

Pluris 2006

Anais do

**2º CONGRESSO
LUSO BRASILEIRO PARA O
PLANEAMENTO
URBANO
REGIONAL
INTEGRADO E
SUSTENTÁVEL**

**27 a 29 de
Setembro de 2006
Braga, Portugal**

**José Fernando Gomes Mendes
Rui António Rodrigues Ramos
António Nélson Rodrigues da Silva
Léa Cristina Lucas de Souza
(Editores)**

ISBN 85-85205-67-9



9 788585 205676

An aerial photograph of a city, likely Braga, Portugal, showing a dense urban layout with buildings, roads, and green spaces. The word 'pluris' is written in large, bright green lowercase letters across the middle of the image. The year '2006' is written in large, red uppercase letters in the top right corner.

pluris 2006

**PLURIS 2006, 2º Congresso Luso-Brasileiro para o
Planeamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável**

PROGRAMA

Universidade do Minho, em Braga, Portugal

27, 28 e 29 de Setembro de 2006

ESTRUTURA DO PROGRAMA

Dia 27, 4ª Feira

8:30 às 9:30	Recepção dos Participantes e Entrega de Documentação
9:30 às 10:00	Sessão de Abertura
10:00 às 11:00	Conferências Convidadas
11:00 às 11:30	Pausa para café
11:30 às 13:00	Sessões Paralelas 1 e 2
13:00 às 14:30	Almoço
14:30 às 16:00	Sessões Paralelas 3, 4 e 5
16:00 às 16:30	Pausa para café
16:30 às 18:45	Sessões Paralelas 6 (<i>Inclui Conferência Convidada</i>), 7 e 8
19:00 às 20:00	Verde de Honra

Dia 28, 5ª Feira

09:00 às 11:00	Sessões Paralelas 9, 10 e 11
11:00 às 11:30	Pausa para café
11:30 às 13:00	Sessões Paralelas 12, 13 e 14
13:00 às 14:30	Almoço
14:30 às 16:00	Sessões Paralelas 15, 16 e 17
16:00 às 16:30	Pausa para café
16:30 às 18:45	Sessões Paralelas 18, 19 e 20
20:00	Jantar do Congresso

Dia 29, 6ª Feira

09:00 às 11:00	Sessões Paralelas 21, 22 e 23
11:00 às 11:30	Pausa para café
11:30 às 13:00	Sessões Paralelas 24, 25 e 26
13:00 às 14:30	Almoço
14:30 às 16:30	Sessões Paralelas 27 e 28
16:30	Sessão de Encerramento

Sessões Paralelas

Qualidade do Ambiente Urbano Construído	Sessões Paralelas 1, 3, 6, 9, 18, 21, 26 e 27
Transportes e Mobilidade Sustentável	Sessões Paralelas 4, 7, 10, 13, 16, 19, 22, 25 e 28
Planeamento Urbano e Regional	Sessões Paralelas 5, 8, 11, 14, 17, 20 e 23
Planeamento Sustentável	Sessões Paralelas 2, 12, 15 e 24

(Nota: No Programa estão assinalados a negrito os autores das Comunicações Oraís inscritos como participantes)

Sessões de Posters

Qualidade do Ambiente Urbano Construído	28 de Setembro - 09:00 às 13:00 e 14:30 às 18:30
Transportes e Mobilidade Sustentável	29 de Setembro - 09:00 às 13:00
Planeamento Urbano e Regional	27 de Setembro - 14:30 às 18:30
Planeamento Sustentável	28 de Setembro - 14:30 às 18:30

(Nota: No Programa estão assinalados a negrito os autores das Comunicações tipo Poster inscritos como participantes)

11:30 - SESSÃO 13

TEMA: TRANSPORTES E MOBILIDADE SUSTENTÁVEL

PRESIDENTE DA SESSÃO: *Suely da Penha Sanches*

SALA: **Auditório B1**

DURAÇÃO: 90 MIN.

PAPER042 - A PRÁTICA DA GESTÃO DE PAVIMENTOS EM CIDADES MÉDIAS BRASILEIRAS

J. P. Lima, R.A.R. Ramos, **J. L. Fernandes Jr.**

PAPER116 - AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA DRENAGEM SUPERFICIAL NO DESEMPENHO DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS

C. Y. Suzuki, F. I. Kabbach Junior, A. C. O. Pereira, C. R. G. Santos

PAPER228 - IDENTIFICAÇÃO DE PONTOS CRÍTICOS DE ACIDENTES DE TRÂNSITO NO MUNICÍPIO DE SÃO CARLOS, SP – BRASIL: ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE UM BANCO DE DADOS RELACIONAL – BDR E A TÉCNICA DE AGRUPAMENTOS PONTUAIS

L. Santos, A. A. R. Júnior

PAPER256 - COMPATIBILIZAÇÃO DAS CONCESSIONÁRIAS DE ÁGUA E ESGOTO COM A GERÊNCIA DE PAVIMENTOS URBANOS EM NÍVEL DE REDE E PROJETO

E. T. Stuchi, S. B. Lopes, **J. L. Fernandes Jr.**

PAPER381 - PROPOSTA DE INDICADORES PARA SUPORTE À DECISÃO EM GERÊNCIA DE VIAS NÃO PAVIMENTADAS

E. Viviani e R. A. R. Ramos

11:30 - SESSÃO 14

TEMA: PLANEAMENTO URBANO E REGIONAL

PRESIDENTE DA SESSÃO: *Júlia Maria Brandão Barbosa Lourenço*

SALA: **Auditório B2**

DURAÇÃO: 90 MIN.

PAPER162 - DEFINIÇÃO DE PERCURSOS PEDONAIS TURÍSTICOS - APLICAÇÃO AO CENTRO HISTÓRICO DA CIDADE DA GUARDA

M. E. S. Soares e **A. F. Monteiro**

PAPER191 - ELEMENTOS PARA A CONFIGURAÇÃO DE UM SISTEMA DE INFORMAÇÃO PARA A GESTÃO DA MOBILIDADE URBANA

Luis N. Filipe, Rosário Macário

PAPER248 - INFORMAÇÃO E PARTICIPAÇÃO NO PROCESSO DE PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES NO BRASIL

A. R. Andrade, R. Balassiano e M. P. S. Santos

PAPER257 - INTEROPERABILIDADE EM SIG DO PONTO DE VISTA DE DADOS GEOGRÁFICOS

A.G. Santos, P.C.L. Segantine

PROPOSTA DE INDICADORES PARA SUPORTE À DECISÃO EM GERÊNCIA DE VIAS NÃO PAVIMENTADAS

E. Viviani e R. A. R. Ramos

RESUMO

Tem sido amplamente abordada pela bibliografia especializada a importância das vias rurais não pavimentadas no âmbito socioeconômico dos países em desenvolvimento, caso do Brasil, em que representam cerca de 90% do total viário do País. Por outro lado, a tecnologia dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG), com possibilidade de aplicação direta no gerenciamento deste tipo de vias, é um potencial a explorar em função de suas amplas possibilidades de recursos na manipulação de dados georreferenciados e análises espaciais, com especial enfoque às potencialidades de auxílio às tomadas de decisão. Nesse contexto, este trabalho apresenta uma discussão acerca dos principais critérios a serem abordados e uma proposta de indicadores como subsídio à gerência de vias não pavimentadas, enfocados então sob os aspectos técnicos, ambientais, sociais e econômicos. A utilização dos indicadores apresentados permitirá avaliar a adequabilidade dos aspectos propostos, além de fornecer embasamento para a geração de outras estruturas de indicadores.

1 INTRODUÇÃO

As vias não pavimentadas desempenham importante papel socioeconômico, uma vez que são os primeiros acessos da produção agropecuária à rede de rodovias regionais e nacionais, bem como, muitas vezes, o único caminho das comunidades rurais na busca por serviços essenciais apenas disponíveis nos centros urbanos. Estimativas de alguns autores mostram que mais de 80% das estradas dos países em desenvolvimento são não pavimentadas, com uma extensão chegando a mais de 6 milhões de quilômetros. Para os países desenvolvidos as estimativas são que esse percentual varie de 5 a 63%. No Canadá, por exemplo, estima-se um percentual de 1% (em torno de 500.000 km) e para os Estados Unidos, as estimativas chegavam à ordem de 42% na década passada, representando quase 2 milhões de quilômetros. No Brasil, levantamentos realizados pela fundação IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) mostram que do total da malha viária nacional, aproximadamente 90,4% são vias não pavimentadas, representando aproximadamente 1,6 milhões de quilômetros (Viviani, 1998).

Grande parte dessas vias foi aberta de forma inadequada, resultantes da evolução de trilhas e caminhos precários, com traçado obedecendo basicamente a estrutura fundiária e as facilidades do terreno. Além disso, significativa parcela está sob jurisdição local, se sujeitando a orçamentos deficitários, além do próprio despreparo do corpo técnico, que não atribui importância devida à necessidade de uma manutenção adequada dessas vias.

Somando-se aos prejuízos econômicos que as condições precárias das vias não pavimentadas provocam, há ainda outros agravantes. Além dos danos diretos à população rural, essas vias, mantidas de forma inadequada, são responsáveis por grande parte das erosões, trazendo sérios problemas ambientais, poluindo e assoreando os mananciais. Além disso, pesquisa recente do IBGE (2005), que analisou respostas dos 5.560 municípios brasileiros, mostra que a poeira decorrente das vias não pavimentadas foi apontada como a segunda maior causa de poluição do ar, superando, por exemplo, a poluição provocada pelas indústrias e pelo excesso de veículos nas ruas.

Uma solução promissora para resolver grande parte dos problemas relacionados às vias rurais não pavimentadas encontra-se, sem dúvida, na implantação de sistemas de gerência de vias, através dos quais seja possível realizar atividades de conservação, por meio de ações de manutenção periódica e de caráter preventivo. Esses sistemas, aliados aos Sistemas de Informações Geográficas (SIG) abrem caminho para a análise de grandes quantidades de dados, com vistas às tomadas de decisão em gerência de vias não pavimentadas.

Assim, o emprego da tecnologia do geoprocessamento pode resultar em sensível economia de tempo com grande confiabilidade e qualidade nos resultados, permitindo vasta variedade de análise e a disposição de uma série de diferentes cenários em função de diferentes critérios assumidos pelos técnicos e/ou pelos tomadores de decisão.

2 ASPECTOS TÉCNICOS

2.1 Sistema de indicadores de desenvolvimento sustentável

Atualmente, ao mencionar o termo desenvolvimento é inerente que se refira a este como um desenvolvimento sustentável, cujo conceito passou a ser mais amplamente utilizado a partir da Conferência das Nações Unidas sobre Ambiente e Desenvolvimento (CNUAD), ocorrido no Rio de Janeiro em 1992, tendo-se definido o desenvolvimento sustentável como componente de uma estratégia que conjuga três dimensões: Meio Ambiente, Economia e Sociedade. No conceito de desenvolvimento sustentável, é procedimento básico o estabelecimento de indicadores que possam dar a medida de quanto se progride em direção aos objetivos estabelecidos. A utilização de indicadores vem ganhando importância crescente nas metodologias utilizadas para resumir a informação de caráter técnico e científico na forma original, permitindo transmiti-la em uma forma sintética, preservando o essencial dos dados originais e utilizando apenas as variáveis que melhor sirvam aos objetivos e não todas as que podem ser medidas ou analisadas. E assim, a informação é mais facilmente utilizável por decisores, gestores, políticos, grupos de interesse ou pelo público em geral (Gomes *et al.*, 2000).

Ainda segundo esses autores, relativamente ao conteúdo, amplitude e natureza do sistema de indicadores de desenvolvimento sustentável, consideram-se fundamentalmente quatro categorias (sem que isto constitua um conjunto fechado e definitivo): indicadores ambientais, econômicos, sociais e institucionais. Acrescenta-se ainda que os indicadores de desenvolvimento sustentável são não apenas necessários, mas indispensáveis para fundamentar as tomadas de decisão nos mais diversos níveis e nas mais diversas áreas de gestão, em nível de desenvolvimento local, regional e nacional.

É importante ressaltar que os indicadores podem servir a um grande conjunto de aplicações consoante os objetivos em vigor. Dessas podem destacar-se as seguintes (Gomes *et al.*, 2000):

- atribuição de recursos - suporte de decisões, ajudando os decisores ou gestores na atribuição de fundos, alocação de recursos naturais e determinação de prioridades;
- classificação de locais - comparação de condições em diferentes locais ou áreas geográficas;
- cumprimento de normas legais - aplicação a áreas específicas para clarificar e sintetizar a informação sobre o nível de cumprimento das normas ou critérios legais;
- análise de tendências - aplicação a séries de dados para detectar tendências no tempo e no espaço;
- informação ao público - informação ao público sobre os processos de desenvolvimento sustentável;
- investigação científica - aplicações em desenvolvimentos científicos servindo de alerta para a necessidade de investigação científica mais aprofundada.

2.2 Sistemas de Informações Geográficas

O geoprocessamento compõe as tecnologias voltadas à coleta e tratamento de informações espaciais objetivando, principalmente, analisar as evoluções espaciais e temporais relacionadas a um fenômeno geográfico e suas inter-relações com diferentes fenômenos.

Os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) integram as atuais ferramentas computacionais relacionadas ao geoprocessamento e são destinados à aquisição, gestão, manipulação, análise e apresentação da informação georreferenciada, isto é, localizada na superfície terrestre e representada numa projeção cartográfica.

O que caracteriza um SIG é a integração, em uma única base de dados, da geometria e atributos de dados georreferenciados, provenientes de dados cartográficos, censo e cadastro urbano e regional, imagens de satélites, redes e modelos numéricos de terrenos, dentre outras, oferecendo mecanismos que permitam a combinação dessas informações, além da consulta, recuperação e visualização do conteúdo dessa base de dados.

Os avanços tecnológicos das últimas décadas vêm permitindo, cada vez mais, a aplicação dos computadores nas mais variadas áreas, beneficiada pela redução, em custo e tamanho, dos computadores (*hardware*) e conseqüente desenvolvimento de *software* de utilização geral, mais acessíveis e com interface mais amigável ao usuário. Nesse contexto, a crescente utilização da tecnologia SIG tem sido decorrente, além da redução dos custos dos microcomputadores, em função do próprio aumento na capacidade de processamento como na disponibilidade de bases de dados cartográficos digitais (Lima e Lima, 2005).

Ao longo dessas últimas décadas, governos de diversos países têm gasto significativas quantias do orçamento com o desenvolvimento de bases de dados que descrevam detalhadamente a geografia territorial, já sendo bastante comum a utilização de dados digitais para esse fim, o que tem reduzido o tempo para as tomadas de decisão (Joerin *et al.*, 2001).

Além das amplas possibilidades de recursos de manipulação de dados georreferenciados e análises espaciais, há que se focar ainda suas potencialidades de auxílio às tomadas de decisão. Nesse contexto, dentro da ciência da decisão estão os procedimentos da análise multicriterial, envolvendo o desenvolvimento de um processo de decisão baseado em critérios múltiplos de importâncias relativas diferenciadas. Esses procedimentos, acoplados à tecnologia SIG, proporcionam suporte substancial às tomadas de decisão, visto que o uso de sistemas de informação geográfica pode em muito contribuir com a realização de avaliações complexas, em grandes extensões territoriais, avaliações estas especialmente aprimoradas com as ferramentas da análise multicriterial, através de seu potencial de cruzamentos não *booleanos* e de classificação contínua dos dados, baseados em lógica *fuzzy*.

2.3 Análise Multicriterial

O processo decisório envolve diversos aspectos conceituais, sendo esta uma etapa muito importante e que serve como plataforma direta de apoio às tomadas de decisão. A Análise Multicriterial é uma ferramenta de avaliação de alternativas, particularmente interessante quando se exploram as diversas hipóteses de combinação de critérios, permitindo considerar diferentes cenários de avaliação. Resultado da sua reconhecida potencialidade e da sua cada vez maior utilização, esta técnica está atualmente integrada nas ferramentas disponibilizadas por vários programas de SIG.

Em uma questão multicriterial está implícita a avaliação de diferentes aspectos que contribuem para uma decisão. A forma de combinar tais critérios, a consideração de todos ou de apenas parte deles e a forma como uns critérios podem compensar outros são aspectos que assumem significativa importância nas decisões, especialmente em situações com escassez de recursos financeiros (Ramos e Mendes, 2001).

Ainda segundo esses autores, a avaliação multicriterial pode ser implementada em um SIG através de procedimentos como:

- Sobreposição *Booleana*, em que os critérios são classificados de forma binária (0/1) e combinados por operadores lógicos como interseção (AND) e união (OR);
- Combinação de critérios contínuos, através da normalização para uma escala comum e aplicação de pesos para obter médias ponderadas.

Em geral, uma das grandes dificuldades encontradas em um processo de decisão envolvendo múltiplos critérios é a forma como se deve quantificar a importância relativa de cada um desses critérios, acrescido ao fato de que os mesmos possam ter graus de importância variados para diferentes tomadores de decisão. Com isso, portanto, é necessário definir qual a importância relativa de cada critério no processo de decisão. Embora a definição de pesos não seja consensual, existem diferentes métodos aplicados a esta finalidade, como:

- Método baseado no ordenamento dos critérios;
- Método baseado em escala de pontos;
- Método baseado em distribuição de ponto e
- Método baseado na comparação de critérios par-a-par.

Além disso, geralmente os valores das diferentes variáveis não são comparáveis entre si, impedindo a agregação dos dados de forma imediata. Assim, torna-se necessário proceder à normalização dos valores para uma mesma escala, existindo aqui também diferentes técnicas para se proceder a tal normalização. Um dos critérios mais adequados para variáveis contínuas é a aplicação de uma função *fuzzy*, que deve ser escolhida e calibrada criteriosamente. Já para variáveis com valores numéricos discretos pode-se aplicar um *z-score* (quando em número suficiente para permitir o cálculo de médias e desvios padrões com algum significado) e só então aplicar a função *fuzzy*, uma vez que a partir daí os *z-scores* referem-se à média dos valores em análise.

Após a normalização procede-se à combinação dos critérios através dos procedimentos de agregação, sendo que no âmbito dos processos de decisão de natureza espacial, a literatura técnica menciona como os mais relevantes a Combinação Linear Ponderada (WLC - *Weighted Linear Combination*) e a Média Ponderada Ordenada (OWA - *Ordered Weighted Average*).

Em virtude da complexidade do assunto, da abrangência das definições e análises que integram esses procedimentos, aliado à escassez de experiências e resultados prévios que forneçam maior embasamento nas considerações necessárias, limitando assim o desenvolvimento da investigação, este trabalho concentra-se, em uma primeira etapa, à análise e proposta dos principais indicadores de suporte às tomadas de decisão para um processo de gerência de vias não pavimentadas.

3 PROPOSTA DE INDICADORES PARA SUPORTE À DECISÃO EM GERÊNCIA DE VIAS NÃO PAVIMENTADAS

No desenvolvimento de uma proposta de indicadores que subsidiem um modelo de avaliação multicritério para suporte à decisão na gerência das vias não pavimentadas procurou-se agregar ao conjunto de critérios a adotar no processo de decisão fatores relacionados aos aspectos técnicos, ambientais, sociais e econômicos.

Desta forma, apresenta-se na Tabela 1 uma proposta de um conjunto de indicadores que contemplam os aspectos mencionados.

Na seqüência apresenta-se a forma como cada indicador é considerado em sua contribuição para os aspectos técnicos, ambientais, sociais e/ou econômicos relacionados à trafegabilidade das vias não pavimentadas. Assim, procura-se identificar a relevância de cada indicador adotado e que tipo de informação permite obter. Vale ressaltar que grande parte dos indicadores considerados, e que integram a Tabela 1, devem ser alimentados na base de dados a partir de levantamentos de campo, com identificação *in loco* das posições e respectivas classificações em cada trecho das vias, devendo-se inclusive recorrer aos recursos dos receptores GPS para a agilidade no processo de identificação e registro de cada posição. Registros cartográficos e provenientes de mapeamentos completam a base de dados necessária à análise.

Tabela 1 Proposta de indicadores para a gerência de vias não pavimentadas

A	Crítérios técnico-ambientais
A1	<i>Características geométricas</i>
A11	Largura da via
A12	Declividade longitudinal
A13	Raio da curva
A14	Seção transversal
A2	<i>Condição da superfície</i>
A21	Abaulamento da seção transversal
A22	Drenagem lateral
A23	Dispositivos de drenagem adjacentes à via
A24	Defeitos de superfície
A241	Tipo
A242	Severidade
A25	Tipo de solo da superfície
A3	<i>Índice pluviométrico</i>
A4	<i>Volume de tráfego</i>
A5	<i>Atividades de manutenção realizadas</i>
B	Crítérios sócio-econômicos
B1	<i>Tipo de transporte</i>
B11	Carga
B111	Insumos
B112	Safra agrícola
B113	Pecuária de corte
B12	Escolar
B13	Diversos
B2	<i>Produção transportada</i>
B21	Carga sazonal
B211	Carga sazonal perecível
B212	Carga sazonal não perecível
B22	Carga não sazonal
B221	Carga não sazonal perecível
B222	Carga não sazonal não perecível
B3	<i>Acessibilidade</i>
B31	Proximidade da via ao centro urbano
B32	Proximidade da via à rodovia pavimentada
B4	<i>População atendida</i>
B5	<i>Propriedades atendidas</i>

- Largura da via – permite identificar várias condicionantes, sendo possível classificar as vias de acordo com o tipo de tráfego possível, com as velocidades praticáveis, com o tipo de equipamento para a manutenção e na estimativa da área efetiva de atuação dos equipamentos de manutenção. Com isso, as vias deverão ser classificadas em função de sua

importância na rede, além de fornecerem informações de área de superfície para manutenção.

- Declividade longitudinal – influencia diretamente na velocidade de percurso e na solicitação mecânica dos veículos, permitindo classificar os trechos em função do grau de facilidade para a trafegabilidade. Esta informação, associada ao tipo de solo e aos índices pluviométricos pode alterar significativamente as condições da superfície da via, resultando, por exemplo, em trechos escorregadios ou facilmente erodíveis, podendo-se assim atribuir aos trechos valores de índice de condição de trafegabilidade.
- Raio da curva – essa variável permite estabelecer a curvatura do trecho e a superelevação associada, sendo possível associar também dispositivos de drenagem necessários no trecho. Esta informação poderá ser classificada qualitativamente, indicando localizações com condições de segurança e drenagem específicas.
- Seção transversal – o tipo de seção transversal influencia diretamente na facilidade (ou não) em se manter uma conformação transversal adequada, visto que em seções encaixadas (enterradas) maiores são as dificuldades em se manter condições transversais e de drenagem satisfatórias e, portanto, essas localizações, bastante susceptíveis de necessidade de intervenção para reconformação da seção. Para a análise multicriterial essa variável deverá ser classificada de forma discretizada, com a indicação dos tipos de seção transversal em cada localização.
- Abaulamento da seção transversal – influencia diretamente nas condições da superfície uma vez que fica condicionada à drenagem da plataforma e, portanto, associada como um dos principais aspectos de origem dos defeitos de superfície. Assim, essa informação também deve ser tratada de forma discretizada, classificando-se o tipo de abaulamento transversal que cada seção possui.
- Drenagem lateral – fica condicionada à condução das águas superficiais da plataforma e, portanto, associada também como um dos principais aspectos de origem dos defeitos de superfície. Esta informação deve contribuir na base de dados a partir da indicação de sua existência ou não em cada trecho, associada à sua adequada funcionalidade no respectivo trecho.
- Dispositivos de drenagem adjacentes à via – influenciam nas condições da superfície da via uma vez que exercem o papel de condução da água recolhida pela drenagem lateral da via, podendo também condicionar efeitos erosivos adjacentes. Da mesma forma, este indicador deve ser classificado de forma discretizada, indicando-se as localizações de sua existência, associado à sua adequada funcionalidade.
- Defeitos de superfície - os diferentes defeitos existentes na superfície (tipo e respectiva severidade) se associam diretamente a um condicionante-chave que é a condição da superfície da via. Com isso, a informação deverá ser classificada e expressa por meio de um índice de condição da superfície da via.
- Tipo de solo da superfície – permite identificar e associar condicionantes como

capacidade de suporte do subleito e tipos de defeitos comuns na superfície da via. Essa informação deverá ser classificada em função de seu percentual de extensão em relação à extensão total do trecho, associada ao seu grau de contribuição para as condições de capacidade de suporte do subleito e/ou origem dos defeitos de superfície.

- Índice pluviométrico – associado ao tipo de solo, à declividade longitudinal e ao abaulamento da seção transversal, condiciona diretamente as condições da superfície da via, influenciando no desenvolvimento dos defeitos, nos efeitos relativos à drenagem lateral e adjacente e na ocorrência de erosões. No conjunto da análise multicriterial esse indicador deve fornecer informações referentes às épocas de maiores ocorrências de chuva (frequência e intensidade).

- Volume de tráfego – a quantidade de tráfego permite identificar as cargas aplicadas à superfície, e associando-se especialmente ao tipo de solo condiciona diretamente as condições de superfície da via. Esse indicador deverá ser classificado em termos de sua priorização ou de importância na rede em função do volume de tráfego existente em cada trecho.

- Atividades de manutenção realizadas – aspectos como tipo de atividades de manutenção realizadas, frequência e época da realização influenciam nas condições de superfície da via. Assim, essa informação deve ser utilizada na forma de inventário de ações de manutenção, permitindo gerar um histórico de ações necessárias.

- Tipo de transporte – associado diretamente ao volume de tráfego. No entanto, sob o aspecto econômico-social, é importante identificá-lo por meio de subclasses;

- Transporte de carga – a ausência de trafegabilidade na via pode afetar distintamente o transporte de insumos, o escoamento de safras agrícolas ou de pecuária de corte, influenciando mais diretamente condicionantes econômicas;

- Transporte escolar – a ausência de trafegabilidade na via afeta diretamente a parcela da população que busca nos centros urbanos o atendimento escolar, influenciando mais diretamente condicionantes sociais;

- Diversos – podendo englobar transporte de maquinários agrícolas e transporte entre propriedades rurais, influenciando condicionantes econômicas e sociais.

Para esse indicador, cada trecho da via deve ser classificado em função do seu atendimento a qual tipo de transporte.

- Produção transportada – pode ser associada diretamente à época de manutenção das vias, com conseqüências distintas para transporte de carga sazonal ou não sazonal, perecível ou não perecível. Para esse indicador, igualmente, cada trecho da via deve ser classificado em função das características de carga transportada que atende.

- Proximidade da via ao centro urbano – condiciona diretamente o tempo de viagem, associando-se à qualidade de vida da população rural.

- Proximidade da via à rodovia pavimentada – condiciona diretamente o tempo de viagem, associando-se também aos custos de manutenção e depreciação dos veículos.

- População atendida – permite estabelecer estimativa de quantas pessoas são atendidas por meio da utilização direta de cada via não pavimentada.
- Propriedades atendidas – este indicador permite estabelecer estimativa da quantidade de propriedades rurais diretamente dependentes de via não pavimentada.

No mapa da Figura 1 são identificadas as vias não pavimentadas do Município de Bauru, na região centro-oeste do Estado de São Paulo, em uma extensão que totaliza aproximadamente 300 km e cujo município abrange uma área de 702 km².

Esta informação georreferenciada constitui o suporte à representação de todos os indicadores referidos anteriormente e apresentados na Tabela 1. Assim, para cada um dos indicadores será necessário recolher a informação para a construção da base de dados e posterior construção dos mapas representando a agregação de indicadores. Tendo-se por base essa informação, é possível então construir vários cenários que permitem o suporte à decisão.

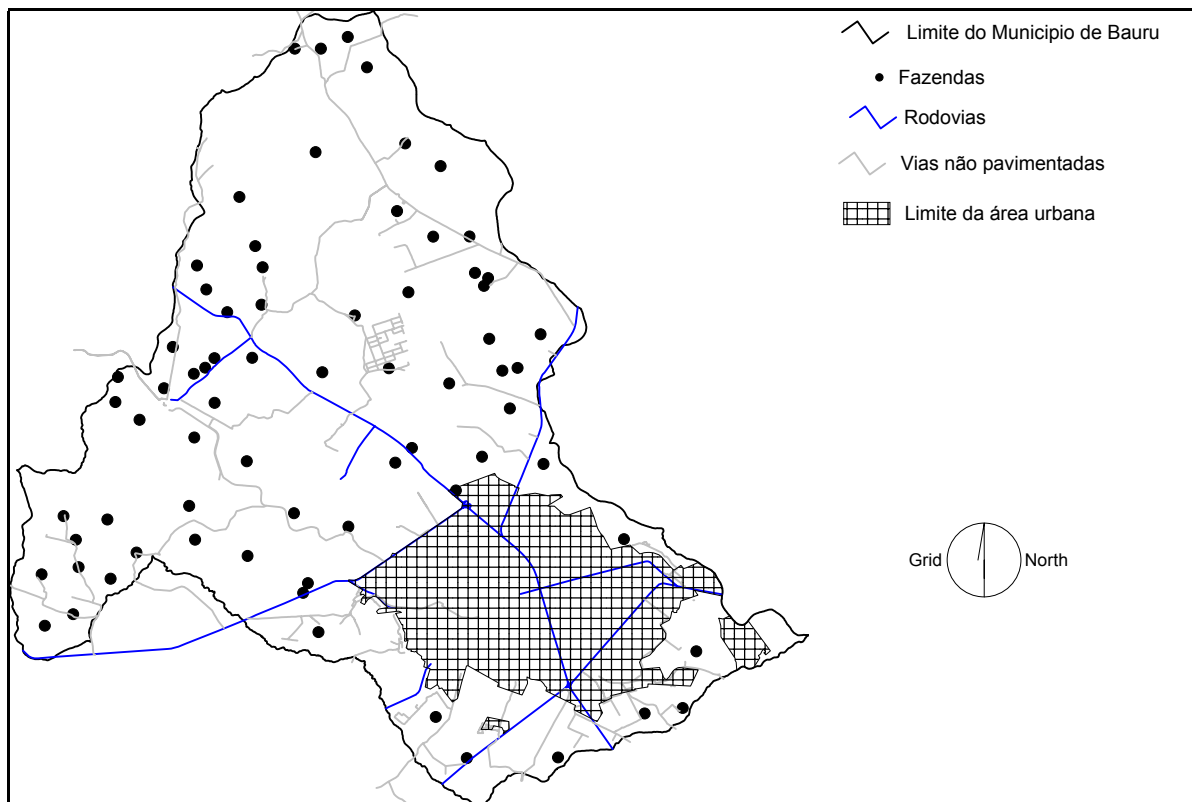


Fig. 1 Mapa das Vias não pavimentadas do Município de Bauru, identificando ainda a localização das fazendas, das rodovias e do limite da área urbana

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A significativa importância que as vias não pavimentadas exercem no âmbito socioeconômico, associada à sua expressiva extensão, especialmente nos países em desenvolvimento, já é

amplamente conhecida. Não obstante isso, poucas são as abordagens sobre a aplicação de conceitos relacionados à gerência de vias nessa parcela viária, tampouco abordagens que englobem a aplicação de técnicas mais modernas que possam subsidiar as decisões associadas à gerência dessas vias como, por exemplo, os Sistemas de Informação Geográfica e a avaliação multicriterial.

No entanto, apesar da existência de poderoso ferramental técnico subsidiando essa questão, o assunto é revestido por complexidade, em virtude da abrangência das definições e análises que integram os procedimentos e a escassez de experiências e resultados prévios que forneçam embasamento nas considerações necessárias.

Nesse sentido, o trabalho aqui apresentado consistiu no desenvolvimento de uma proposta de indicadores que subsidiem um modelo de avaliação multicriterial para suporte à decisão na gerência das vias não pavimentadas, agregando-se ao conjunto de critérios fatores relacionados aos aspectos técnicos, ambientais, sociais e econômicos. Ressalta-se ainda que a proposta dos indicadores é feita a partir da análise de critérios considerados principais e relacionados à trafegabilidade dessas vias.

Identificando-se a relevância de cada indicador adotado e o tipo de informação que permite obter, constatou-se que grande parte deles deve alimentar a base de dados a partir de levantamentos de campo, com identificação *in loco* das posições e respectivas classificações em cada trecho das vias, complementados por registros cartográficos e de mapeamentos, compondo assim uma base de dados sólida e confiável. Neste sentido, a identificação dos indicadores constitui uma primeira etapa de um vasto trabalho, pois para cada um dos indicadores propostos, será agora necessário recolher a informação para a construção da base de dados e posterior construção dos mapas representando a agregação de indicadores. E tendo-se por base essa informação é possível, então, construir vários cenários que permitem o suporte à decisão, sendo esta, portanto, a etapa preliminar para a construção do Modelo de Apoio à Decisão.

Nas próximas etapas, para além da recolha de dados, será também necessário estruturar o Modelo de Apoio à Decisão. Assim, será fundamental validar e ponderar os indicadores, como referido no ponto 2.3, bem como estudar quais os modelos de agregação a adotar para a construção de cenários de análise. Neste âmbito, será implementado um inquérito a diversas entidades, usuários, fazendeiros, empresas de manutenção, comunidades locais e municipais, de modo a validar os Indicadores propostos e a definir a sua importância relativa no contexto do Município de Bauru.

5 REFERÊNCIAS

Gomes, M. L.; Marcelino, M. M.; Espada, M. G. (2000) **Proposta de um sistema de indicadores de Desenvolvimento Sustentável**. www.iambiente.pt/sids/sids.pdf, capturado em 20/03/2006.

IBGE (2005) **Perfil dos Municípios Brasileiros – Meio Ambiente 2002**. Rio de Janeiro, 382p.

Joerin, F.; Thériault, M.; Musy, A. (2001) Using GIS and outranking multicriteria analysis for land use suitability assessment, **International Journal of Geographical Information Science**, 15(2), 153-174.

Lima, R. S.; Lima, J. P. (2005) Sistemas de Informações Geográficas e apoio à decisão no planejamento e gestão urbanos: conceitos e aplicações. **Anais do 1º Congresso Luso-Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável**, São Carlos, SP. (CD ROM).

Ramos, R. A. R.; Mendes J. F. G. (2001) Avaliação da aptidão do solo para localização industrial: O caso de Valença, **Revista Engenharia Civil**, 10. Universidade do Minho, Braga, Portugal.

Viviani, E. (1998) **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.