



PLURIS 2008

Apresentação Oral: Sistemas de Suporte ao Planejamento e Gestão de Infra-Estruturas I

515

CRITÉRIOS A UTILIZAR PARA UMA GESTÃO MAIS SUSTENTADA DAS REDES LOCAIS DE ESTRADAS NÃO PAVIMENTADAS

Eliane Viviani **Rui António Rodrigues Ramos** **Dorival Luiz Júnior**
viviani@feb.unesp.br rui.ramos@civil.uminho.pt dorival_luiz_junior@yahoo.com.br

ENDEREÇO PARA CORRESPONDÊNCIA:
Eliane Viviani
UNESP - Universidade Estadual Paulista
Departamento de Engenharia Civil
Av. Eng. Luiz Edmundo Carrijo Coube, 14-01
17.033-360 Vargem Limpa Bauru - SP - Brasil

RESUMO

'Há estimativas que nos países em desenvolvimento dois terços da população residam em áreas rurais, geralmente caracterizadas por aspectos de isolamento, exclusão e acesso precário aos serviços básicos. Em suas necessidades de locomoção, é comum se depararem com redes de vias de transporte de baixa qualidade, que conduzindo um baixo volume de tráfego diário geralmente não permitem trafegabilidade ao longo de todo o ano. Há indicativos também que nesses países 70 a 97% dessas estradas são não pavimentadas, com uma extensão chegando a mais de 6 milhões de quilômetros. No Brasil as estradas não pavimentadas representam cerca de 90% do total da rede viária, aproximadamente 1,6 milhões de quilômetros. Grande parte dessas vias não consegue responder eficientemente aos níveis de serviço desejáveis e significativa parcela está sob jurisdição local, o que traduz que a sua manutenção e reabilitação ficam sujeitas freqüentemente a orçamentos deficitários e despreparo do corpo técnico. Deste modo, é freqüente que a sua gestão resulte em uma manutenção inadequada e em implicações em nível da gestão ambiental da área em que se inserem, acarretando prejuízos econômicos e danos à população rural, e originando graves problemas ambientais como erosão, poluição e assoreamento de mananciais. O presente trabalho identifica um conjunto de indicadores que refletem aspectos técnicos, ambientais, sociais e econômicos a utilizar em um modelo de suporte à decisão na gestão mais sustentada das redes locais de estradas não pavimentadas. O principal objetivo do trabalho é confrontar a informação necessária ao modelo teórico proposto com o trabalho de gestão que vem sendo adotado por órgãos oficiais e empregados nos seus processos decisórios. Assim, tendo por base um caso de estudo de seis microbacias hidrográficas do interior do estado de São Paulo (Brasil), é avaliada a disponibilidade e a qualidade de informação necessária para os indicadores do modelo teórico proposto. Como conclusão pode-se aferir que para a generalidade dos indicadores são boas as condições para a sua utilização em um processo de suporte à decisão, sem a necessidade de um grande investimento na aquisição de dados.

CRITÉRIOS A UTILIZAR PARA UMA GESTÃO MAIS SUSTENTADA DAS REDES LOCAIS DE ESTRADAS NÃO PAVIMENTADAS

E. Viviani, R. A. R. Ramos e D. Luiz Júnior

RESUMO

O presente trabalho identifica um conjunto de indicadores que refletem aspectos técnicos, ambientais, sociais e econômicos a utilizar em um modelo de suporte à decisão na gestão mais sustentada das redes locais de estradas não pavimentadas. O principal objetivo do trabalho é confrontar a informação necessária ao modelo teórico proposto com o trabalho de gestão que vem sendo adotado por órgãos oficiais e empregados nos seus processos decisórios. Assim, tendo por base um caso de estudo de seis microbacias hidrográficas do interior do estado de São Paulo (Brasil), é avaliada a disponibilidade e a qualidade de informação necessária para os indicadores do modelo teórico proposto. Como conclusão pode-se aferir que para a generalidade dos indicadores são boas as condições para a sua utilização em um processo de suporte à decisão, sem a necessidade de um grande investimento na aquisição de dados.

1 REDES DE VIAS RURAIS NÃO PAVIMENTADAS

Há estimativas de que nos países em desenvolvimento, aproximadamente dois terços da população (em torno de três bilhões de pessoas) residam em áreas rurais, geralmente caracterizadas por aspectos de isolamento, exclusão e acesso precário aos serviços básicos. Em suas necessidades de locomoção, é comum se depararem com redes de vias de transporte de baixa qualidade, que conduzindo um baixo volume de tráfego diário, se apresentam de forma precária, com traçado geométrico e dispositivos de drenagem inadequados e não permitindo trafegabilidade ao longo de todo o ano (Lebo e Shelling, 2001).

No Brasil, as estradas não pavimentadas desempenham importante papel socioeconômico, pois são o primeiro acesso da produção agropecuária à rede de rodovias regionais e nacionais. Por outro lado, constituem muitas vezes o único caminho de acesso das comunidades rurais a serviços essenciais apenas disponíveis nos centros urbanos principais. Alguns autores estimam que entre 70 a 97% das estradas dos países em desenvolvimento são não pavimentadas, com uma extensão chegando a mais de 6 milhões de quilômetros. No Brasil, os dados revelam que as estradas não pavimentadas representam cerca de 90% do total da rede viária nacional, aproximadamente 1,6 milhões de quilômetros (Viviani, 1998).

No entanto, grande parte dessas vias não consegue responder eficientemente aos níveis de serviço desejáveis, pois muitas vezes resultam da evolução de trilhas/caminhos precários, com traçados obedecendo basicamente à estrutura fundiária e às facilidades do terreno.

Além disso, significativa parcela está sob jurisdição local, o que se traduz que a sua manutenção e reabilitação ficam sujeitas freqüentemente a orçamentos deficitários e condicionadas pelo despreparo do corpo técnico. Deste modo, é freqüente que a sua gestão seja precária, resultando em uma manutenção inadequada, além de implicações em nível da gestão ambiental da área em que se inserem. Assim, a falta de eficiência e os problemas decorrentes acarretam prejuízos econômicos e danos à população rural, mas também originam graves problemas ambientais, alguns destes, inclusive, bem identificados, pois resultam em ocorrências como erosão, poluição e assoreamento de mananciais (Demarchi *et al*, 2003; Viviani e Ramos, 2006).

Uma solução promissora para resolver grande parte dos problemas relacionados às redes de estradas 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. No entanto, é fundamental evidenciar que gerenciar uma rede de vias é muito mais complexo que simplesmente identificar os seus defeitos e repará-los, uma vez que essa atividade envolve uma grande variedade de aspectos intervenientes, exigindo mesmo uma visão holística da questão (Overseas Road, 2003).

2. GERÊNCIA DE VIAS NÃO PAVIMENTADAS

A gerência das redes de estradas não pavimentadas tem por objetivo básico estabelecer condições satisfatórias de trafegabilidade, de forma a garantir condições que atendam ao desenvolvimento econômico e proporcionem qualidade de vida à população rural. Assim, ao se mencionar o termo desenvolvimento é inerente que se refira a este como um desenvolvimento sustentável, cujo procedimento básico é o estabelecimento de indicadores que possam dar a medida de quanto se progride em direção a objetivos previamente estabelecidos. Por outro lado, no que respeita à avaliação do desenvolvimento sustentável, tem sido adotada a utilização de indicadores para monitorar esses processos. Deste modo, vem ganhando importância crescente a utilização de metodologias que permitem resumir a informação de caráter técnico e científico na forma original. Essas metodologias conseguem transmitir em uma forma sintética a informação essencial à tomada de decisão, preservando o principal dos dados originais e utilizando apenas as variáveis que melhor sirvam aos objetivos e não todas as que podem ser medidas ou analisadas. Por outro lado, também se adaptam bem à transmissão de informação a diversos públicos-alvo ao longo do processo de planejamento e execução. E dessa forma, como referem Gomes *et al.* (2000), a informação é mais facilmente utilizável por decisores, gestores, políticos, usuários, grupos de interesse ou pelo público em geral.

Ainda segundo esses autores, relativamente ao conteúdo, amplitude e natureza do sistema de indicadores de desenvolvimento sustentável, considera-se fundamental um conjunto de quatro categorias (sem que isso constitua um conjunto fechado e definitivo): indicadores ambientais, econômicos, sociais e institucionais. Ressalta-se ainda que se considera que a utilização de indicadores para monitorar o processo de desenvolvimento sustentável não é meramente necessária, mas indispensável para fundamentar as tomadas de decisão nos mais diversos níveis e nas mais diferentes áreas de gestão, em nível de desenvolvimento local, regional e nacional.

Assim, gerenciar uma rede de vias de transporte requer a consideração de uma amplitude de aspectos intervenientes, de forma a estabelecer a melhor aplicação dos recursos

disponíveis, garantindo níveis satisfatórios de trafegabilidade para os múltiplos usuários. Portanto, a eficiência do processo está dependente de se conseguir estabelecer procedimentos que levem a uma definição correta (ou, mais correta) de prioridades de intervenção. Segundo Lebo e Shelling (2001), o estabelecer de prioridades resulta de combinar procedimentos de *screening* e *ranking*, pelo que, em uma primeira fase é necessário identificar os trechos candidatos à intervenção (devido a deficiências verificadas nos trechos) e, posteriormente, é necessário estabelecer uma classificação desses mesmos trechos, de forma a gerar uma priorização para as atividades de manutenção e reabilitação dos segmentos da rede. Ainda segundo esses autores, uma das metodologias empregadas para a etapa de classificação (*ranking*/priorização) dos trechos de uma rede é a utilização de procedimentos suportados por uma Análise Multicriterial, que incide sobre diversos aspectos (critérios/indicadores) que permitem priorizar uns trechos em detrimento de outros.

Nesse contexto, investigação já iniciada previamente por Viviani e Ramos (2006) permitiu elaborar uma proposta de indicadores, como subsídio a um modelo de gerência de estradas não pavimentadas. Nessa proposta foram analisados diversos aspectos técnicos, ambientais, sociais e econômicos, para identificar e hierarquizar um conjunto de indicadores a utilizar em modelo de suporte à decisão na gestão mais sustentada das redes locais de estradas não pavimentadas, em que se utilizam as técnicas da análise multicriterial.

Procurando dar continuidade a essa investigação, o presente trabalho traduz os avanços mais recentes, que passam substancialmente pela consolidação do modelo de análise multicriterial e pela avaliação da sua aplicabilidade em um caso de estudo de uma rede de estradas não pavimentadas. A seção seguinte apresenta a metodologia adotada e a seção 4 apresenta a sua implementação ao caso de estudo.

3 METODOLOGIA

No que se refere ao modelo proposto por Viviani e Ramos (2006) de suporte à decisão na gestão mais sustentada das redes locais de estradas não pavimentadas, além da proposta de indicadores (e respectiva hierarquização) apresentaram também a forma como cada indicador é considerado em sua contribuição aos diferentes aspectos avaliados. Dessa forma, é identificado e hierarquizado um conjunto de indicadores a utilizar, salientando a relevância de cada indicador adotado e o tipo de informação que é necessário obter para a sua avaliação. A proposta apresentada pelos referidos autores foi adaptada e está presentemente estruturada em um conjunto hierarquizado por domínios, temas e indicadores, conforme apresentado na Figura 1 e Tabela 1.

Uma segunda etapa da investigação em curso, aqui apresentada, identifica os principais indicadores que vêm sendo utilizados por órgãos oficiais e empregados nos processos decisórios de gestão, comparando-os com a proposta teórica formulada anteriormente. Deste modo, é possível desenvolver uma análise crítica a respeito da escolha de critérios a adotar na abordagem em questão. Esta análise é importante visto que se considera que os modelos assumidos pelos órgãos oficiais não têm proporcionado uma análise integrada, pois as preocupações raramente incorporam uma análise espacial e não são suportadas por processo de decisão baseado em critérios múltiplos de importâncias relativas diferenciadas, o que pode comprometer a fase de priorização das atividades de manutenção e reabilitação, como já se referiu na seção 2. Essa situação se torna ainda mais crítica em contextos de

escassos recursos financeiros, em que a identificação dos trechos com maior prioridade deve corresponder aos que permitem um maior ganho em termos de eficiência, o que se traduz num processo de decisão mais eficaz e de resultados mais sustentáveis.

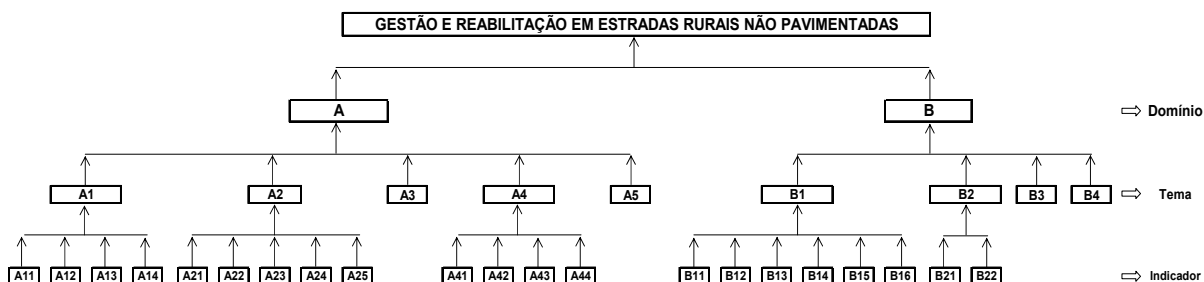


Figura 1 Estrutura hierárquica para a gestão de redes de estradas não pavimentadas

Tabela 1 Domínios, temas e indicadores que compõem a estrutura hierárquica para a gestão de redes de estradas não pavimentadas

A	Domínio técnico-ambiental
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	Índice de condição da superfície
A25	Tipo de solo da superfície
A3	<i>Índice pluviométrico</i>
A4	<i>Volume de tráfego</i>
A41	Veículos leves
A42	Veículo escolar
A43	Tráfego de carga
A44	Tração animal
A5	<i>Atividades de manutenção realizadas</i>
B	Domínio sócio-econômico
B1	<i>Tipo de transporte e produção transportada</i>
B11	Carga sazonal perecível
B12	Carga não sazonal perecível
B13	Carga sazonal não perecível
B14	Carga não sazonal não perecível
B15	Escolar
B16	Diversos
B2	<i>Acessibilidade</i>
B21	Proximidade da via ao centro urbano
B22	Proximidade da via à rodovia pavimentada
B3	<i>População atendida</i>
B4	<i>Propriedades atendidas</i>

Outro aspecto considerado na análise é a disponibilidade de informação e a qualidade da

mesma no que respeita aos Indicadores e Temas apresentados na Tabela 1. Neste caso, a análise feita segue a proposta apresentada pela OECD (1999) para avaliar a mensurabilidade de critérios. Para esse objetivo é apresentada uma escala que permite avaliar a disponibilidade e a qualidade dos dados adotados na avaliação dos Indicadores e Temas, conforme se apresenta na Tabela 2.

Tabela 2 Escala de Avaliação relativa à mensurabilidade de Indicadores e Temas

Mensurabilidade de Indicadores e Temas, atendendo a:	Escala de Avaliação		
	1	2	3
• <i>Disponibilidade de dados</i>	Curto prazo	Médio prazo	Longo prazo
• <i>Qualidade dos dados</i>	Boa	Média	Precária

Adaptado de OECD (1999).

4 ESTUDO DE CASO

4.1 Caracterização da Área de Estudo

O Programa Estadual de Microbacias Hidrográficas (PEMH) é um programa estratégico desenvolvido pela Secretaria de Agricultura e Abastecimento do estado de São Paulo (Brasil) através da CATI (Coordenadoria de Assistência Técnica Integral), em conjunto com o Banco Mundial, que objetiva promover o desenvolvimento rural sustentável por meio de uma ampla gama de ações que otimizem a produção rural, visando ampliação das oportunidades de ocupação rural com melhoria dos níveis de renda, maior produtividade geral das unidades de produção e redução dos custos associados, proporcionando aumento do bem-estar das populações rurais, com a implantação de sistemas de produção agropecuária que venham garantir a sustentabilidade socioeconômica e ambiental. Assim, uma das vertentes desse programa é a redução dos custos associados à manutenção das vias rurais, já que as obras de adequação dessas estradas promovem benefícios ambientais, econômicos e sociais.

Ainda segundo a CATI, em virtude dos avanços obtidos na execução da primeira etapa do PEMH, em que as primeiras ações se iniciaram por volta de 1997, o governo do estado reiniciou negociações com o Banco Mundial para a continuidade do programa. Com execução prevista para o período de 2008 a 2012, a segunda etapa do Programa de Desenvolvimento Rural Sustentável (PEMH II) deverá atuar em 1.500 microbacias hidrográficas, atingindo mais de 90.000 famílias rurais, o que demonstra a importância e a relevância que pode vir a ter um modelo de apoio à decisão para a gestão de redes de estradas não pavimentadas.

Atualmente, o programa PEMH já incide em 966 microbacias hidrográficas do estado de São Paulo, distribuídas em 514 municípios, atingindo cerca de 70.000 famílias rurais, sendo que, em relação às vias rurais, 303 microbacias já obtiveram obras de adequação até o ano de 2006 e outras 109 microbacias tiveram obras contratadas ao longo de 2007. A região noroeste do estado é a que contempla, até o momento, maior quantidade de microbacias atendidas. Nesse contexto, a regional de General Salgado (Figura 02) é a área que concentra maior número de microbacias contíguas atendidas, razão pela qual essa região foi definida como área de aplicação da pesquisa.

A referida região localiza-se próximo à latitude 20° 40' Sul e longitude 50° 20' Oeste, distando aproximadamente 550 km da cidade de São Paulo. Trata-se de uma região composta por municípios de pequeno porte, que têm como principal atividade econômica o setor rural, com aproximadamente 70% dos empregos gerados no setor do agronegócio (em especial a cana-de-açúcar e a pecuária leiteira), de modo a apresentar contribuição significativa para a arrecadação dos municípios.

Para a aplicação do estudo aqui proposto delimitou-se uma área composta por seis microbacias hidrográficas (MBH), a saber: Barraca, Cruzes, Córrego do Lambari, Buriti I, Açoita Cavalos e Lageado. Na figura 2 essa área está identificada geograficamente por meio de um contorno diferenciado na imagem de destaque. As três primeiras MBH, identificadas anteriormente, pertencem ao município de Auriflâmina e as três últimas pertencem ao município de General Salgado. O conjunto totaliza uma área de 426 km² (mais precisamente 42.622 ha), com uma rede de vias rurais com extensão de 278,9 km, o que resulta em uma densidade de 655 m a cada km².

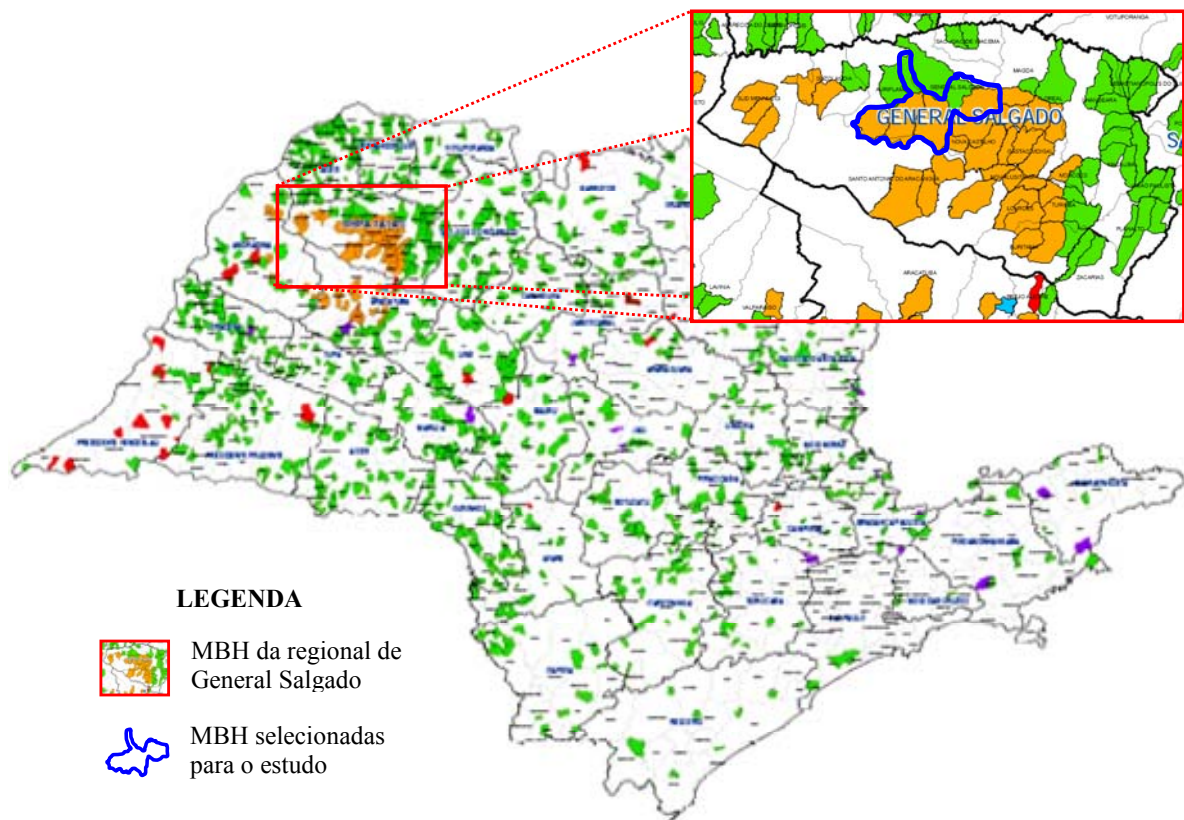


Figura 2 Mapa do estado de São Paulo - Microbacias hidrográficas da regional de General Salgado e área delimitada para o estudo

(Fonte: <http://mapas.cati.sp.gov.br/pemh/>, abril de 2008) - figura adaptada

4.2 Metodologia adotada pela CATI

A partir do diagnóstico e levantamento de vários tópicos de avaliação das condições locais, que abrangem aspectos sociais, ambientais e técnicos, a CATI desenvolve um programa de priorização em reabilitação das estradas não pavimentadas das MBH em que o programa incide e, nesse contexto, apresenta uma proposta utilizada na gerência em reabilitação de vias rurais (predominantemente não pavimentadas). A avaliação é efetuada através da

criação de pontos de verificação que qualificam os parâmetros adotados. Esses pontos permitem a análise de grandes quantidades de dados associados às estradas não pavimentadas integrantes das MBH, garantindo assim que essa informação seja utilizada por gestores, tornando vasta a cobertura de aspectos a considerar para a tomada de decisão.

Através de uma análise minuciosa dos relatórios do levantamento das estradas foi possível identificar a informação coletada pela CATI para as seis MBH em estudo. Assim, foram identificados critérios de avaliação que se distribuem por aspectos socioeconômicos, ambientais e técnicos.

Os aspectos socioeconômicos identificados são os seguintes:

- Pequenos e médios produtores beneficiados diretamente pela estrada: nesse item, busca-se avaliar o peso que a via representa em número de produtores atendidos, pois no modelo adotado o número de produtores é diretamente proporcional à priorização de reabilitação das estradas, o que também incide no volume de tráfego.
- Transporte de alunos: permite identificar a população atendida pelo transporte de alunos, o que também incide no tipo e volume de tráfego.
- Participação de produtores na manutenção da estrada: identifica a importância que a via tem para a comunidade rural, pois os próprios produtores investem na sua manutenção, o que também caracteriza as atividades de manutenção realizadas, influenciando diretamente nas condições de superfície da via.

Os aspectos ambientais incidem sobre:

- Estrada como causadora de erosões nas áreas adjacentes: representa a severidade das condições adjacentes à via.
- Práticas integradas ao uso e manejo do solo nas áreas agrícolas adjacentes à estrada: indicador relacionado ao uso e gerência do solo adjacente à via.
- Presença de maciço florestal: aspecto ambiental que avalia a porcentagem de árvores por extensão da estrada.

Os aspectos técnicos visam identificar parâmetros que respeitam às características das vias, suas condições e relação com a malha viária. Os aspectos abordados são:

- Importância geográfica da estrada rural na malha viária da MBH: condiciona o enquadramento geográfico, relacionando o tempo de viagem à produção transportada e à qualidade de vida da população rural pertencente ao trecho.
- Tráfego diário de veículos: permite identificar as solicitações aplicadas nas vias, associando-as aos defeitos da superfície.
- Utilização média diária por veículo pesado (caminhões e máquinas de grande porte): neste item, condiciona-se especificamente o volume de veículos pesados associados aos defeitos devido às cargas aplicadas. Quanto maior o número de veículos pesados, maior será a probabilidade de ocorrências de defeitos e, portanto, maior o valor associado à priorização de reabilitação da via.
- Condições de trafegabilidade durante o ano: apresenta aspectos gerais sobre a caracterização das condições de tráfego nos trechos, notadamente em relação às condições de superfície da via.
- Predominância do traçado em declive: tal parâmetro influencia diretamente na velocidade de percurso (e, portanto, em maior ou menor solicitação mecânica dos veículos), nas condições de atrito entre o veículo e a via e nos dispositivos de drenagem necessários no trecho.

A caracterização dos critérios identificados, fundamentalmente recorrendo-se a um conjunto de inventários escritos, é complementada com informação que pode ser obtida pela consulta de mapas e croquis referentes a cada uma das MBH. Nesses mapas são apresentados diversos aspectos espaciais, como por exemplo, as características dos solos e as cotas do terreno.

4.3 Mensurabilidade dos Temas e Indicadores

Tendo por base a metodologia proposta pela OECD (1999), já apresentada na seção 3, foi avaliada a mensurabilidade dos Temas e Indicadores, identificados na Tabela 1, de acordo com a informação disponibilizada pelo modelo adotado pela CATI. Para efetuar essa avaliação foram analisados os dados disponíveis para todas as estradas não pavimentadas que integram a rede de estradas das seis MBH em análise. Assim, na Tabela 3 é apresentada a classificação obtida por cada um dos parâmetros (Temas/Indicadores), refletindo a disponibilidade e a qualidade de informação em cada uma das seis MBH em estudo, admitindo que a classificação representa a pior situação identificada nas várias vias em análise em cada uma das MBH.

Tabela 3 Mensurabilidade dos parâmetros que compõem a estrutura hierárquica para a gestão de redes de estradas não pavimentadas nas seis MBH em estudo

Tema/Indicador	Disponibilidade de informação						Qualidade da informação					
	MBH						MBH					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
A1												
A11	1	1	2	1	1	1	1	1	3	1	1	1
A12	1	1	2	1	1	1	1	1	3	1	1	1
A13	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
A14	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
A2												
A21	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3
A22	1	1	2	1	1	1	1	1	3	1	1	1
A23	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3
A24	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
A25	1	1	2	1	1	1	2	2	2	2	2	2
A3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
A4												
A41	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
A42	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
A43	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
A44	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
A5	1	1	2	1	1	1	1	1	3	1	1	1
B1												
B11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
B12	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1
B13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
B14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
B15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
B16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
B2												
B21	1	1	2	1	1	1	2	2	3	2	2	2
B22	1	1	2	1	1	1	2	2	3	2	2	2
B3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2
B4	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1

Legenda: MBH1- Açoita Cavalos, MBH2 – Barraca, MBH3 – Buriti I, MBH4 - Cruzes, MBH5 – Lageado, MBH6 – Lambari.

Tendo por base a avaliação efetuada para cada uma das MBH em estudo, apresenta-se na Tabela 4 uma visão integrada no que respeita à disponibilidade e a qualidade de informação coligida pela CATI para os parâmetros aí identificados. Pela leitura da Tabela pode-se aferir que para um número significativo de indicadores as MBH analisadas possuem disponibilidade de informação ‘a curto prazo’ (1-curto prazo, 2-médio prazo, 3-longo prazo) e a sua qualidade é ‘boa’ (1-boa, 2-média, 3-precária).

Tabela 4 Avaliação global da mensurabilidade dos parâmetros que compõem a estrutura hierárquica para a gestão de redes de estradas não pavimentadas

A	Domínio técnico-ambiental	Disponibilidade de informação	Qualidade da informação
A1	<i>Características geométricas</i>		
A11	Largura da via	1,17	1,33
A12	Declividade longitudinal	1,17	1,33
A13	Raio da curva	2	2
A14	Seção transversal	2	2
A2	<i>Condição da superfície</i>		
A21	Abaulamento da seção transversal	2	3
A22	Drenagem lateral	1,17	1,33
A23	Dispositivos de drenagem adjacentes à via	2	3
A24	Índice de condição da superfície	2	2
A25	Tipo de solo da superfície	1,17	2
A3	<i>Índice pluviométrico</i>	1	1
A4	<i>Volume de tráfego</i>		
A41	Veículos leves	1	1
A42	Veículo escolar	1	1
A43	Tráfego de carga	1	1
A44	Tração animal	1	1
A5	<i>Atividades de manutenção realizadas</i>	1,17	1,33
B	Domínio sócio-económico		
B1	<i>Tipo de transporte e produção transportada</i>		
B11	Carga sazonal perecível	1	1
B12	Carga não sazonal perecível	1	1,33
B13	Carga sazonal não perecível	1	1
B14	Carga não sazonal não perecível	1	1
B15	Escolar	1	1
B16	Diversos	1	1
B2	<i>Acessibilidade</i>		
B21	Proximidade da via ao centro urbano	1	2,17
B22	Proximidade da via à rodovia pavimentada	1	2,17
B3	<i>População atendida</i>	3	2
B4	<i>Propriedades atendidas</i>	1,17	1

No entanto, para se aplicar o modelo hierárquico apresentado na Figura 1 terá que se abdicar de alguns parâmetros, mais precisamente os que possuem falta de disponibilidade de informação no imediato (ou seja, os que apresentam valor igual ou superior a 2). Dos restantes (salientados na Tabela 4), ainda se teria que validar a utilização dos que possuem

qualidade da informação com valor igual ou superior a 2 (qualidade média ou precária).

Como a informação da Tabela 4 resulta da agregação da informação da análise das seis MBH, pode-se afirmar que para alguns dos Temas/Indicadores ali salientados poderá ocorrer pontualmente que, para algum trecho de via, a informação disponível não siga o mesmo padrão das restantes. Isso significa dizer que, nesse caso, alguns trechos podem não vir a ser considerados na avaliação por não possuírem o nível de informação necessário. Isto se pode verificar, por exemplo, na análise da Tabela 3, em que a MBH Buriti I não possui o mesmo nível de qualidade de informação que as demais MBH. Nesse caso, como já se referiu, para esta MBH poderia ocorrer que alguns dos trechos não fossem avaliados, ou que a informação associada tivesse que ser atualizada.

Deste modo, de uma forma geral, verifica-se que embora a informação disponibilizada pelo órgão de gestão (CATI) apresente uma homogeneidade em grande parte das MBH, isso não ocorre na totalidade das MBH da área de estudo. Essa falta de uniformidade dos dados comprometeu a desejável homogeneidade necessária para que as informações fossem diretamente incluídas no modelo hierárquico de apoio à decisão. Portanto, esta situação deverá ser analisada detalhadamente junto a esse órgão, avaliando-se processos para aprimorar a forma como a informação recolhida é organizada, validada e adotada nos processos decisórios de gestão.

5 CONCLUSÕES

Pela análise apresentada no Caso de Estudo pode-se aferir que a generalidade dos parâmetros, identificados na metodologia apresentada na seção 3, têm boas condições de serem implementados em um processo de suporte à decisão na gestão de redes locais de estradas não pavimentadas sem a necessidade de um grande investimento na aquisição adicional de dados. Também fica comprovado que a proposta teórica formulada coincide em diversos aspectos com a metodologia adotada pela CATI. Deste modo, pode-se afirmar que, decorrente do caso em análise, se pode validar o modelo apresentado e considerar a sua utilização em uma gestão mais sustentada das redes locais de estradas não pavimentadas.

No que se refere à estrutura hierárquica proposta, conforme apresentada na Figura 1 e Tabela 1, e em termos de aspectos positivos, pode-se salientar que representa um avanço significativo relativamente à prática atual do modelo de gestão de vias rurais. Um dos aspectos mais significativos é a organização da informação segundo Domínios, Temas e Indicadores, o que permite a quem decide ter uma visão global do problema em análise, ou poder optar por fazer análises setoriais (por exemplo, incidindo nos aspectos de características geométricas ou níveis de acessibilidade, entre outros). Outro aspecto positivo é a possibilidade de integração do modelo em ambiente de Sistema de Informação Geográfica, uma vez que o conjunto de parâmetros organizados segundo a estrutura hierárquica pode ser vinculado a uma base georreferenciada das vias rurais. Assim, a capacidade para o apoio à decisão fica reforçada em virtude de permitir que a análise, além de incidir sobre aspectos ligados aos parâmetros coletados, pode também explorar a componente espacial, aspecto relevante para otimizar questões logísticas ligadas às atividades de requalificação e manutenção de estradas. Contudo, também alguns aspectos de vulnerabilidades podem ser apontados, em que a possível falta de uniformização e homogeneização da informação necessária à implementação do modelo surge como o mais sensível. Atendendo a que o modelo incide sobre parâmetros que caracterizam as estradas

em análise, a falta de coerência entre essa informação compromete a aplicabilidade do modelo caso a sua aplicação seja feita de uma forma cega. Outro aspecto sensível, diz respeito à divisão das estradas em trechos para efetuar a análise de *screening* e *ranking*, como se referiu na seção 2. Caso se opte por uma elevada subdivisão das estradas em um infundável número de trechos, de forma a acompanhar a variabilidade de defeitos/inadequações existentes ao longo da sua extensão, a recolha e tratamento da informação assumem uma dimensão, que mesmo em termos computacionais, é extremamente pesada caso a rede seja muito extensa (como acontece no programa PEMH). Por outro lado, uma reduzida subdivisão pode encobrir aspectos pontuais comprometedores para a trafegabilidade das estradas. Assim, este também é um aspecto relevante associado à aplicabilidade do modelo, pois interfere ao longo de todo o processo, desde a recolha, ao tratamento e à análise da informação sobre a rede de estradas.

Mesmo considerando os diversos aspectos em que é necessário aprimorar a metodologia em termos da sua aplicabilidade/implementação, fica demonstrado que com a informação já coletada e existente no órgão gestor (CATI) é possível obter um volume significativo de informação, com um nível de rigor adequado. Essa situação não seria possível caso fosse necessário investir em trabalhos adicionais de recolha de dados *in loco*, o que implicaria percorrer de uma forma extensiva toda a rede de estradas não pavimentadas. Assim, a análise, discussão e validação dos indicadores e sua inclusão em um modelo que recorra à manipulação de dados georreferenciados e análise espacial será válida e poderá incorporar um sistema de suporte à decisão na gestão mais sustentada das redes locais de estradas não pavimentadas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a CATI (Coordenadoria de Assistência Técnica Integral), em especial ao Eng. José Luiz Fontes e Eng. Cláudio Giusti de Souza, pela cessão dos dados referentes às microbacias hidrográficas que compõem a área de estudo deste trabalho.

REFERÊNCIAS

CATI. Desenvolvido pela Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo. Disponível em: <http://www.cati.sp.gov.br/cati/_projetos/pemh/pemh.php>. Acesso em 16 jun. 2008.

Demarchi, L. C.; Rabello, L. R.; Santos, N. B.; Franco, O. E.; Correa, R. O. (2003) **Adequação de Estradas Rurais**. Coordenadoria de Assistência Técnica Integral. Manual CATI, nº 77. Campinas, 64p.

Gomes, M. L.; Marcelino, M. M.; Espada, M. G. (2000) **Proposta de Um Sistema de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável**. Direcção Geral do Ambiente. Amadora, Portugal. 223p.

Lebo, J. e Shelling, D. (2001) Design and Appraisal of Rural Transport Infrastructure: Ensuring Basic Access for Rural Communities. **Technical Paper 496**. World Bank, Washington, DC. 96p.

OECD (1999) **Indicators for the Integration of Environmental Concerns into Transport Policies – ENV/EPOC/SE(98)1/Final**. Environment Policy Committee, Working Group on the State of the Environment. Disponível em:
<[http://www.oilis.oecd.org/oilis/1998doc.nsf/linkto/env-epoc-se\(98\)1-final](http://www.oilis.oecd.org/oilis/1998doc.nsf/linkto/env-epoc-se(98)1-final)>.

Overseas Road Note 20 (2003) **Management of Rural Roads Networks**. TRL Limited, United Kingdom, 151p.

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.

Viviani, E. e Ramos, R. A. R. (2006) Proposta de Indicadores Para Suporte à Decisão em Gerência de Vias Não Pavimentadas. **Anais do 2º Congresso Luso-Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável**, Braga, Portugal. (CD ROM). 11p.

Código: 515

**Título: CRITÉRIOS A UTILIZAR PARA UMA GESTÃO MAIS SUSTENTADA
DAS REDES LOCAIS DE ESTRADAS NÃO PAVIMENTADAS**

Eliane Viviani

Departamento de Engenharia Civil
Faculdade de Engenharia
Universidade Estadual Paulista
Av. Eng. Luiz Edmundo Carrijo Coube 14-01
17033-360 - Bauru / SP
BRASIL
Telefone: 0055 14 31036112
Fax: 0055 14 32312592
Email: viviani@feb.unesp.br

Rui António Rodrigues Ramos

Departamento de Engenharia Civil
Escola de Engenharia
Universidade do Minho
Campus de Gualtar
4710-057 Braga
PORTUGAL
Telefone: +351 253 60 47 26
Fax: +351 253 60 47 21
Email: rui.ramos@civil.uminho.pt

Dorival Luiz Junior

Departamento de Engenharia Civil
Faculdade de Engenharia
Universidade Estadual Paulista
Av. Eng. Luiz Edmundo Carrijo Coube 14-01
17033-360 - Bauru / SP
BRASIL
Email: dorival_luiz_junior@yahoo.com.br