

## DADOS BÁSICOS PARA UM SIG APLICADO À GERÊNCIA DE VIAS RURAIS NÃO PAVIMENTADAS

VIVIANI, Eliane<sup>(1)</sup>; SILVA, Antônio Néelson Rodrigues<sup>(2)</sup> e SÓRIA, Manoel Henrique Alba<sup>(2)</sup>

(1) UNESP - UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA. Campus Universitário de Bauru.

Departamento de Engenharia Civil.

Av. Eng. Luiz Edmundo Carrijo Coube, s/n. Caixa Postal 473. 17033-360. Bauru - SP.

Fone: (0142) 30-2111 Ramal 195/187. Fax: (0142) 30-5070.

E-mail: eviviani@bruspsce.bitnet ou viviani@azul.bauru.unesp.br

(2) UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Escola de Engenharia de São Carlos. Departamento de Transportes.

Av. Dr. Carlos Botelho, 1465. Caixa Postal 359. 13.560-250. São Carlos - SP.

Fone (016) 274-9254. Fax (016) 274-9255. E-mail: anelson@labtrans.stt.eesc.sc.usp.br

### RESUMO

A falta de uma manutenção regular e preventiva nas estradas rurais não-pavimentadas no Brasil gera diversos problemas, como a dificuldade de circulação e conseqüente desperdício de recursos. Os Sistemas de Informações Geográficas, destinados ao tratamento de dados referenciados espacialmente, podem desempenhar importante papel na adoção de práticas de gerência para a conservação dessas vias. Este trabalho apresenta a etapa inicial de implantação de um sistema de gerência de vias não-pavimentadas, com o levantamento dos dados básicos e sua implementação em um SIG destinado às aplicações da Engenharia de Transportes. Foram digitalizadas informações como pedologia, relevo, malha viária e sistemas de coordenadas, as quais são apresentadas no trabalho, e introduzidos seus respectivos atributos. Com os dados básicos e os recursos do *software* será possível ressaltar, no banco de dados das vias, informações sobre as características que podem influenciar na intensidade e magnitude dos defeitos a serem encontrados nas estradas.

**Palavras chave:** Base de dados, SIGs, Vias não-pavimentadas.

### ABSTRACT

*Unpaved roads in Brazil receive neither frequent nor preventive maintenance actions, resulting in several problems, as the obstruction of circulation and inadequate use of the scarce resources available for maintenance. Geographic Information Systems can play an important role in the development and application of management strategies for maintaining these roads, because of their capability for dealing with both spatial and non-spatial data. The initial phase of a proposed management strategy for unpaved roads, comprehending basic data collection and storage in computer databases, is presented in this work. The databases are part of the package used, a Geographic Information System developed specifically for Transportation applications. Some graphic outputs displaying the basic data are presented in this paper, including soil classification (pedology), surface characteristics (topography), road network, and a reference grid with geographical and UTM coordinates. The databases also contain non-spatial attributes of the mentioned data. Using GIS tools it is possible to anticipate, through the combination of information stored on different layers, both location and severity of the problems likely to be found in unpaved roads.*

**Key words:** Databases, GIS-T, Unpaved Roads.

## 1. INTRODUÇÃO

A grande área territorial do Brasil é um dos fatores condicionantes à intensa atividade agropecuária existente, com significativa importância econômica e social ao País, sendo as estradas rurais o primeiro acesso ao escoamento dessa produção.

A rede rodoviária rural possui expressiva extensão e, em sua grande parte, é constituída por vias não-pavimentadas vinculadas à malha viária municipal.

Dados do FIBGE (1994) mostram que no estado de São Paulo, 170.000 Km (que representam 87% do total) são vias não-pavimentadas, que se contrapõem aos 25.000 Km de estradas pavimentadas.

Condições satisfatórias na infra-estrutura rodoviária rural são essenciais para a manutenção das atividades econômicas e sociais mas, por outro lado, para que os municípios mantenham as estradas não-pavimentadas em condições de trafegabilidade ao longo do ano, enfrentam, de uma forma geral, escassez de recursos financeiros e/ou humanos, além de uma estagnação técnica. A manutenção das vias quase sempre é conduzida de forma empírica e sem planejamento, com equipamentos e serviços inadequados à atividade a ser executada.

A falta de um direcionamento técnico e gerencial leva, muitas vezes, a atividades de conservação para a solução apenas de problemas emergenciais, não se tendo noção do desperdício de recursos nem das dificuldades de circulação impostas à região pela falta de uma manutenção regular e preventiva das estradas.

Os Sistemas de Informações Geográficas - SIGs, destinados ao tratamento de dados referenciados espacialmente e seus respectivos atributos, podem desempenhar importante papel no desenvolvimento de um sistema de práticas de gerência para a conservação das vias não-pavimentadas, sendo esta uma linha de pesquisa em desenvolvimento na Escola de Engenharia de São Carlos - USP (Viviani et al., 1994; Viviani et al., 1995b).

Este trabalho apresenta a etapa inicial de implantação de um sistema de gerência de vias não-pavimentadas, com o levantamento dos dados básicos e sua implementação em um *software* comercial para Sistemas de Informações Geográficas. A partir da digitalização de informações de pedologia e relevo, bem como da malha viária rural constante em mapas já existentes, foi construído o banco de dados básicos das rodovias não-pavimentadas do município de São Carlos - SP. Aliando-se os recursos do *software* ao banco de dados das vias é possível obter características como níveis de declividade e tipos de solo, os quais podem dar bons indicativos quanto à intensidade e magnitude dos defeitos a serem encontrados nessas estradas.

## 2. A UTILIZAÇÃO DO SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

Há alguns anos já se vem abordando as grandes vantagens dos SIGs e as inúmeras áreas de aplicação. O *software* para SIG utilizado neste trabalho é denominado comercialmente por TransCAD, desenvolvido especificamente para aplicações na área de Engenharia de Transportes.

Como em grande parte dos *softwares*, o manuseio deste não se fez de imediato, tendo sido necessário um período de aprendizado dos procedimentos necessários para a criação das bases de dados bem como para a utilização de parte de seus recursos. Além disso, foi também necessário estudar os procedimentos para a conversão de dados criados em AutoCAD para o TransCAD, através de uma interface entre esses *softwares*. Isto se justifica pela rápida "popularização" da tecnologia CAD, e portanto, com a disseminação dessa tecnologia, a perspectiva cada vez maior de se encontrar dados armazenados nesse formato, possibilitando a utilização do SIG de forma direta. Esta conversão envolve diversos procedimentos, que encontram-se descritos em Viviani et al. (1995a).

A necessidade de um sistema de referência espacial para a utilização do SIG levou a uma preocupação adicional: a existência de dois fusos diferentes no município de São Carlos. No sistema de coordenadas UTM (Universal Transversa de Mercator) os valores se referem ao meridiano central (MC). Como no município os valores correspondem a dois referenciais diferentes, que implica em valores de coordenadas não seqüenciais, para a utilização desse sistema referencial levou-se em conta a recomendação de Brunetti (1994) de se aceitar uma tolerância de até 30' para cada lado do fuso, convertendo-se os dados para um único fuso. No caso do município de São Carlos, como aproximadamente 10% da área resultam em uma ampliação da ordem de 5' para o fuso de MC 51°, todos os dados foram convertidos para o fuso de MC 45°. A utilização do sistema de coordenadas geográficas ocorreu sem problemas.

### 3. OBTENÇÃO DAS BASES DE DADOS BÁSICOS

Inicialmente, para a caracterização da área de estudo foi feito um levantamento dos principais dados do município, tais como localização geográfica, características físicas, dados climatológicos, demográficos e principais atividades de produção na zona rural.

A primeira base de dados criada no SIG foi para a digitalização do limite do município, a partir de cartas topográficas da Fundação IBGE, em uma base de dados de linha. Outra base de dados foi criada para a digitalização das estradas estaduais pavimentadas, a estrada de ferro e as estradas municipais pavimentadas que passam pelo município. Também foi criada uma base de dados de linha para as coordenadas UTM, sendo a entrada de dados feita através dos atributos, com os valores de latitude e longitude dos pontos. Para isso fez-se a conversão das coordenadas UTM para coordenadas geográficas, em milionésimos de graus. A Figura 01 ilustra o resultado da sobreposição destas camadas de dados, onde é possível observar também a mudança de fuso já mencionada.

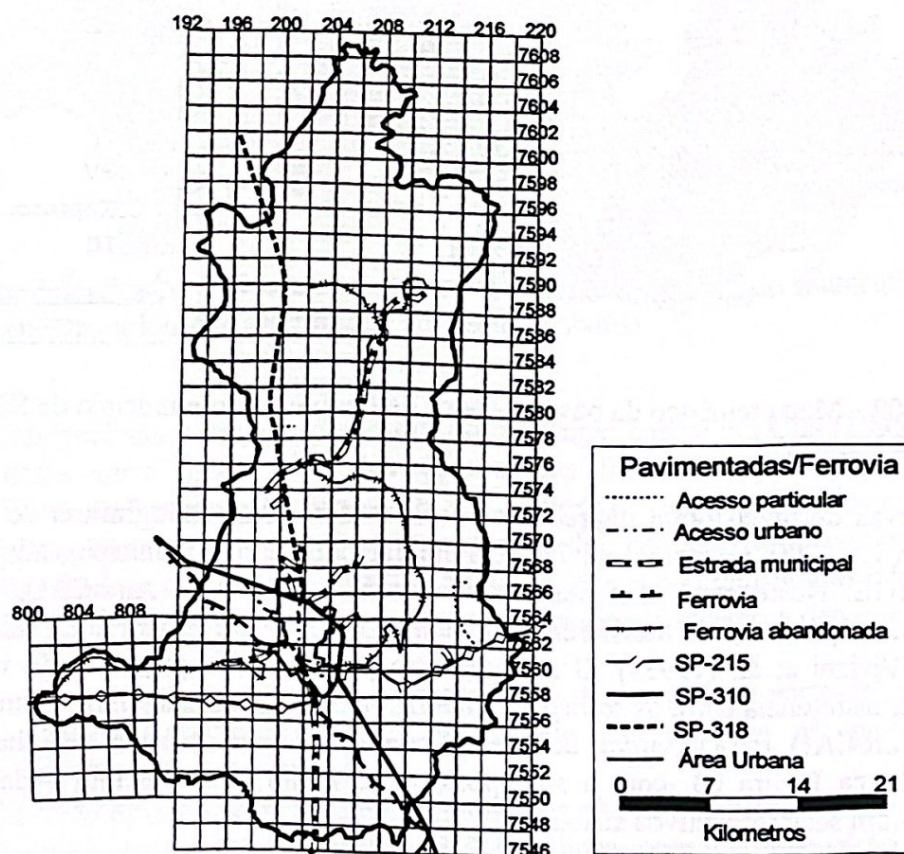


Figura 01 - Base de dados no SIG contendo o limite do município; ferrovia, estradas estaduais e municipais pavimentadas e a grade de coordenadas UTM, com seus atributos.

Quanto à pedologia, foram obtidas as cartas pedológicas do IAC (Instituto Agrônomo de Campinas), escala 1:100.000, num total de 3 cartas englobando o município. Os dados foram digitalizados em uma base de dados de área. Quanto aos atributos, foram considerados os grupos pedológicos principais, desconsiderando-se suas sub-divisões. O resultado está mostrado na Figura 02.

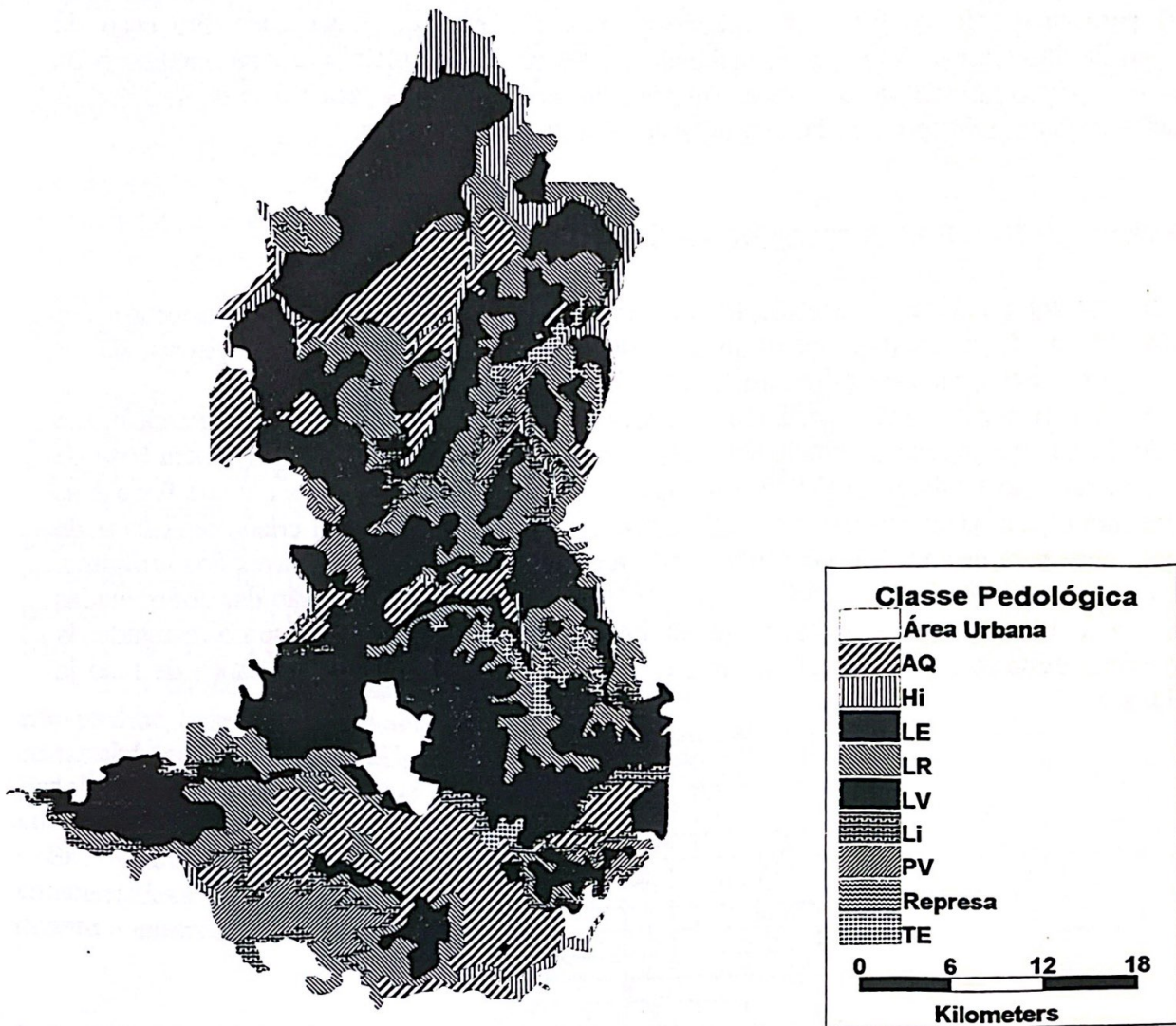


Figura 02 - Mapa temático da base de dados de Pedologia do município de São Carlos.

As curvas de nível foram digitalizadas a partir das cartas topográficas de 1971 (vão de 1965), escala 1:50.000, num total de 7 cartas abrangendo todo o município, adquiridas junto à Fundação IBGE. Neste caso, a digitalização ocorreu no *software* AutoCAD, procedendo-se posteriormente o processo de transferência de dados entre os *softwares* AutoCAD e TransCAD, descrito em Viviani et al. (1995a). O motivo deste procedimento foi, além do treinamento do processo de transferência entre os *softwares*, enfatizar a possibilidade de aproveitamento de dados criados em AutoCAD. Para as curvas de nível foi criada uma base de dados de linha, e o resultado está mostrado na Figura 03, com a sobreposição do limite do município e das coordenadas geográficas, com seus respectivos atributos.

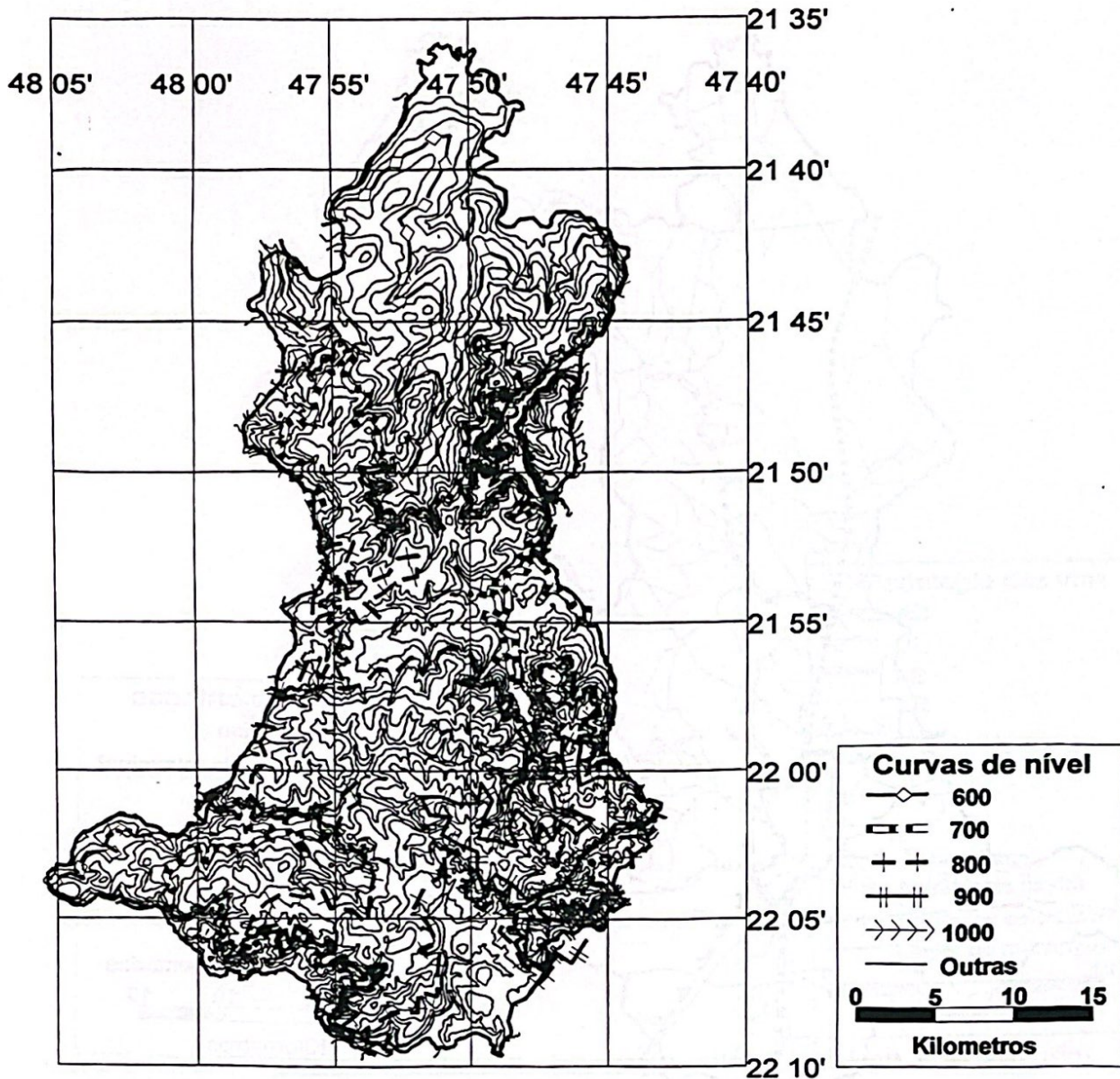


Figura 03 - Base de dados no SIG contendo as curvas de nível, o limite do município e a grade de coordenadas geográficas, com seus atributos.

O levantamento preliminar das estradas rurais do município consta em Oda (1995). Para a elaboração final desta carta foram utilizados dois mapas fornecidos pela Assessoria de Planejamento (ASPLA) da Prefeitura Municipal de São Carlos (PMSC), produzidos em épocas diferentes. Deve-se ressaltar aqui, no entanto, a precariedade das informações disponíveis para a elaboração dessa base de dados, como a desatualização dos mapas, a contradição das informações constantes em mapas diferentes e a falta de um cadastro incluindo até mesmo a denominação das vias.

Atualmente vem sendo desenvolvido um levantamento de campo, em parte do município, para atualização, cadastramento e verificação do traçado das estradas não-pavimentadas existentes.

Na Figura 04 estão apresentadas as estradas municipais não-pavimentadas que constam do levantamento preliminar, geradas em uma base de dados de linha, com a sobreposição do limite do município e das estradas estaduais pavimentadas.

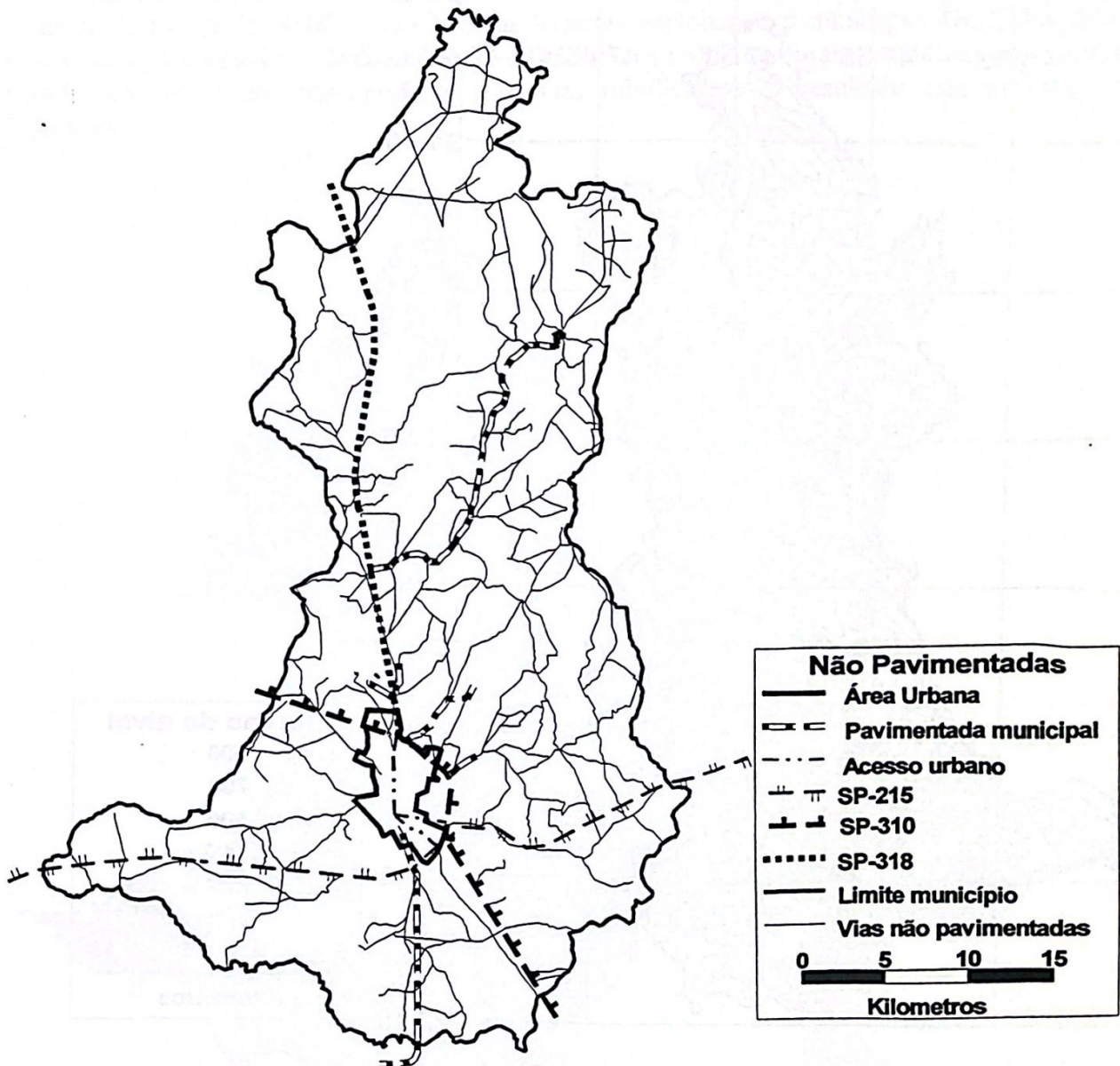


Figura 04 - Base de dados no SIG contendo estradas não-pavimentadas (adaptação de Oda, 1995), limite do município e estradas estaduais pavimentadas.

Com os dados básicos disponíveis em bases de dados (graficamente e com os atributos) e utilizando-se de recursos do SIG é possível obter a intersecção de condições, como por exemplo, os níveis de declividade e os tipos de solo, nos vários trechos das vias.

Na Figura 05 está ilustrado o resultado da intersecção entre a base de dados de pedologia e a de vias rurais não-pavimentadas, onde são apresentados, trecho a trecho, os diferentes tipos de solo. Na intersecção foi gerada uma base de dados com a pedologia de cada uma das estradas rurais. Nesta figura apresenta-se também a sobreposição com o limite do município e com as estradas pavimentadas.

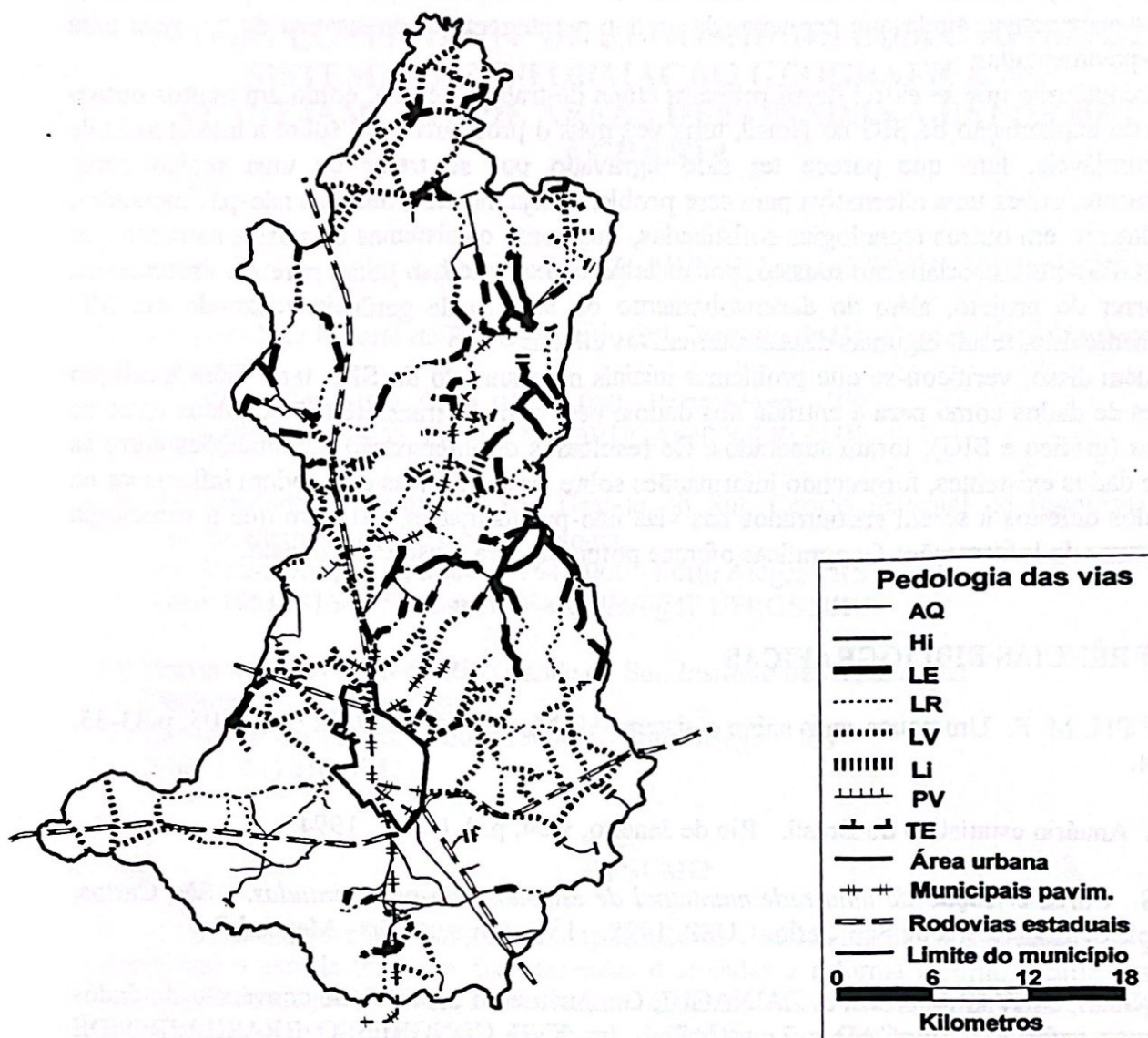


Figura 05 - Base de dados resultante da intersecção entre a pedologia e as vias não-pavimentadas, com sobreposição do limite do município e estradas pavimentadas.

#### 4. CONCLUSÕES

O que se conseguiu construir até agora, desde que esse projeto de elaboração de um sistema de gerência para vias não-pavimentadas teve início, está, de certa forma, resumido nesse trabalho. Resumir um trabalho de mais de dois anos, realizado por um grupo de profissionais, em apenas algumas páginas ou alguns poucos mapas parece realmente desanimador. Esse é, no entanto, o melhor retrato que se pode ter da urgência da elaboração de sistemas dessa natureza. O fato de se estar introduzindo no processo uma tecnologia de vanguarda, como é o SIG, não reduziu em nada as dificuldades, ao contrário, o que se tem verificado é que estas aumentaram, pois foi criado um problema a mais: como treinar a mão-de-obra que lida com a manutenção de vias rurais nas prefeituras de pequeno e médio porte, a trabalhar, direta ou indiretamente, com algo tão sofisticado, quando mesmo algumas atividades "tradicionais" ainda enfrentam resistências de todo tipo.

O que se têm de concreto após a conclusão da fase de aquisição de dados básicos são mapas pouco confiáveis em termos de localização das estradas não-pavimentadas, mas aos quais,

graças ao SIG, já é possível associar informações de relevo e pedologia. Só essa possibilidade já abre uma perspectiva, ainda que pequena, da efetiva montagem de um sistema de gerência para vias não-pavimentadas.

A conclusão que se extrai dessa primeira etapa de trabalho é que, como em muitos outros projetos de implantação de SIG no Brasil, uma vez mais o problema recai sobre a inexistência de dados confiáveis, fato que parece ter sido agravado por se tratar de uma região rural. Curiosamente, talvez uma alternativa para esse problema seja, no caso das vias não-pavimentadas, o investimento em outras tecnologias sofisticadas, tais como os sistemas de posicionamento por satélite (GPS) e o sensoriamento remoto, por mais paradoxal que isso possa parecer. Pretende-se, no decorrer do projeto, além do desenvolvimento do sistema de gerência utilizando um SIG propriamente dito, testar algumas dessas alternativas citadas.

Além disso, verificou-se que problemas iniciais no manuseio do SIG, tanto para a criação das bases de dados como para a entrada dos dados, bem como a transferência de dados entre os *softwares* (gráfico e SIG), foram superados. Os resultados da intersecção de condições entre as bases de dados existentes, fornecendo informações sobre características que podem influenciar na análise dos defeitos a serem encontrados nas vias não-pavimentadas, mostram que a tecnologia dos Sistemas de Informações Geográficas oferece potencial para o estudo proposto.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRUNETTI, M. F. Um pouco mais sobre o sistema UTM. Revista *FATOR GIS*, n.05, p.33-35, 1994.

FIBGE. Anuário estatístico do Brasil. Rio de Janeiro, v.54, p. 1.1-8.32, 1994.

ODA, S. *Caracterização de uma rede municipal de estradas não-pavimentadas*. São Carlos, Escola de Engenharia de São Carlos - USP, 1995. 1V. (Dissertação - Mestrado).

VIVIANI, E.; SILVA, A. N. R.; & ZAINAGHI, G. Análise do processo de conversão de dados entre os *softwares* AutoCAD e TransCAD. In: XVII CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA, Salvador, 1995. *Anais...* p. 1228-1235, 1995 (a).

VIVIANI, E. & SÓRIA, M. H. A. Aplicação de um SIG no desenvolvimento de um sistema de gerência de vias não-pavimentadas. In: IX ANPET - CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES, São Carlos, 1995. *Anais...* v.03, p. 1148-1153, 1995 (b).

VIVIANI, E.; SÓRIA, M. H. A.; & SILVA, A. N. R. Gerenciamento de vias não pavimentadas e a utilização de Sistemas de Informação Geográfica. In: 1º CONGRESSO BRASILEIRO DE CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO, Florianópolis, 1994. Tomo II, *Anais...* p. 118-126, 1994.