

A TECNOLOGIA SIG NA ANÁLISE DE ESTRADAS RURAIS NÃO-PAVIMENTADAS

Eliane Viviane ¹

VIVIANE, E., A Tecnologia Sig na Análise de Estradas Rurais Não-Pavimentadas. Revista Educação Gráfica, Bauru, v.3, n.3, p.121-128, 1999.

ABSTRACT

This paper describes a study carried out in the rural area of the city of São Carlos. It is an application of a Geographic Information System to support maintenance activities for unpaved roads. First of all, the GIS technology is used to build thematic maps based on primary information, such as relief contour lines, soil characteristics, the location of unpaved roads, and the legal boundaries of the municipality. The classification and evaluation of the unpaved roads is based on a method developed by the United States Army. The query module of GIS makes easy to identify critical points in the roads, while its overlay capability allows the identification of the soil characteristics of any point along the roads. The relief contour lines are used to generate a Digital Elevation Model (DEM).

RESUMO

Este trabalho descreve um estudo realizado nas estradas rurais não-pavimentadas do município de São Carlos -

¹ Profª. Assist. Drª. - UNESP - Universidade Estadual Paulista - Departamento de Engenharia Civil.
Av. Eng. Luiz Edmundo Carrijo Coube, s/n, 17033-360 - Bauru - viviani@bauru.unesp.br

SP, fazendo-se uso da tecnologia dos Sistemas de Informações Geográficas, como suporte às atividades de manutenção das vias. Inicialmente foi realizado um levantamento dos dados básicos do município como curvas de nível, pedologia, localização das estradas não-pavimentadas, limites do município e da área urbana. Para a avaliação e classificação das estradas não-pavimentadas utilizou-se o método desenvolvido pelo *United States Army*, a partir de um levantamento de campo. O módulo de consulta condicionada disponível no SIG permitiu facilmente a identificação dos pontos mais críticos, enquanto que através do módulo de interseção obteve-se a pedologia de cada trecho de estrada. Com a base de dados de curvas de nível elaborou-se o modelo digital do terreno.

Key Words: Geographic Information Systems; unpaved roads; surface evaluation.

Palavras-chave: Sistemas de Informações Geográficas; estradas não-pavimentadas; avaliação da superfície.

INTRODUÇÃO

As estradas rurais não-pavimentadas estão inseridas em um contexto de grande importância. Além de sua significativa extensão frente à rede viária (aproximadamente 91% do total da rede viária nacional são vias não-pavimentadas), desempenham um importante papel sócio-econômico, uma vez que se constituem no primeiro caminho percorrido pela produção agropecuária até as rodovias, bem como no único acesso das comunidades das zonas rurais na busca por serviços essenciais, nos centros urbanos.

Condições satisfatórias da infraestrutura rodoviária rural são essenciais para a manutenção das atividades econômicas e sociais de uma região, sendo necessário, para a constante conservação dessa malha viária, a adoção de uma postura gerencial adequada.

Os serviços de conservação devem ser conduzidos de forma planejada, realizando-se atividades que não sejam apenas de caráter *curativo* (ou emergencial), permitindo oferecer condições de tráfego em todo o segmento da estrada, especialmente nos pontos mais críticos, durante todo o ano.

Os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs), com seu potencial de combinar informações gráficas (referenciadas espacialmente) e alfanuméricas (atributos), fornecem ferramental para diversas análises, podendo-se citar seu grande potencial de mapeamento temático (utilizando cores ou símbolos distintos), de interseção entre diferentes dados e de consulta condicionada, através de um dos seus procedimentos mais importantes, que é a ligação entre a base de dados de atributos ao mapa computadorizado, onde se utiliza um sistema de coordenadas para a definição da sua geografia.

Neste estudo procurou-se utilizar a tecnologia e as ferramentas de um SIG na análise das condições das estradas rurais não-pavimentadas. Realizou-se um levantamento de campo, utilizando-se o método desenvolvido pelo *United States Army Corps of Engineers* (Corpo de Engenheiros do Exército dos Estados Unidos) para a avaliação dos defeitos e a classificação dos trechos. Com o levantamento dos dados básicos do município de São Carlos – SP e a introdução dessas informações no SIG, foi possível obter vários mapas temáticos, os quais podem vir a ser a base para um futuro sistema de gerência de vias não-pavimentadas.

Dados Básicos Digitais e Levantamento de Campo

O presente estudo foi desenvolvido no município de São Carlos, situado próximo à região central do Estado de São Paulo, localizado entre os paralelos 21° 35' 55" e 22° 09' 42" sul e meridianos 47° 42' 56" e 48° 05' 27" oeste, fazendo limite com outros 11 municípios, conforme mostra a Figura 1. O município possui uma área total de 1.132 km², sendo a área rural correspondente a 937

km². Quanto à extensão e localização das estradas rurais do município, as informações disponíveis são precárias e desencontradas. Os mapas existentes, em geral, são incompletos e desatualizados, quando não, estão sem escala e sem sistema referencial de coordenadas, e não raro encontram-se contradições nas informações. Não há nem ao menos um cadastro que registre a denominação das estradas rurais não-pavimentadas do município.

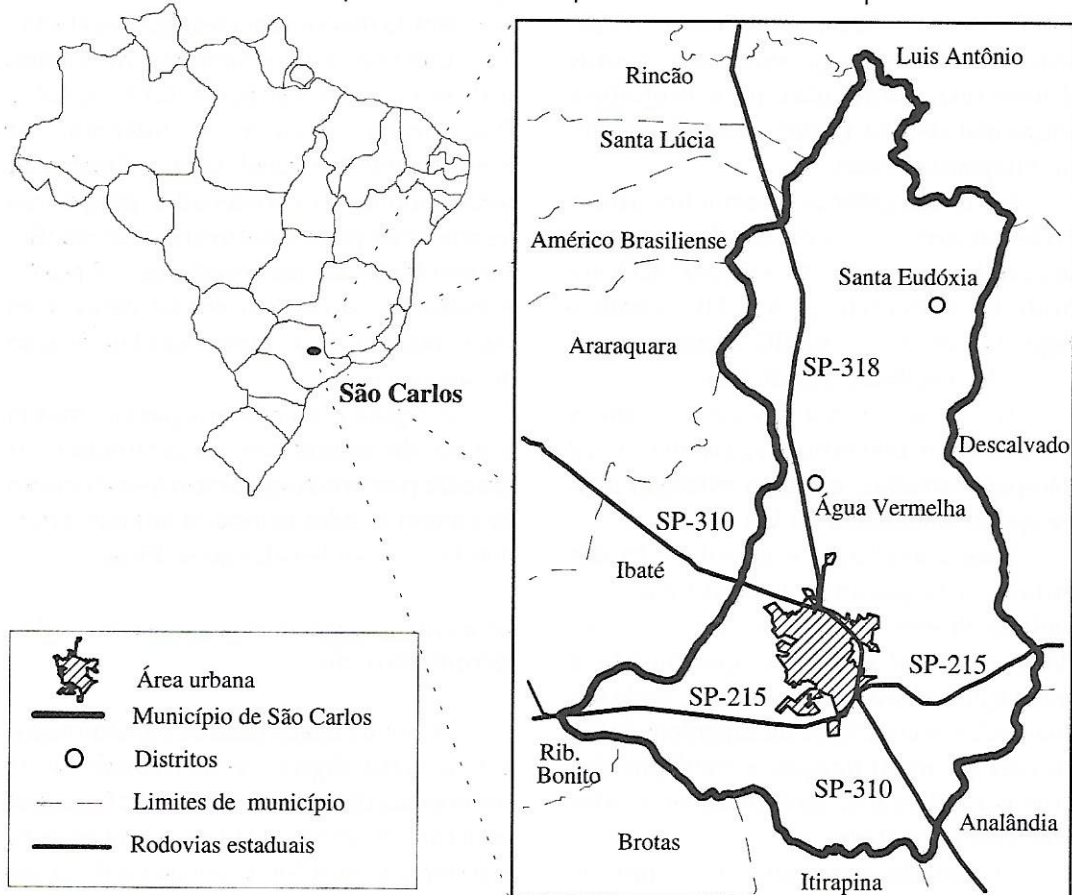


Figura 1 – Localização do município de São Carlos e municípios limítrofes (Viviani et al., 1994).

Para o levantamento de campo limitou-se a área da pesquisa à região denominada no município como “cinturão verde”.

Esta área concentra significativas atividades da zona rural do município,

contém estradas que atravessam expressiva diversidade de tipos de solo (em relação à pedologia), além de conter estradas que apresentam volume de tráfego diversificado.

Os dados básicos referentes ao município de São Carlos, como limite do município e da área urbana, grade de coordenadas geográficas e UTM, estradas pavimentadas e curvas de nível foram obtidas a partir de 7 cartas produzidas pelo IBGE, na escala 1:50.000, enquanto que a pedologia da região foi obtida através de 3 cartas produzidas pelo Instituto Agronômico de Campinas, na escala 1:100.000. Para a criação da base de dados referente às estradas rurais não-pavimentadas foram utilizados dois mapas (produzidos em épocas diferentes), fornecidos pela Prefeitura Municipal de São Carlos, além do auxílio de fotografias aéreas.

Os dados gráficos foram introduzidos no SIG através do processo de digitalização, utilizando-se tanto o *software* AutoCAD (com posterior conversão para o SIG) como a digitalização direta no SIG (neste caso foi utilizado o *software* TransCAD).

No levantamento das características das vias foram percorridas 12 estradas rurais não-pavimentadas, em uma extensão total de aproximadamente 80 km.

Para a avaliação e classificação das estradas não-pavimentadas utilizou-se o método desenvolvido pelo *United States Army Corps of Engineers*, que propõe a realização de inspeções de campo, onde são analisadas as condições da superfície da via através da identificação e medição dos principais defeitos, atribuindo-se a estes níveis de severidade.

O método considera sete tipos de defeitos (seção transversal inadequada, drenagem lateral inadequada, corrugações, pó, buracos, trilhas de roda e segregação de agregados) e três níveis de severidade (alta, média e baixa).

Em cada ponto investigado verifica-se a densidade de cada defeito, atribuindo-se um nível de severidade.

Com esses dados, e utilizando-se de gráficos específicos, o segmento da via é classificado através do índice URCI (*Unsurfaced Road Condition Index* – índice da condição da via não-pavimentada), que é um indicador numérico que varia de 0 a 100 e indica a integridade da via e a condição operacional de sua superfície.

O procedimento para o cálculo do URCI é relativamente extenso e não será apresentado neste trabalho, podendo-se encontrá-lo descrito em *Headquartes* (1995).

Durante o levantamento de campo utilizou-se um receptor GPS (*Global Positioning System* – Sistema de Posicionamento Global) com o objetivo de serem obtidas as coordenadas geográficas de diferentes pontos dos trechos percorridos. Foram obtidas as coordenadas de 127 pontos e avaliados os defeitos em 62 deles (com estes, obtendo-se a respectiva classificação do segmento).

A Figura 2, na próxima página, mostra a área do município inspecionada, as estradas percorridas durante o levantamento de campo e todos os pontos em que foram obtidas as coordenadas geográficas.

Análises conduzidas através das ferramentas do SIG

Com os dados básicos transformados em formato digital, e utilizando-se as ferramentas disponíveis no SIG, foi possível realizar algumas análises, combinando diferentes condições e visualizando-se os resultados através de mapas temáticos.

Na Figura 3, por exemplo, tem-se o resultado da interseção da base de dados de pedologia com a de estradas rurais não-pavimentadas, onde observa-se facilmente o tipo de solo em cada trecho das estradas de terra.

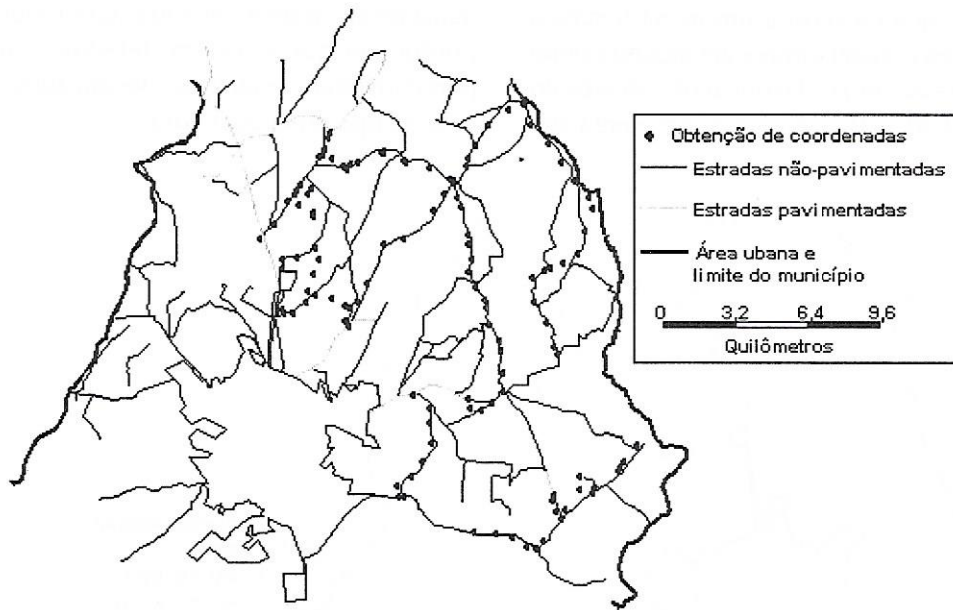


Figura 2 – Pontos com obtenção das coordenadas geográficas através do receptor GPS.

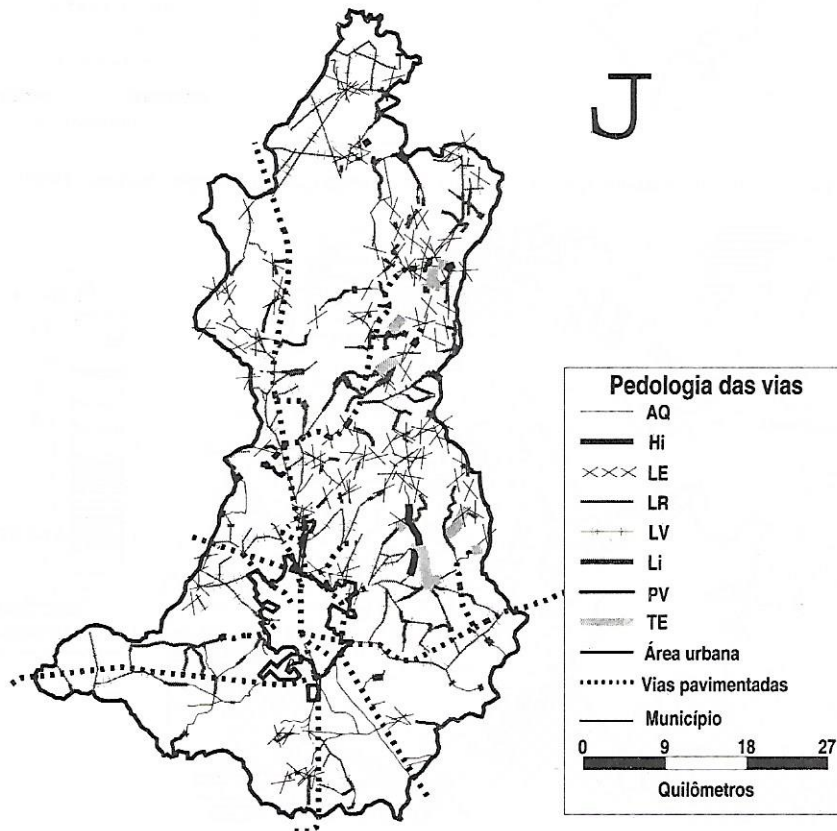


Figura 3 – Resultado da interseção entre os tipos de solo e as estradas rurais não-pavimentadas do município de São Carlos (Viviani, 1998).

A Figura 4 mostra um mapa temático com todos os pontos inspecionados no campo e suas respectivas classificações através do índice URCI. Já a Figura 5 apresenta um

mapa temático onde são mostrados todos os pontos em que ocorrem defeitos (e que portanto foram avaliados), localizados em solo do tipo areia quartzosa.

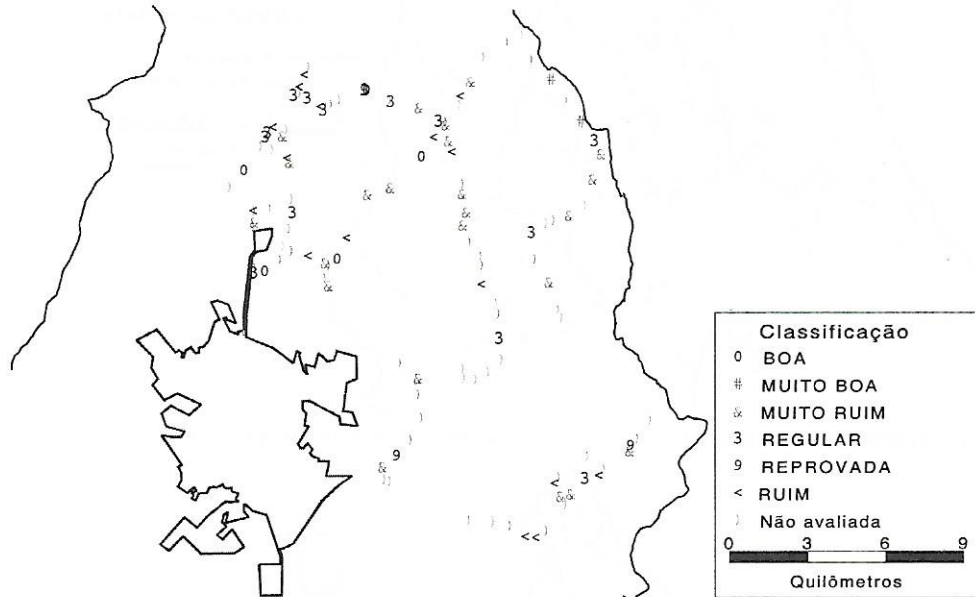


Figura 4 – Mapa temático da classificação dos pontos de investigação de campo (Viviani, 1998).

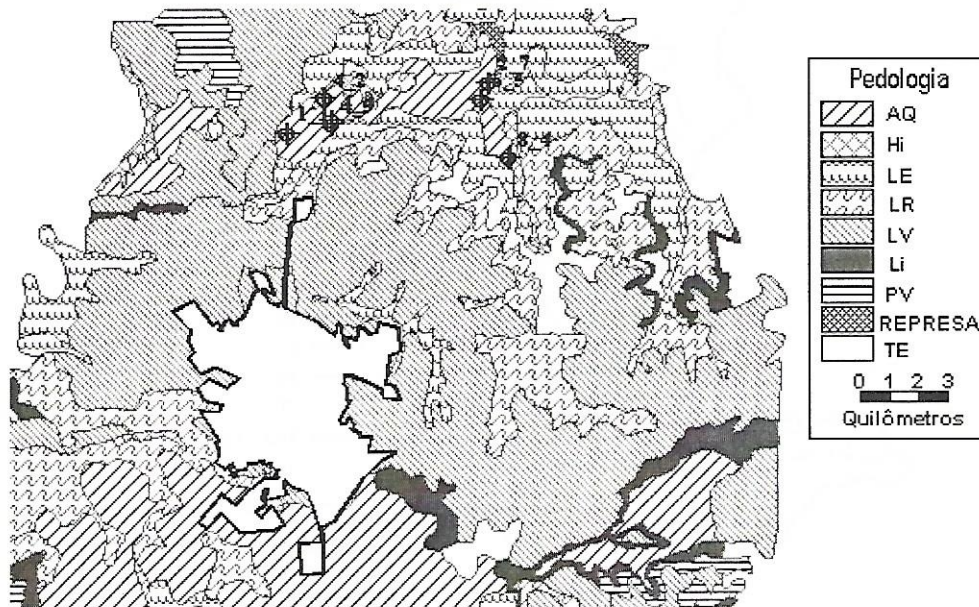


Figura 5 – Mapa temático com todos os pontos em que ocorrem defeitos em locais com solo do tipo areia quartzosa (AQ).

Outro recurso do SIG explorado para as diferentes análises foi o módulo de consulta condicionada. Trata-se de uma ferramenta bastante útil, que consiste em proporcionar respostas com base em perguntas inseridas no programa, pelo usuário, a partir da consulta aos registros gráficos ou aos atributos dos dados constantes nas bases de dados criadas.

Na Figura 6, por exemplo, tem-se um mapa temático que identifica os piores trechos a partir do módulo de consulta condicionada, onde são vistos os pontos com URCI < 40 (classificação RUIM, MUITO RUIM ou REPROVADA). Neste caso, pode-se observar na figura que dos 62 pontos inspecionados, 43 requerem trabalhos imediatos de conservação.

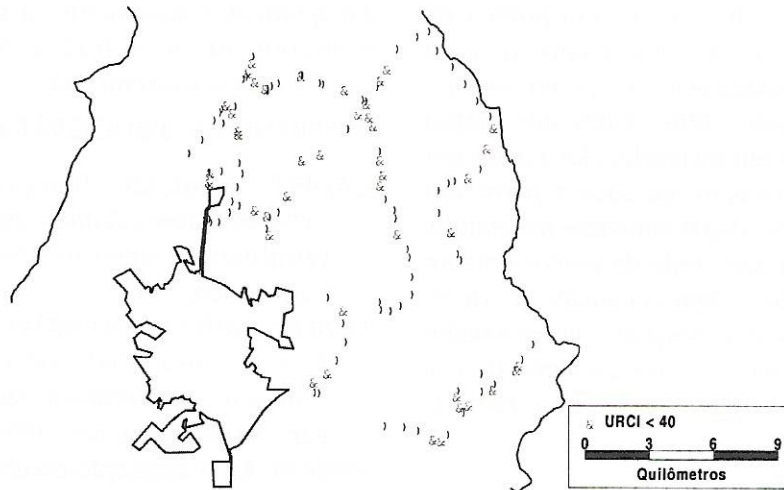


Figura 6 – Mapa temático com pontos inspecionados no campo com URCI < 40.

Já na Figura 7 tem-se um mapa temático mostrando, ao mesmo tempo, os diferentes tipos de solo considerados e os

pontos mais críticos encontrados (pontos classificados como *muito ruins* ou *reprovados*).

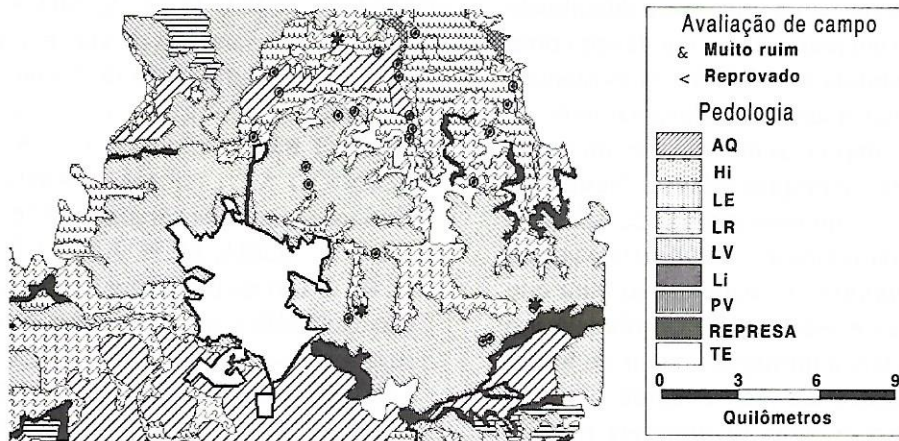


Fig7:Mapa temático com os pontos classificados como muito ruins ou reprovados e os respectivos tipos de solo.

Ainda, com a utilização de um módulo específico disponível no SIG pode ser criado também um modelo digital do terreno, a partir da base de dados de curvas de nível. Tal processo inicia-se a partir de uma rede irregular de pontos de altitude conhecida, os quais, interpolados, produzem uma estrutura TIN – (*Triangulated Irregular Network* – rede irregular triangulada). Estas estruturas baseiam-se em elementos triangulares com vértices em pontos de elevação conhecida, onde assume-se que a superfície formada pelos três pontos seja um plano (*Caliper*, 1996). Diferentes mapas temáticos podem ser produzidos a partir dos dados de elevação, gerados a partir das estruturas TIN. Mapas temáticos mostrando, por exemplo, uma rede de pontos cotados distantes entre si aproximadamente 10 m, com a sobreposição dos pontos inspecionados no campo ou mostrando os gradientes da área estudada podem ser vistos em *Viviani et al.* (1998).

CONCLUSÕES

Na implantação do SIG diversas dificuldades foram enfrentadas, as quais não podem deixar de ser consideradas nem citadas. Como principais, tem-se a precariedade das informações existentes (especialmente dados gráficos), a dificuldade tanto de se encontrar dados confiáveis como na disponibilidade de dados já existentes, os problemas referentes ao levantamento de dados no campo e as dificuldades inerentes ao manuseio do próprio *software*. Neste caso específico, o aprimoramento do *software* utilizado, da versão 2.1 - *DOS* para a versão 3.0 *for windows*, foi significativo para que se alcançasse esse estágio de obtenção e manuseio das informações, além de tornar sua utilização mais fácil e rápida.

As ferramentas disponíveis no SIG utilizado permitiram a obtenção de diversos

mapas temáticos, resultantes especialmente da sobreposição, da interseção e da consulta condicionada das bases de dados criadas. Esses mapas, produzidos de forma simples e rápida, são uma forma eficiente de apresentar as informações disponíveis, podendo auxiliar em muito os processos de tomadas de decisão. Além disso, mostram que a perspectiva de se introduzir a tecnologia dos Sistemas de Informações Geográficas como auxílio à gerência de manutenção de estradas rurais não-pavimentadas é promissora.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CALIPER. TransCAD – Transportation GIS software – User’s Guide – Version 3.0 for Windows. Newton, MA, Caliper Corporation, 1996.
- HEADQUARTERS – DEPARTMENT OF THE ARMY. Unsurfaced road maintenance management. Technical Manual TM 5-626. Washington, Jan., 1995.
- VIVIANI, E. *A utilização de um Sistema de Informação Geográfica como auxílio à gerência de manutenção de estradas rurais não-pavimentadas*. São Carlos. 292p. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 1998.
- VIVIANI, E.; SÓRIA, M. H. A.; SILVA, A. N. R. Gerenciamento de vias não-pavimentadas e a utilização de Sistemas de Informação Geográfica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO, 1º, Florianópolis, 1994, *Anais...* p.118-126.
- VIVIANI, E.; SÓRIA, M. H. A.; SILVA, A. N. R. O uso de um Sistema de Informação Geográfica na análise das estradas rurais não-pavimentadas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA GEOTÉCNICA, 3º, *Anais* Florianópolis, 1998.