

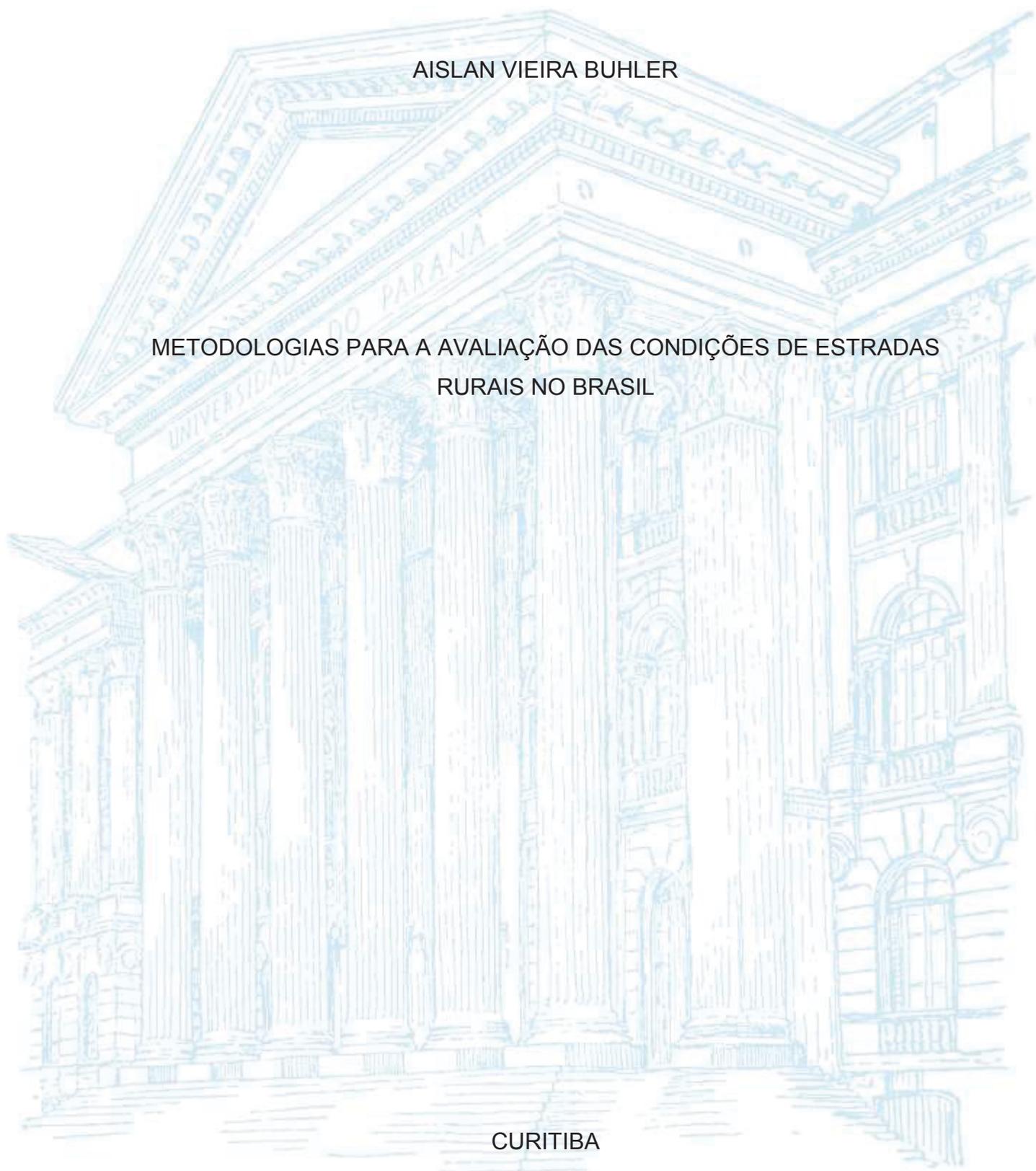
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

AISLAN VIEIRA BUHLER

METODOLOGIAS PARA A AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE ESTRADAS
RURAS NO BRASIL

CURITIBA

2019



AISLAN VIEIRA BUHLER

METODOLOGIAS PARA A AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE ESTRADAS
RURAIS NO BRASIL

Relatório Técnico apresentado ao curso de MBA em Gestão do Agronegócio, do Programa de Educação Continuada em Ciências Agrárias (PECCA), Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Gestão do Agronegócio.

Orientador: Prof. Dr. Renato Cesar Gonçalves Robert

CURITIBA

2019

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por oportunizar educação, saúde e condições financeiras para realizar esta formação.

Agradeço aos professores e colaboradores da Universidade Federal do Paraná, amigos e colegas do setor de Agronegócio pela contribuição no compartilhamento de informações e conhecimento no agronegócio, em especial meu orientador Professor Dr. Renato Robert pelo total empenho e atenção.

Agradeço minha família pelo carinho, compreensão e disponibilização de tempo e paciência para que eu me dedicasse ao MBA.

Especialmente agradeço minha esposa Tharita Bühler pelo suporte e inspiração para agir e pensar de uma maneira não convencional e por dedicar atenção especial as nossas meninas e nenê nas minhas ausências.

Agradeço a minha doce Carolina pela paciência para esperar o papai por horas e horas para nossas brincadeiras e atenção.

Agradeço ao meu sempre incentivador Rui Bühler.

Dedico este trabalho à minha esposa Tharita e nossas meninas Carolina,
Ana Clara e Milena

O desafio é aprimorar o que está correto e interromper o que está inadequado.

RESUMO

Diversos são os desafios enfrentados pelo agronegócio brasileiro mesmo sendo um setor muito desenvolvido sofre com a péssima condição de manutenção das estradas rurais. Este trabalho propõe a comparação de metodologias de avaliação das condições de superfície das estradas rurais para definição e identificação dos mecanismos de deterioração. Desta maneira este trabalho avalia conceitualmente três diferentes metodologias para a avaliação das condições de superfície das estradas rurais e suas particularidades, permitindo assim a sua utilização para definição de soluções de conservação e manutenção com maior durabilidade. Conclui-se que o método URCI (*Unsurfaced Road Condition Index*) apresenta-se adequado para esta avaliação das estradas rurais. O planejamento das ações nem sempre significa investir mais, mas investir de forma mais eficiente.

Palavras-chave: Estradas de terra 1. Defeitos 2. Sistema de Gerência 3. Avaliação de superfície 4. Infraestrutura 5.

ABSTRACT

There are several challenges facing Brazilian agribusiness development and one of the main is the poor maintenance of rural roads. Thus, this report proposes the comparison of methodologies for the evaluation of the surface conditions of rural roads to define the deterioration mechanisms. For this way, this work conceptually evaluates three different methodologies and their particularities to apply and use in conservations and maintenance solutions with adequate remain life. The method *Unsurfaced Road Condition Index* is adequate to evaluate unpaved roads and identify their distresses. Planning does not mean investing more money but investing more efficiently.

Keywords: Unpaved roads 1. Distresses 2. Management System 3. Methods of evaluation the surface condition 4. Infrastructure 5.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ação de manutenção P.M. Ernestina.....	21
Figura 2 - Capacidade Produtiva Agrícola.....	33

LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

CATI	- Coordenadoria de Assistência Técnica Integral
CODASP	- Companhia de desenvolvimento Agrícola de São Paulo
CONAB	- Companhia Nacional de Abastecimento
DER	- Departamento de Estradas de Rodagem
DNIT	- Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
DVI	- <i>Detailed Visual Inspection</i>
ERCI	- <i>Earth Road Condition Index</i>
OECD	- Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
PCI	- <i>Pavement Condition Index</i>
PEMH	- Programa Estadual de Microbacias Hidrográficas
RCS	- <i>Road Condition Survey</i>
SIG	- Sistema de Informações Geográficos
URCI	- <i>Unsurfaced Road Condition Index</i>
USACE	- <i>United States Army Corps of Engineers</i>
VD	- Valor Dedutível
VDT	- Valor Dedutível Total

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
1.1 JUSTIFICATIVA	17
1.2 OBJETIVOS	17
2 METODOLOGIA	19
3 REFERENCIAL TEÓRICO	20
3.1 HISTÓRICO	20
3.2 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE SUPERFÍCIE DE ESTRADAS RURAIS	23
3.2.1 Método Road Condition Survey/Detailed Visual Inspection (RCS/DVI).....	24
3.2.2 Método Earth Road Condition Index (ERCI).....	25
3.2.3 Método Unsurfaced Road Condition Index (URCI).....	27
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	30
5 CONCLUSÕES	35
REFERÊNCIAS	36

1 INTRODUÇÃO

Diversos são os desafios enfrentados pelo agronegócio brasileiro, ainda que seja o principal propulsor da economia nacional e por essência um setor extremamente competente e criativo dentro da porteira, já que o país tem favoráveis condições climáticas, geográficas e desenvolvimento tecnológico. Em contrapartida, a ineficiência das políticas monetárias, trabalhistas e tributárias associadas a deficiente infraestrutura para escoamento das safras reduz a rentabilidade e aumenta o risco de insucesso ao sistema.

Discussões sobre a precariedade das condições das estradas brasileiras, não é um tema inovador, contudo, safra a safra, ano a ano, os investimentos se reduzem e as estradas se deterioram rapidamente. O Ministério de Infraestrutura tem grande dificuldade em gerir adequadamente suas malhas pavimentadas, tanto que adotam como estratégia ofertar as rodovias com maior volume de tráfego à iniciativa privada. Por outro lado, uma simples avaliação dos números disponibilizados pelo Ministério em seu sítio oficial demonstra que as estradas pavimentadas representam 13,7% do total (213,5 mil quilômetros) da rede nacional e os demais 86,3% são rodovias não pavimentadas (1.350,1 mil quilômetros), estas sendo uma grande barreira para o agronegócio, já que estas estão normalmente sob gestão dos municípios que fazem uma gestão ineficiente, tanto pela falta de recursos financeiros como humanos.

Conforme informações do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) maior administrador da malha rodoviária do país, dos seus 56.869,44 km apenas 52,55% estão em bom estado, sendo que os demais estão igualmente distribuídos em regular e precária situação. Estas informações referentes ao ano de 2017, publicadas na Avaliação Funcional das Rodovias Federais sob Administração do DNIT. Já as estradas não pavimentadas não têm indicadores sobre a sua condição e tampouco metodologias e órgão competente que realizem seu acompanhamento.

Muito se comenta que a implementação de melhorias, ou mesmo a correta manutenção da malha de estradas não pavimentadas, deste ponto em diante serão denominadas de estradas rurais, representam vantagens competitivas ao agronegócio, devido a economia de gastos diretos referente a redução do custo operacional dos veículos, agilidade no escoamento, assim como o desenvolvimento

e expansão dos serviços públicos nestas localidades, facilitando a mobilidade e acessibilidade, Fattori (2007) corrobora com esta linha de pensamento.

Devido capacidade produtiva crescente e a necessidade de escoamento imediato associados a ineficiência da gestão da malha pública de rodovias pavimentadas, estradas rurais e a dependência deste modal de transportes embasam os questionamentos abaixo, os quais serão abordados ao longo deste trabalho.

1.1 JUSTIFICATIVA

A ineficiência das medidas de correção e manutenção das estradas rurais são fortes barreiras para o desenvolvimento do agronegócio, portanto a utilização e disponibilização de ferramentas de avaliação das estradas rurais permite aos administradores públicos, associações de agricultores e agro empresários identificar a necessidade de investimentos para melhorar a condição de manutenção e planejar as ações a serem tomadas.

Contudo, o principal desafio é estabelecer parâmetros para que os próprios municípios e associações realizem a gestão destas estradas de seu interesse, maximizando seus resultados e obtendo condições adequadas para escoamento da safra neste cenário de programas com elevados níveis de ineficiência, descontinuidade, ingerência e desorganização que muitas vezes geram escândalos e desvios de recursos de forma ilegal.

1.2 OBJETIVOS

Este trabalho foca na apresentação e comparação de metodologias que possam ser utilizadas para a avaliação das condições de superfície das estradas rurais de maneira sistêmica aliando seus mecanismos de deterioração e desempenho para a sugestão de medidas de conservação e manutenção a serem implementadas ou planejadas como ferramenta de gestão e controle dos mesmos a curto e longo prazo, melhorando seu desempenho e condições de trafegabilidade e segurança.

Desta forma os objetivos específicos deste trabalho buscam:

- Apresentar metodologias de avaliação da superfície para estradas de terra;

- Discutir sobre as decisões gerenciais a serem adotadas para a gestão das malhas de estradas não pavimentadas;
- Sugerir ações futuras que possam complementar a metodologia proposta.

2 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento deste trabalho, procedeu-se uma busca na literatura de metodologias de avaliação de superfícies de rolamento de estradas rurais para definição do seu estado de deterioração. Uma vez que não foram encontradas metodologias nacionais, foram selecionadas metodologias aplicadas e reconhecidas internacionalmente para sua avaliação teórica.

Numa segunda etapa, foram revisadas estas metodologias objetivas, ou seja, que contemplassem parâmetros objetivos de defeitos visíveis no leito carroçável para sua comparação e discussão no âmbito de sua aplicabilidade nas estradas rurais brasileiras.

Assim, foram selecionados três métodos de avaliação das condições de superfície de estradas rurais desenvolvidos fora do Brasil, os quais representam diferentes critérios que serão abordados e analisados.

Este estudo restringe-se à análise teórica não sendo fruto de calibrações de campo e comprovações em trechos experimentais.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 HISTÓRICO

As estradas rurais por essência originaram-se nas trilhas e caminhos antigos construídos de maneira primitiva, os quais passaram por melhorias em função da evolução dos povoados e desenvolvimento agrícola fundamentalmente, Baesso e Gonçalves (2003)

A maioria dos problemas ocorre pelo diferente entendimento de conceitos, ações e atribuições. Assim na conceituação das estradas rurais este divergente entendimento de conceitos torna-se evidente. Este é um fato importante, pois a grande maioria das estradas brasileiras são de terra.

O dualismo se evidencia quando a Companhia de Desenvolvimento Agrícola de São Paulo (CODASP), define que a estrada rural como uma via de circulação municipal que interliga a área rural ao sistema viário urbano e/ou ao sistema viário estadual e federal, sendo vias alimentadoras dessas interligações.

Ainda o Programa Estadual de Microbacias Hidrográficas (PEMH) pertencente a Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo cita no seu Manual para Adequação de Estradas de Rurais, Demarchi *et al.* (2003) que a grande maioria das estradas situadas nas zonas rurais foi inadequadamente aberta pelos colonizadores, os quais se orientavam pela escolha do traçado pela facilidade topográfica, acarretando em graves problemas erosivos em períodos chuvosos. Ainda, além dos problemas construtivos, alia-se o completo despreparo dos encarregados de serviços e operadores de máquinas, resultando em elevados custos de manutenção, onerando os municípios e induzindo lideranças locais a adquirir continuamente equipamentos pesados para a manutenção destas estradas.

Ou seja, esta visão aponta que a responsabilidade pela manutenção das estradas rurais é obrigação dos municípios, mesmo sendo este o menor arrecadador de fundos para sua aplicação em melhorias, ainda a aplicação destes recursos se faz de maneira desorganizada, pois tem uma visão de curto prazo e foca principalmente na solução imediata de “tapar buracos” e “cascalhar” a estrada com os equipamentos adquiridos pelo município os quais corriqueiramente são retroescavadeira, motoniveladora, caminhão basculante, trator de esteira e quando muito um rolo corrugado, para as correções contínuas após os períodos chuvosos,

faz-se a aquisição de brita ou cascalho e passa-se ano a ano executando-se estas intervenções.

Por mais que pareça inadequada esta política ainda é adotada nos dias atuais no país. Na Figura 1 observa-se as ações de manutenção conduzidas pela Prefeitura Municipal de Ernestina, Rio Grande do Sul.

Figura 1 - Ação de manutenção P.M. Ernestina.

11 DE JULHO DE 2019 ÀS 08:24 / OBRAS E VIAÇÃO

Administração Municipal executa obras de manutenção e reparos de estradas do interior



A Secretaria de Obras de Ernestina atua intensamente na manutenção e recuperação de estradas do interior. Nos últimos dias as máquinas do município trabalharam na comunidade de São Paulo, e a partir de agora estão previstos trabalhos na Linha Tieze. Desde o início de 2019 foram recuperados e reparados aproximadamente 45 quilômetros de estradas no interior, número expressivo e que demonstra o trabalho efetivo executado pela Administração Municipal de Ernestina através da secretaria de Obras.

Com os novos equipamentos adquiridos recentemente e que fortaleceram a frota municipal, o que se vê é mais agilidade e principalmente qualidade nos trabalhos realizados. O prefeito Odir João Boehm ressalta que o Poder Executivo Municipal trata a manutenção de estradas vicinais e infraestrutura como prioridade, sobretudo porque beneficia os produtores rurais e demais moradores das comunidades do interior, bem como o transporte escolar que circula diariamente levando os estudantes até as escolas. "Buscamos constantemente a melhoria da infraestrutura, seja na cidade ou no interior. Já realizamos diversas obras na área urbana e agora estamos atuando para garantir estradas sempre nas melhores condições aos moradores da área rural. Desta forma temos certeza que estamos no caminho certo", enfatizou o prefeito.



As estradas rurais desempenham importante papel socioeconômico nos países em desenvolvimento, e nisto se inclui o Brasil, onde grande parte dessas vias não consegue responder eficientemente aos níveis de serviço desejáveis, uma vez que estando significativa parcela dessa rede sob jurisdição local, sua gestão e manutenção é frequentemente ineficaz, quer por orçamentos deficitários quer por despreparo do corpo técnico. E a manutenção inadequada da rede de estradas traduz-se em prejuízos econômicos e danos sociais, além de acarretar graves problemas ambientais como erosão, poluição e assoreamento de mananciais, Viviani *et al.* (2008).

Sob esta ótica da extensa malha de estradas rurais, administradas pelos mais diferentes gestores, mais de 5.500 administradores municipais, somente no Paraná são 399 municípios, regidos pelas particulares Leis Municipais e Planos Diretores com restrições orçamentárias apresenta-se como uma solução promissora para resolver grande parte dos problemas relacionados às redes de estradas rurais não pavimentadas a implantação de sistemas de gerência de vias mais eficaz, que identifique e priorize os trechos com maior necessidade de manutenção, Schliessler e Bull (2004), McPherson e Bennett (2005).

Diferentemente dos conceitos mais antigos gerenciar uma malha de estradas de terra envolve vários outros fatores além da identificação de defeitos e a aplicação de medidas de correção pontuais. A gestão desta malha deve ser sistêmica integrando planejamento, ações e monitoramento para garantir eficiência técnica, econômica e social garantindo trafegabilidade, desenvolvimento econômico, conforto a população e segurança.

A alocação dos escassos investimentos, deve ser realizado de maneira eficiente, lembrando que aproximadamente 90% das estradas rurais estão sob gestão dos municípios. Não é necessário consultar especialistas em infraestrutura para apontar as carências de manutenção nas estradas rurais, qualquer simples morador da área rural tem capacidade de rapidamente elencar os problemas de conformação da superfície de rolamento, erosões localizadas, limpeza, falta de sistemas de drenagem, recomposição áreas degradadas, eliminação de alguns atoleiros, entre outras demandas.

A cada safra os problemas de agravam, os custos dos transportes aumentam e as perdas de grãos é crescente.

Este cenário faz com que os serviços de manutenção de estradas rurais sejam cada vez mais frequentes, associando-se a falta de estruturação de programas estaduais e federais eficientes que disponibilize recursos e a falta de preparo dos administradores municipais. Assim a alternativa paliativa torna-se padrão e os municípios adquirem equipamentos rodoviários com mais frequência e logo trabalham dia após dia na solução parcial dos problemas, não trabalham na solução do causador dos problemas, mas sim na diminuição de problemas pontuais, normalmente por solicitação dos moradores e usuários. Ao não resolver os problemas definitivamente todos saem prejudicados, pois os problemas retornarão na próxima chuva ou na melhor das hipóteses na seguinte safra, mas quem de fato contabiliza estes gastos e a eficiência destas técnicas? A resposta é incerta mas a consequência é o mau estado de conservação das estradas que dificulta o escoamento de safras e piora da qualidade de vida das comunidades rurais.

Neste sentido fundamentalmente deve-se utilizar ferramentas e métodos eficazes para a avaliação da superfície dos pavimentos para a tomada de decisão e definição de estratégias e ações de manutenção e conservação.

3.2 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE SUPERFÍCIE DE ESTRADAS RURAIS

O grande desafio para a correta avaliação da superfície das estradas rurais está na definição do procedimento de avaliação (objetivo ou subjetivo) que envolve os parâmetros a serem observados para identificação dos mecanismos de deterioração e a definição de segmentos de comportamento homogêneo compatível para a representação da malha em estudo, pois estes devem ser representativos e aderentes a realidade de campo.

O Brasil, além da precariedade na manutenção de suas estradas rurais, apresenta deficiência na elaboração de métodos de análise para a avaliação de defeitos.

As principais metodologias disponíveis para avaliação de superfície de estradas rurais foram desenvolvidas nos Estados Unidos, Europa e África.

Quando se planeja alocar recursos para realizar intervenções em estradas rurais todas as decisões e estratégias são dependentes da etapa de identificação

dos mecanismos de deterioração, portanto é prudente utilizar-se de ferramentas de avaliação que representem as patologias encontradas nas estradas rurais.

As metodologias discutidas neste relatório são relevantes e tem uso corriqueiro por grandes organismos internacionais como *World Bank* e *OECD*. Contudo, toda metodologia a ser utilizada deve ser validada ou calibração em campo antes da sua aplicação.

3.2.1 Método Road Condition Survey/Detailed Visual Inspection (RCS/DVI)

Este método segmenta a avaliação da estrada em duas etapas com objetivos diferentes, mas complementares. A primeira etapa determina a condição geral da malha (*road condition survey*) que avalia a trafegabilidade como parâmetro fundamental por tanto vislumbra o todo, sem detalhar na sua avaliação a ocorrência de defeitos na superfície, mas sim as condições gerais, inclusive de acostamentos, sinalização e conservação. A segunda avaliação é mais específica (*detailed visual inspection*) e pode ser aplicada diretamente na avaliação da superfície de rolamento pois determina a ocorrência de defeitos na camada de rolamento, OECD (1990).

Esta metodologia é reconhecida pelo Banco Mundial e foi desenvolvida pela OECD (Organização para a cooperação e desenvolvimento econômico) na década de 1990.

As unidades amostrais por este método deverão ser maiores que 500 metros e não podem ser maiores que 5.000 metros avaliando-se cada sentido da estrada. O tamanho da amostra é um dos principais pontos de atenção, pois uma avaliação subjetiva inicial, com triagem visual do observador pode mascarar regiões críticas e mascarar resultados como por exemplo, em segmentos de serra, várzeas e outros que apresentam particularidades.

A avaliação em nível de rede (RCS) ou gerencial que avalia três diferentes parâmetros que servem para diferenciar segmentos que devem ser estudados individualmente e os demais menos severos. O parâmetro inicial está ligado a condição de pista (com notas de 1 a 5) porém este é muito subjetivo e não considera os defeitos especificamente, mas as condições de trafegabilidade da superfície da estrada, defeitos e quando em situação ruim serve de gatilho para a avaliação detalhada (DVI). O segundo parâmetro identifica os elementos nas laterais da

estrada, tais quais sistemas de drenagem, processos erosivos e conservação. O terceiro e não muito comum no Brasil avalia as condições de sinalização e elementos de segurança. Um quarto parâmetro também com ligado a manutenção e opcional é a avaliação física de obras de arte especiais, bastante interessante para uma análise mais efetiva do ativo público.

Quando requerida, ou acionado o gatilho pela nota do RCS é acionada a inspeção visual detalhada (DVI) para avaliar detalhadamente o tipo de defeito, sua frequência e severidade proporcionando mais informações para o diagnóstico da seção afetada. Esta análise também é realizada com notas para avaliação de ondulações, afundamentos nas trilhas de rodas, seção transversal, espessura de revestimento, erosão, buracos e atoleiros. Esta etapa tem elevado grau de complexidade, mas a grande incerteza do método ocorre devido ao filtro inicial (DVI) ser pouco sensível a ocorrência de patologias.

Este método é muito valioso para malhas de estradas em boas condições de trafegabilidade, pois ela propõe melhorias e estabelece gatilhos em função das deficiências no entorno das rodovias, contudo o Brasil está numa etapa anterior, na qual precisa tornar as estradas minimamente trafegáveis.

3.2.2 Método Earth Road Condition Index (ERCI)

O método originado no Egito para determinação de áreas que necessitam de manutenção, de acordo com Ferreira (2004) é uma adaptação de outros métodos de avaliação objetiva utilizadas para pavimentos flexíveis.

Este procedimento divide a estrada em segmentos homogêneos com a particularidade de representar no mínimo 10% da extensão de cada subseção. Ou seja, segmentos de 1000 metros devem apresentar subseções de 100 metros, tornando as unidades de análise bastante adequadas e representativas da condição das estradas.

Após o levantamento de campo em todas as seções e subseções procede-se o cálculo do índice ERCI. Todos os defeitos são classificados pela sua severidade (baixa ou alta), densidade (ocasional, frequente ou grande escala). Após aplica-se individualmente um valor de ponderação para cada defeito e para cada quesito, sendo o ERCI o valor da escala máxima (100) subtraído dos valores deduzidos. Assim quanto menor a ocorrência de defeitos ou menor a sua

importância, maior é a classificação deste segmento homogêneo. O grande segredo do método está no peso atribuído a cada classe de defeito. Este é um método derivado dos PCI (*pavement condition index*) e muito semelhante aos métodos brasileiros para a avaliação de pavimentos flexíveis.

A adoção deste tipo de metodologia considera frequência, pesos e fatores de redução, além das características locais, as quais interferem muito no conjunto da nota e prejudicam sua eficiência. Por exemplo, uma erosão leve localizada apresenta um peso (redução de nota) 10 pontos, já para a ocorrência de buracos na mesma intensidade somente 4 pontos. Sendo que a correção da erosão interfere menos na trafegabilidade e afeta menos o usuário que a frequência de buracos que ainda tem uma velocidade de deterioração elevada, ou seja, a validação dos pesos atribuídos a cada tipo de defeito considerado pode interferir no correto diagnóstico.

A Tabela 1 resume os fatores considerados e sua abrangência:

TABELA 1. Classificação ERCl.

Defeitos	Pesos	Severidade		Densidade			Dedução
		Leve	Grave	O	F	E	
Falha erosão de aterro	20	0,5	1	0,4	0,8	1	
Falha muro de contenção	12	0,3	1	0,4	0,8	1	
Altura da superfície	15	0,5	1	0,4	0,8	1	
Abaulamento	8	0,5	1	0,4	0,8	1	
Afundamento na trilha de roda	8	0,5	1	0,4	0,8	1	
Buracos	8	0,5	1	0,4	0,8	1	
Superfície saturada	8	0,6	1	0,4	0,8	1	
Estrutura ilegal de irrigação	7	0,4	1	0,4	0,8	1	
Plantas na superfície da estrada	7	0,5	1	0,4	0,8	1	
Ocupação da superfície da estrada	7	0,4	1	0,4	0,8	1	

Onde: O – ocasional; F- frequente; E – Extenso

Fonte: o autor (2019)

Tal método torna-se pouco efetivo para a avaliação da superfície da estrada, pois dentre os defeitos considera apenas afundamentos nas trilhas de rodas, buracos e áreas com atoleiros. Ainda, estas patologias têm menor importância se comparada a problemas como erosão em aterro, falhas em muros de contenção e outros fatores importantes que não referentes a superfície de rolamento como a

presença de plantas na superfície da estrada e ocupação da superfície da estrada por equipamentos ou produtos.

Apesar sido sua consideração se dá pela correta interpretação da representatividade da estrada rural nos segmentos homogêneos e possibilidade de adaptação as condições do Brasil.

3.2.3 Método Unsurfaced Road Condition Index (URCI)

Este é o método em maior uso no Brasil, a agência de Regulação de Concessões de Rodovias de São Paulo utiliza-o para avaliação dos segmentos de estradas não pavimentadas. O método *Unsurfaced Road Condition Index* – Índice da Condição de estradas não pavimentadas foi desenvolvido pelo corpo de engenheiros dos Estados Unidos (USACE), como sendo uma nota de 0 a 100 pontos para determinar a condição da superfície da estrada. Sua descrição completa está no Manual Técnico TM 5-626 “*Unsurfaced Road Maintenance Management*” da USACE (1995).

As unidades amostrais definidas pelo método são funções da área da estrada, devido a variação de larguras, a amostra deve ter $(230 \pm 90 \text{ m}^2)$. A densidade dos defeitos é obtida através da razão entre a quantidade total de determinado defeito com determinada gravidade e a área total da amostra, ou seja:

$$Densidade = \frac{\text{medida do defeito (m}^2, \text{m ou unidades)}}{\text{área da unidade amostral (m}^2)} \cdot 100$$

Este modelo norte americano é bastante detalhado quanto a análise das seções e ocorrência de defeitos, pois culturalmente este país tem um grande cuidado com a manutenção das estradas rurais.

Para uma maior adequação a condição brasileira sugere-se que as unidades amostrais não sejam fixadas por área predeterminada, pois o Brasil não tem uma regulamentação que determine a padronização da largura das estradas de terra, nem uma correta fixação de faixa de domínio de uso da terra. Neste caso a avaliação ficaria muito sensível a variação de larguras das estradas. Então o comprimento das seções apresentaria uma heterogeneidade grande, não sendo adequado para a análise e menos ainda para uma avaliação continuada ao longo do tempo.

A nota do URCI é baseada na avaliação dos diferentes defeitos observados sua densidade em área e a severidade (alta, média ou baixa), novamente deduzidos por fatores de contribuição.

Os defeitos contemplados são:

- 1) Adequação da seção transversal - uma seção transversal é inapropriada quando a superfície não está apta a escoar a água para as valas laterais da via, resultado no acúmulo de água;
- 2) Adequação da drenagem lateral – responsável pelo escoamento e proteção de processos erosivos;
- 3) Corrugações – trafegabilidade e conforto ao rolamento;
- 4) Geração de poeira – ligada a segurança e visibilidade;
- 5) Buracos – condição de deterioração;
- 6) Afundamentos nas trilhas de rodas – deformabilidade da estrutura;
- 7) Segregação de agregados - aspectos de segurança e aderência.

O método disponibiliza ábacos, onde, através da densidade (%) obtida encontra-se o Valor Dedutível (VD) para cada defeito e grau de severidade. Somando-se os VD de cada defeito e grau de severidade levantados, obtém-se o Valor Dedutível Total (VDT).

A classificação da estrada rural pelo índice URCI está apresentado na Tabela 2:

TABELA 2. Classificação do estado da estrada rural.

URCI	
100-85	Excelente
85-70	Muito Bom
70-55	Bom
55-40	Regular
40-25	Ruim
0-25	Falido

Fonte: o autor (2019).

Este método contempla todos os defeitos de superfície sendo muito adequado para a avaliação da superfície. Sua eficiência é muito dependente da qualidade e experiência dos avaliadores e seu treinamento, pois a determinação da ocorrência destes defeitos e sua frequência determinam a classificação da estrada. Este

problema pode ser mitigado com a utilização de equipamento equipados com câmeras para coletar as imagens da superfície e definir as ocorrências em escritório.

As dificuldades do método e por isso requer sua calibração de modelos está nas curvas que supostamente avaliam a evolução dos defeitos, pois trata-se de um método americano, sendo que este país investe muito em pesquisa e tem suas estradas rurais em condições de manutenção completamente diferentes das brasileiras, assim como composição do tráfego atuante.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O levantamento das patologias ou defeitos observados na superfície de estradas rurais são protagonistas na análise destas estruturas de engenharia. Pois através da sua frequência de ocorrência e severidade consegue-se associadamente avaliar quais são os mecanismos de deterioração que estão atuando para este processo de degradação e sua expectativa de vida útil.

Através da sua ocorrência, severidade e velocidade de degradação consegue-se alimentar os métodos de avaliação de estradas objetivos e definir seu real estado de deterioração e até a priorização de manutenção com modelos de Gerência de estradas.

Os métodos teoricamente avaliados neste trabalho diferenciam-se nos seus critérios de patologias considerados (Tabela 3).

TABELA 3. Critérios de avaliação de defeitos.

Defeitos	Métodos		
	RCS/DVI	ERCI	URCI
Seção Transversal	SIM	SIM	SIM
Drenagem Inadequada	NÃO	NÃO	SIM
Corrugação	SIM	NÃO	SIM
Poeira	SIM	NÃO	SIM
Afundamentos plásticos	SIM	SIM	SIM
Buracos	SIM	SIM	SIM
Perda de Agregados	SIM	NÃO	SIM

Fonte: (o autor)

Na Tabela 3 observa-se que os métodos URCI abrange os principais defeitos que ocorrem na superfície de rolamento, enquanto o método ERCI ao não contemplar a perda de agregados, poeira e corrugação despreza a avaliação das condições de conforto ao rolamento, portanto, não é adequado para uma avaliação consistente. O método RCS/DVI abrange quase a totalidade das patologias, exceto a drenagem, mas isto quando considerado a avaliação detalhada, que nem sempre ocorre, sendo assim um método mais comparável ao URCI.

Para a utilização destes métodos é necessário que seja realizado inicialmente um trecho de teste que sirva de calibração para os fatores e notas finais que serão geradas pelos diferentes métodos, permitindo assim a verificação da confiabilidade

do método ou necessidade de ponderá-lo, pois, todos estes métodos tem como parâmetro de saída uma nota por segmento homogêneo que determina o estado de conservação deste sendo ruim a excelente, em termos de medida corretiva reconstrução a nada a fazer.

Realizando uma análise global apresenta-se os principais aspectos positivos dos métodos:

- RCS/DVI – faz uma avaliação global da estrada rural baseada nas condições de segurança, sinalização e trafegabilidade;
- RCS/DVI – para os trechos que apresentam condições globais deficientes, o método propõe uma análise bastante detalhada da superfície de rolamento;
- ERCI – metodologia de fácil aplicação no campo;
- ERCI – apresenta segmentação homogênea muito representativa com segmentos de 1000 metros, sendo estes representados por 10% da extensão total;
- URCI – metodologia de fácil aplicação no campo e contempla todas as classes de defeitos existentes;
- URCI – segmentação homogênea muito completa com segmentação homogênea bem restrita, representa a realidade da estrada.

Já as limitações dos métodos em alguns casos são impeditivas de sua utilização nestas condições:

- RCS/DVI – segmentação homogênea inadequada variando de 500 metros até 5000 metros, com esta amplitude perde-se muito da representatividade dos segmentos, deturpando;

- RCS/DVI – o gatilho da análise global da via (RCS) torna o método muito oneroso para estradas rurais em más condições de conservação, por vezes mascarando a análise detalhando, por não acionar o gatilho para avaliação do pavimento;

- ERCI – tem por limitação não considerar a ocorrência de corrugações, poeira, perda de agregados e drenagem da plataforma;

- ERCI – considerar fatores que estão associados a utilização do entorno da estrada que em nada tem relação com o desempenho desta, tais como estrutura ilegal de irrigação, plantas na superfície da estrada e falha em muro de contenção. Estes fatores inviabilizam esta metodologia, na teoria.

- URCI – definição da segmentação homogênea por área, no Brasil isto é proibitivo, pois estas estradas têm largura muito variável.

- URCI – não contempla as condições de sinalização, pontes, acessos.

Desta avaliação fica evidente que os métodos que podem e devem ser aplicados em campo, contudo com algumas ressalvas.

O método RCS/DVI tem uma particularidade interessante na sua aplicação, pois ele parte de uma análise macro, avaliando as características geométricas, físicas e de rolamento da estrada e determina um gatilho (nota mínima) para que nestes locais mais ruins seja feita uma análise específica da condição de superfície. O aspecto de atenção é a grande extensão da unidade amostral que poderia ser reduzida.

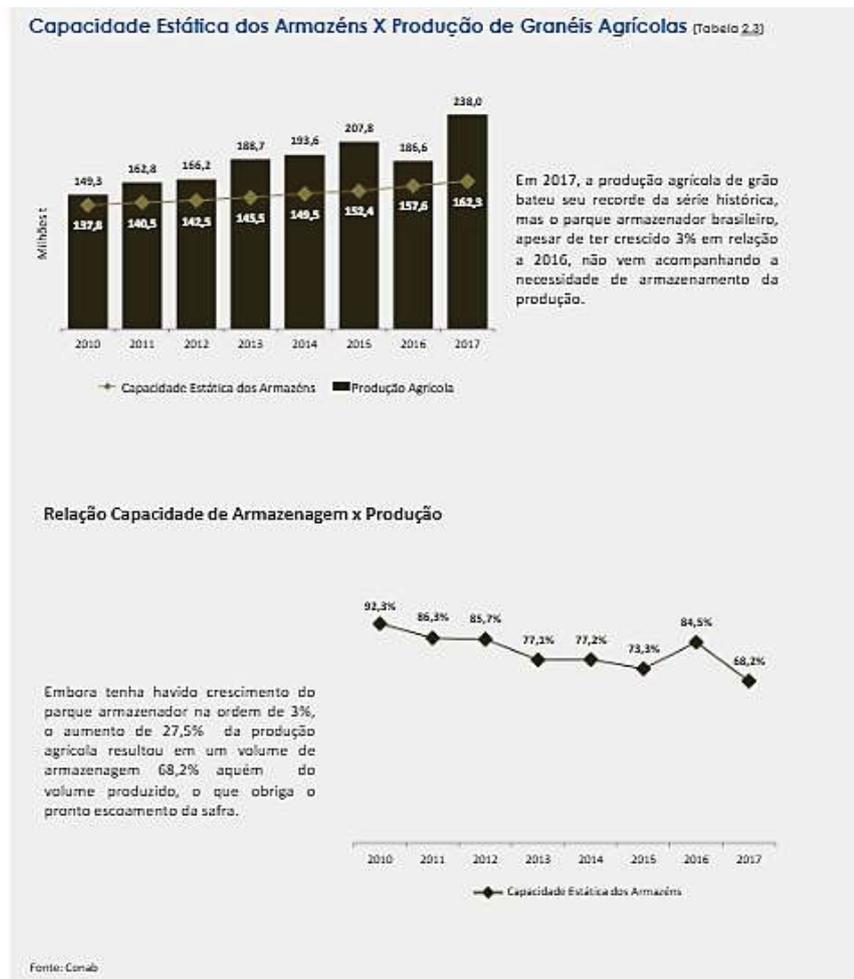
O método ERCI dificilmente pode ser aplicado no Brasil, já que seus mecanismos de deterioração não são atrelados exclusivamente a condição da estrada e sim à fatores externos. Fatores de clima, carga de tráfego e deformabilidade não podem ter menor peso que uma contenção ou ser combinado a parâmetros que não estão intimamente ligados a superfície como uma instalação irregular de irrigação ou mesmo plantas na superfície da estrada.

O método URCI é bastante completo e conectado a superfície de rolamento e condições de drenagem, escoamento de água e visibilidade, este método pode ser utilizado diretamente nas estradas rurais brasileiras.

Uma limitação destes modelos é falta de multidisciplinaridade, ou seja, ao desenvolver um sistema pode-se investir um pouco mais e alimentá-lo com outros módulos com abrangência sobre a situação de pontes, sinalização, elementos de segurança e até mesmo cadastro de propriedades, indústrias, escolas e igrejas. O cadastro das propriedades pode servir para o próprio administrador público como uma fonte de receita acessória para regularização de propriedades e até mesmo exploração de marketing (placas publicitárias) ao longo destas estradas, pois pode-se alimentar este ecossistema. Isto é investe-se em estradas mas arrecada-se com elas.

A grande discussão proposta neste trabalho é a necessidade iminente da manutenção e conservação das estradas rurais e também pavimentadas, pois em 2017 novamente obteve-se recordes de produção de grãos e o principal destino é a exportação (Figura 2).

FIGURA 2. Capacidade Produtiva Agrícola.



Fonte: Anuário Estatístico dos Transportes 2010-2017.

No Brasil a capacidade de armazenamento é limitada, muito inferior a produção e o bom resultado financeiro depende deste ágil e eficaz escoamento. A análise da CONAB demonstra a necessidade de escoar rapidamente a produção, pois a capacidade estática de armazenamento é de 68,2 percentual, aquém do volume produzido. Desta forma a eficiência e ganhos estão muito relacionados à qualidade das estradas e seu estado de conservação.

A reflexão destas metodologias e estratégias de gestão das estradas rurais no país demonstram que a falta de planejamento de ações e programas de melhorias sem planejamento e critérios técnicos, resultam em programas municipais com altos investimentos na compra de equipamentos e agregados, que tem como consequências estradas rurais em más condições, desvios de recursos, sucateamento dos equipamentos e insatisfação da população, por isso deve-se

avaliar as estradas rurais e propor melhorias adequadas, nos locais corretos, fazendo-se gestão de custos, soluções e desempenho.

5 CONCLUSÕES

A utilização de métodos de avaliação da camada de rolamento de estradas é parte fundamental para a identificação de defeitos e a definição das ações e necessidades de manutenção. Neste sentido o método URCl apresenta-se como o mais adequado, pois abrange os principais defeitos que ocorrem no leito da estrada. Sendo que sua adequação e calibração para a realidade brasileira é muito importante.

A metodologia ERCl não cumpre o propósito estabelecido de identificação dos mecanismos de deterioração e sua evolução, portanto não se recomenda sua utilização.

A metodologia RCS/DVI pode ser utilizada em malhas de estradas rurais em boas condições de conservação, situação esta atípica no país.

A limitação deste trabalho está na falta de calibração destes modelos em campo, através da implantação de trechos experimentais. Sendo esta uma recomendação para trabalhos futuros.

REFERÊNCIAS

Anuário Estatístico de Transportes 2010 – 2017. Brasília, DF, 2018.

Avaliação Funcional das Rodovias Federais sob Administração do DNIT, Diretoria de Planejamento e Pesquisa, Brasília, DF, 2018.

Baesso, D.P., Gonçalves, F.L. **Estradas Rurais Técnicas Adequadas de Manutenção**. Florianópolis: DER, p. 236, 2003.

Demarchi, Luis César et al. **Adequação de Estradas Rurais. Manual Técnico**, CATI, Campinas, 2003.

Fattori, B.J. **Manual para Manutenção de Estradas de Revestimento Simples**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

Ferreira, F.M, **Uma aplicação comparativa de métodos de avaliação das condições superficiais de estradas não pavimentadas**. UNICAMP, Campinas, 2004.

McPherson, K. and Bennett, C.R. (2005) **Success Factors for Road Management Systems**. Report to the World Bank, East Asia Transport Unit, Washington, D.C, 2005.

Ministério de Infraestrutura do Brasil. Síntese do Setor Rodoviário. Disponível em <http://www.infraestrutura.gov.br/component/content/article.html?id=5341>. acesso em 14/09/2019.

Organisation for economic co-operation and development, OECD and International Bank for reconstruction and development, BIRD - **Road Monitoring Manual for Maintenance Management. Volume1: Manual for Developing Countries**. Paris, 1990.

Prefeitura Municipal de Ernestina. **Administração Municipal executa obras de manutenção e reparos de estradas do interior**. 11/07/2019. Disponível em <https://ernestina.rs.gov.br/2019/07/11/administracao-municipal-executa-obras-de-manutencao-e-reparos-de-estradas-do-interior/> acesso em 29/10/2019.

Schliessler, A. and Bull, A. **Road Network Management**. UN-ECLAC (United Nations Economic Commission for Latin America and the Caribbean), German Technical Cooperation Report, 2004.

TM 5-626 **“Unsurfaced Road Maintenance Management”**, USACE, Washington D.C.,1995.

Viviani, E.; Ramos, R. A. R. e Luiz Júnior, D. **Proposta de indicadores para suporte à decisão em gerência de vias não pavimentadas, PLURIS2008 – 3º Congresso LusoBrasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável**, Santos, Brasil, 2008.

_____. **Road Monitoring Manual for Maintenance Management. Volume 2: Damage Catalogue for Developing Countries.** Paris, 1990.