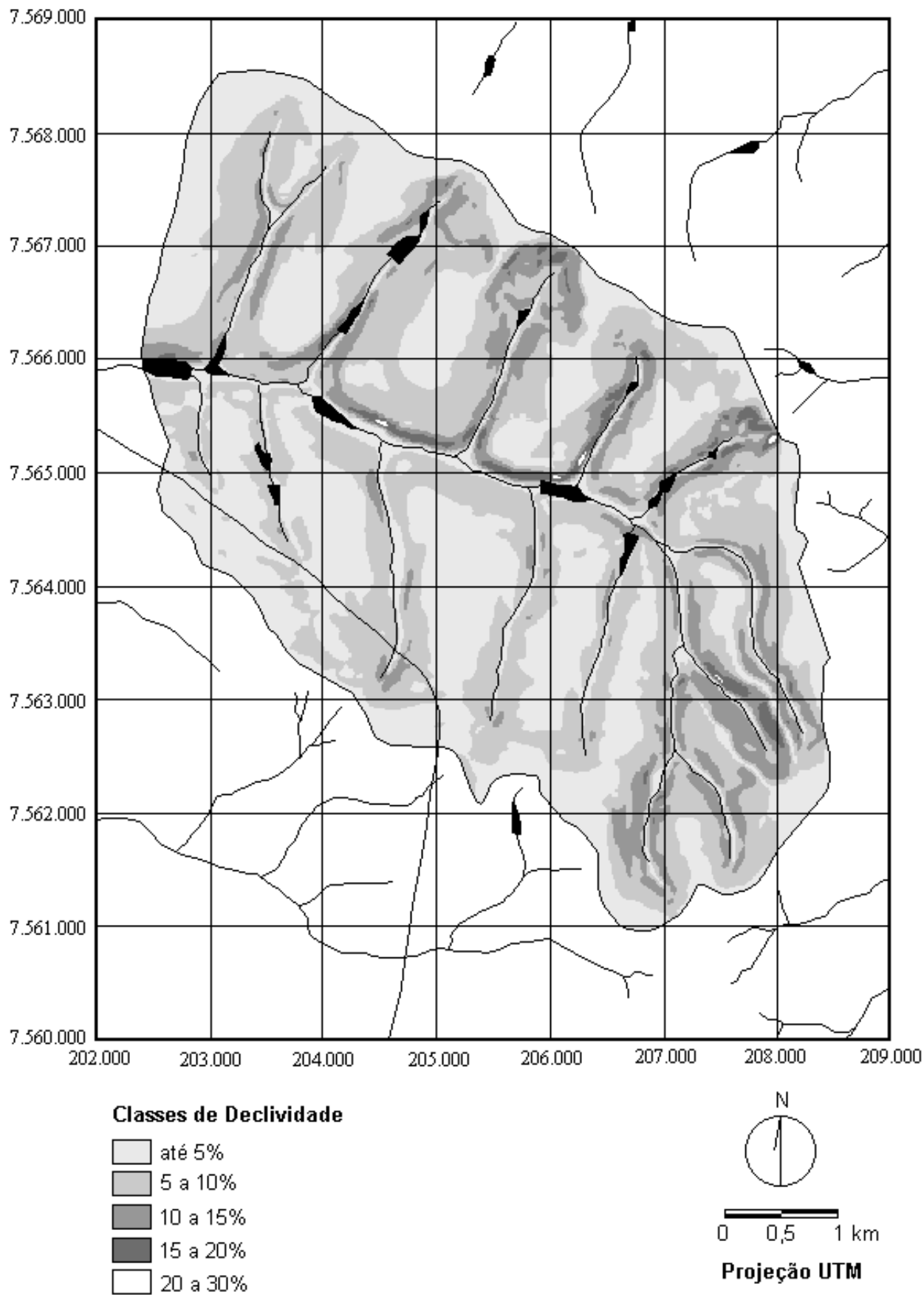


Figura 1. Carta de classes de declive da área de estudo.

b) LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO eutrófico textura média, distribuído em declividades superiores a 12%, permeabilidade entre média a alta, alto comprimento de rampa, com núcleos residenciais sem pavimentação ou parcialmente pavimentados, sem sistema de drenagem superficial e o LATOSSOLO ESCURO aluminoférricos textura argilosa, distribuído em declividades superiores a 20%, permeabilidade entre média a baixa e médio comprimento de rampa. Esta classe ocupa aproximadamente 12km², equivalendo a 47% do espaço total cartografado.

b) Classe III (Baixo Potencial) – engloba áreas onde o uso do solo é compatível, sem necessitar da aplicação de procedimentos preventivos de controle da erosão. Esta classe é representada por: LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO eutrófico textura média, distribuído em declividades inferiores a 12%, permeabilidade entre média a alta e pequeno comprimento de rampa e pelo LATOSSOLO ESCURO Aluminoférrico textura argilosa, distribuído nas classes de declive inferiores a 20%, permeabilidade média a baixa, baixo a média comprimento de rampa e GLEISSOLOS indiscriminados distribuídos ao longo das várzeas dos cursos d'água. Representa a classe com maior distribuição espacial e porcentual da área, sendo respectivamente 15km² e 53%.

Cabe ressaltar que a região em estudo dessa bacia hidrográfica não apresenta áreas com Alto Potencial à erosão laminar, tendo em vista principalmente a não ocorrência de classes de solos com textura arenosa e/ou pouca profundidade (Solos Litólicos).

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A determinação das classes de potencial à erosão laminar da parte superior da bacia hidrográfica do Córrego do Monjolinho visou, levando-se em conta as particularidades do meio físico, contribuir para o estabelecimento de diretrizes para o planejamento urbano (zoneamento das áreas de restrição à ocupação, expansão urbana e de servidão) dessa parte da cidade de São Carlos.

Através da análise dos resultados obtidos, observou-se que a área dessa bacia, cartografada na escala 1:10.000, não apresenta áreas com alto potencial à erosão laminar. Existe uma predominância das áreas de baixo potencial (53% da área total), o que pode ser explicado pelo grande espaço ocupado por pastagens, as quais mantêm a cobertura vegetal. As áreas com potencial moderado (47% da área total) requerem que sejam adotadas medidas preventivas para se evitar o aparecimento e o desenvolvimento de processos erosivos mais sérios (ravinas e boçorocas).

Essas medidas preventivas podem ser adotadas quanto: a) implantação de novos loteamentos: proteção vegetal nas áreas expostas dos lotes (plantio de espécies associado às obras de terraplanagem); sistema de drenagem superficial (implantação de estruturas de controle em vales receptores e estruturas permanentes); sistema viário (greide das ruas com declividade transversal maior do que a longitudinal, capeamento com solo superficial mais argiloso do que o solo em exposição, estabilização do solo granulometricamente e execução de leiras transversais às ruas), cronograma adequado de execução de obras (serviços de terraplanagem executados em período de estação seca ou conclusão das obras em um determinado setor para depois iniciar-se o mesmo serviço em outro setor); b) práticas agrícolas: adoção de práticas conservacionistas de caráter vegetativo, edáfico e mecânico.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, R.L. 1989. Mapeamento geotécnico da área de expansão urbana de São Carlos, SP.: contribuição ao planejamento. São Carlos. USP-Campus de São Carlos. 2v, 127p.+ 14 mapas (Dissertação de Mestrado).
- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional da Produção Mineral. 1979. Projeto Sapucaí, estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais; relatório final de Geologia. Por: Quirino Kaefer e outros. Brasília, DNPM/CPRM, Superintendência Regional de São Paulo. 299p.il., 4 map.color. 110cm (Série: Geologia, 4. Seção: Geologia Básica, 2).
- LORANDI, R. 1985. Caracterização dos solos das áreas urbana e suburbana de São Carlos (SP) e suas aplicações. Piracicaba. USP-Campus de Piracicaba. 181p (Tese de Doutorado).
- LORANDI, R.; D.M. CASTRO & R. FERES. 1999. Carta Pedológica das Áreas Urbana e Suburbana de São Carlos (SP). Revista Brasileira de Cartografia, (51): 9-15.
- OLIVEIRA, A.M.S.; W.L. PONÇANO; F.X.T. SALOMÃO; P.L. DONZELI; G.A. ROCHA; M. VALÉRIO FILHO. 1987. Questões metodológicas em diagnósticos regionais de erosão: a experiência pioneira da Bacia do Peixe-Parapanema, SP. In: Simpósio Nacional de Controle de Erosão, 3, Marília, 1987. Anais... São Paulo: ABGE, p. 51-71.
- SÃO PAULO. Instituto Geográfico e Cartográfico. 1989. Plano Cartográfico do Estado de São Paulo. Folhas: SF-23-V-C-IV-3-SO-F e SF-23-V-C-IV-3-SE-E. Escala 1:10.000.
- SÃO PAULO. Instituto de Pesquisas Tecnológicas. 1992. Erosão e a Ocupação Rural e Urbana. In: 3º

Curso de Geologia de Engenharia Aplicada a Problemas Ambientais. São Paulo, SP, p.44-71.

SÃO PAULO. Universidade de São Paulo - Instituto de Pesquisas Tecnológicas – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo. 1997. Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo. Por: Jurandyr L.S. Ross e Isabel C. Moroz (Coords). São Paulo. 64p. + Map. Color. 1:500.000.

STANCATI,G.; J.B. NOGUEIRA & O. MONJE-VILAR. 1981. Ensaio de laboratório em Mecânica dos Solos. São Carlos. EESC/USP. 208p.(Apostila).

VASCONCELOS,C.H. & CRISCUOLO,C. 2000. Uso e Ocupação do Solo na Bacia do Rio do Monjolinho-São Carlos/SP. In: Fórum de Debates-Ecologia da Paisagem e Planejamento Ambiental, I, Rio Claro, 2000. Anais... Rio Claro: SBE, 6p. (CD-ROM).

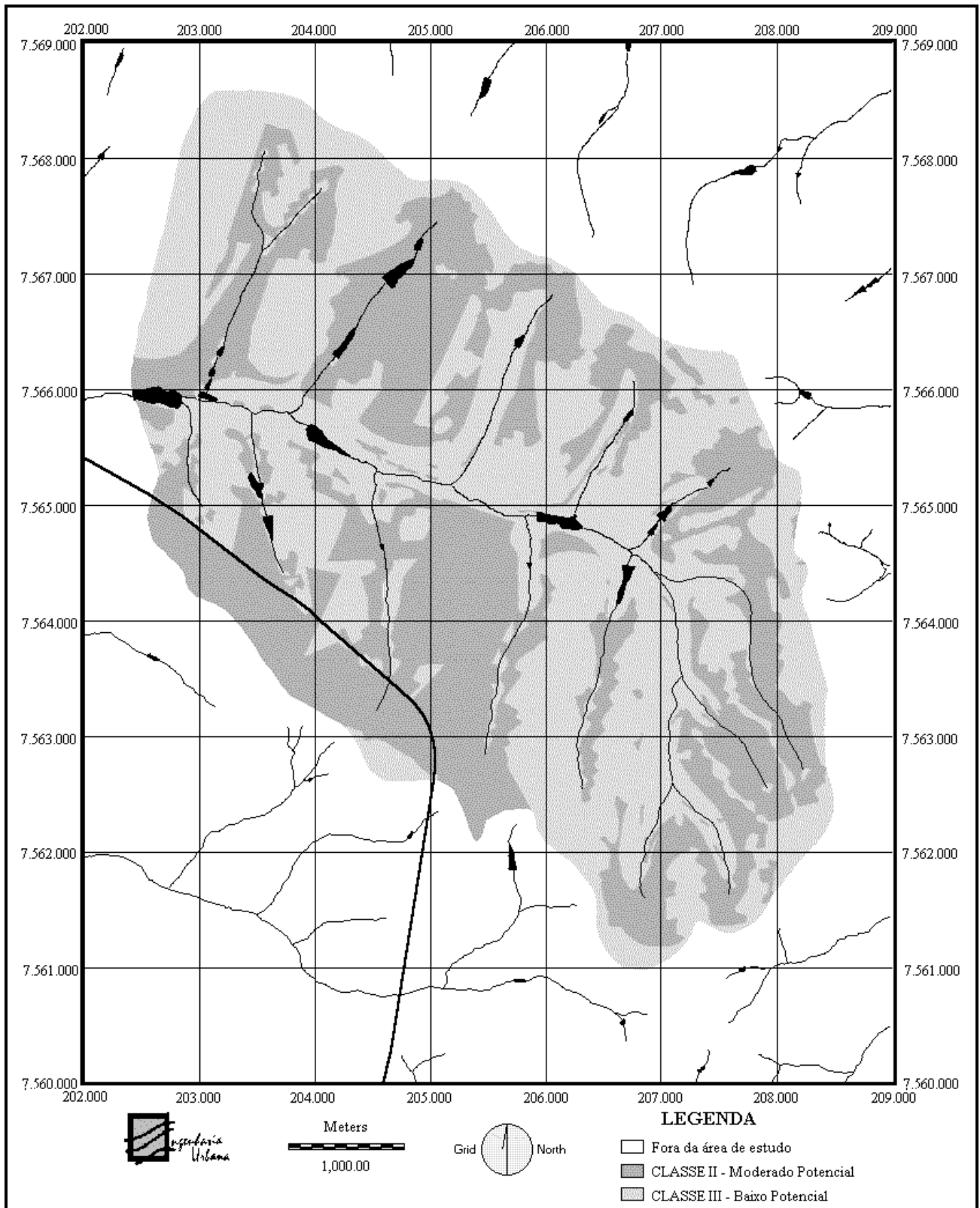


Figura 2. Carta de Potencial à Erosão Laminar da área de estudo