

Mapeamento e verificação de defeitos em estradas não pavimentadas visando sistema de gestão

Simone de Almeida Jácomo¹
Thiago Henrique Arbués Botelho²
Marcelo Tsuyoshi Haraguchi³
Nori Paulo Griebeler⁴

¹Universidade Federal de Goiás - UFG/GO
Avenida Esperança s/n – Campus Samambaia CEP 74690-900 Goiânia – Go, Brasil
simonejacomo@yahoo.com.br

²Universidade Federal de Goiás - UFG/GO
Campus Samambaia CEP 74690-900 Goiânia – Go
thiago2012arbo@hotmail.com

³ Pontifícia Universidade Católica de Goiás PUC/GO
Av. Universitária, 1440 - Setor Universitário
haramt@yahoo.com.br

⁴Universidade Federal de Goiás - UFG/GO
Campus Samambaia CEP 74690-900 Goiânia – Go,
npgriebeler@hotmail.com

Abstract.

According to the National Highway System (SNV), used as a base for the 2016 Survey, the Brazilian paved road network comprises 211,468 km in length, as opposed to 1,351,979 km of unpaved roads (CNT, 2016), indicating That more than 80% of roads are unpaved. In this sense, the objective of this work was to collect data on the extension of unpaved roads and their problems, in the municipality of Terezópolis de Goiás, using geotechnologies. After the definition of the study area, the construction of the georeferenced database that supported the GIS was carried out and in the field, the unpaved road was tracked during the month of November 2016. The road network was covered and scripted through a receiver GNSS navigation and road evaluation and verification of defects found follow the methodology proposed by Oda (1995). After the field phase, the map of the roads covered and the defects listed was crossed with pedology and slope data to define sample units. The representativeness of the defects and the functional relevance of the unpaved roads evidences the need for research in the area and a promising solution to solve problems related to unpaved roads and the characteristics observed in the inspection carried out. In general, the roads Need to reconfigure the platform, perform adequate surface drainage works and increase the roughness of the bed in stretches of greater slope.

Palavras-chave: GIS; Geotechnology ; Unpaved Roads; Public Administration.

1. Introdução

O campo de aplicações de um Sistema de Informações Geográficas - (SIG) para administração pública é bastante amplo, uma vez que esse é caracterizado pela integração, da geometria e de atributos georreferenciados, provenientes de dados cartográficos, censos, cadastros urbanos e rurais, imagens, redes e modelos de terreno. Com essa ferramenta é possível combinar vários dados, além da consulta, recuperação e visualização das informações, o que potencializa a possibilidade de auxílio às tomadas de decisões (Câmara & Davis, 2001). Dentre as opções para a modernização da gestão destaca-se o Geoprocessamento, utilizado no tratamento da informação geográfica e que vem influenciando de maneira crescente

praticamente todas as áreas do conhecimento. A integração de bases de dados, dos mais diversos setores da atividade pública, proporciona melhorias na eficiência e na transparência administrativa, o que possibilita a racionalização dos gastos, bem como, a agilidade e a visibilidade nas ações, tanto de gestão como de execução. Neste sentido, o levantamento e o mapeamento de informações relativas às diferentes áreas da gestão maximizam o poder de tomada de decisão dos gestores.

Quando se trata da rede viária, as rodovias são classificadas em Federais, Estaduais e Municipais. As Federais são de responsabilidade do Governo Federal, tanto sua construção quanto sua manutenção e, comumente, são vias arteriais, que interligam os Estados da Federação. As Estaduais são geridas pelo Estado e interligam cidades e capitais exercendo, geralmente, função de arterial ou coletora e as municipais são construídas e mantidas pelos governos municipais (Valente, 2008). De acordo com o Sistema Nacional de Viação – SNV, utilizado como base para a Pesquisa de 2016, a malha rodoviária pavimentada brasileira compreende 211.468 km de extensão, contrapondo-se aos 1.351.979 km de rodovias não pavimentadas (CNT, 2016), indicando que mais de 80% das vias são não pavimentadas.

Moreira (2003) revelou que a malha rodoviária brasileira é composta por expressivo número de estradas não pavimentadas utilizadas para o transporte de produtos, principalmente agropecuários, para as plantas industriais e centros de distribuição e, Griebeler (2002), destacou a predominância das estradas não pavimentadas em relação às pavimentadas nos países em desenvolvimento. Considerando que, nestes países, a produção e comercialização de produtos primários, que utilizam principalmente este tipo de via, corresponde a grande parte de sua economia, requer-se que estas estejam em boas condições para não interferir grandemente nos custos e desperdícios.

Um outro fator que deve ser ressaltado é a questão ambiental em estradas não pavimentadas, as quais sofrem com processos erosivos das mais variadas magnitudes. A água é o principal agente desencadeador desses processos, os quais representam um importante problema, provocando danos de toda ordem e que economicamente se tornam grande desafio para o gestor público. Além das estradas, tal fato ainda pode iniciar ou agravar processos erosivos em áreas cultivadas, prejudicando a produtividade e, conseqüentemente, a lucratividade dos produtores rurais, além de afetarem a qualidade e disponibilidade dos recursos hídricos (Griebeler et al 2005).

Trabalho de Ulimwengu et al (2009) apontou que o potencial agrícola da República Democrática do Congo é prejudicado por causa da degradação das estradas. Esses autores realizaram estimativas sobre o acesso da população ao mercado, por meio de SIG, fazendo simulações de como os investimentos em infraestrutura afetariam o acesso ao mercado, a produção agrícola e o setor econômico. Já Dorosha et al (2012), fizeram uma relação entre infraestrutura nas vias de transporte, localização, população, tempo de viagem e produção agrícola. Os resultados encontrados por esses autores apontaram maior concentração espacial da população e da produção agrícola nas proximidades das grandes cidades, sendo que houve uma associação significativa entre o tempo de viagem e a produção agrícola.

A maior parte dos problemas encontrados em estradas não pavimentadas são originados na sua construção, pois é comum essas estradas serem construídas sem critérios técnicos, desconsiderando fatores essenciais como: relevo, intensidade de utilização e estruturas que permitam a drenagem das águas.

Diversos autores tem realizado trabalhos com foco em estradas e utilizado geotecnologias para tanto. Emmert et al (2010) utilizaram geotecnologias para confecção de mapas temáticos e identificação de pontos críticos em estradas florestais. Esse estudo foi realizado em área de reflorestamento com eucalipto, em Niquelândia, GO. Mediante um trabalho de campo foi possível identificar e a avaliar a situação das estradas florestais, bem como os trechos mais críticos, intensidade de cada defeito e custos de manutenção dos mesmos. Os autores

concluíram que o uso de geotecnologias se mostrou como ferramenta eficiente para interpretação, qualificação e quantificação de fenômenos naturais da região e para auxílio na gerência de pavimentos das estradas florestais.

Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi levantar dados relativos à extensão das estradas não pavimentadas e seus problemas, no município de Terezópolis de Goiás.

2. Metodologia de Trabalho

A escolha do município ocorreu em função da relevância socioeconômica e ambiental do local e pela facilidade de acesso à capital do Estado de Goiás, Goiânia, que se faz pela BR-153. Terezópolis de Goiás, GO, está localizado inteiramente na Área de Proteção Ambiental (APA) do Ribeirão João Leite. Sua vocação regional inclui as atividades rurais voltadas para a pecuária de leite de corte, hortaliças e ecoturismo.

Após a definição da área de estudo foi realizada a construção da base de dados georreferenciada que deu suporte ao SIG. Para isso utilizou-se imagem orbital, multiespectral, do satélite THEOS (Thailand Earth Observation Satellite) de 2010, a qual possui resolução espacial de 2m, bem como, imagens disponíveis no globo virtual Google Earth®, como apoio à orientação do rastreamento das estradas. Informações relativas à pedologia, hidrografia e declividade foram obtidas através de mapeamentos pré-existentes disponibilizados por órgãos estaduais.

O rastreamento das estradas não pavimentadas foi realizado no período chuvoso durante o mês de novembro de 2016. A malha viária do município foi percorrida e roteirizada através de receptor GNSS de navegação. Todos os trechos foram percorridos a uma velocidade média de 40 km por hora, possibilitando a varredura das condições de superfície de rolamento das vias de dentro do veículo, e identificação dos dispositivos de drenagem. Também foram coletadas as coordenadas planas, Sirgas 2000, Zona 22, dos pontos mais críticos, onde os defeitos eram evidentes, classificados conforme a Tabela 1. A avaliação das estradas e caracterização dos defeitos encontrados seguem a metodologia proposta por Oda (1995).

Tabela 1. Classificação dos Tipos de Defeitos das vias Não Pavimentadas

Nº.	Tipos de defeito	
	Cód.	Descrição
1	Pd*	Buracos ou panelas, atoleiros e seção transversal inadequada em conjunto
2	Ato	Atoleiros ocupando toda largura da via
3	Se	Superfície escorregadia ou sabão
4	Sdre	Sistema de drenagem inadequado
5	Ecx	Estrada encaixada
6	Eros	Processos erosivos na via (sulcos ou ravinas)
7	Cor	Corrugações (“costelas de vaca”)

Posterior à fase de campo, o mapa das estradas percorridas e dos defeitos mapeados foi cruzado com os dados de pedologia e declividade para definir unidades amostrais. Tais unidades serão analisadas na próxima fase do trabalho, onde serão avaliados detalhadamente os defeitos dos trechos selecionados, considerando, especialmente, o grau de severidade e a extensão de cada tipo de defeito.

3. Resultados e Discussão

As vias percorridas e os defeitos encontrados deram origem aos resultados disponíveis na Figura 1 e Tabela 2. A extensão total da malha viária percorrida foi de 76,1 Km, a qual ultrapassou o limite oficial do município em alguns locais, pois essas estradas são utilizadas como rotas escolares e rurais para o acesso aos moradores deste município.

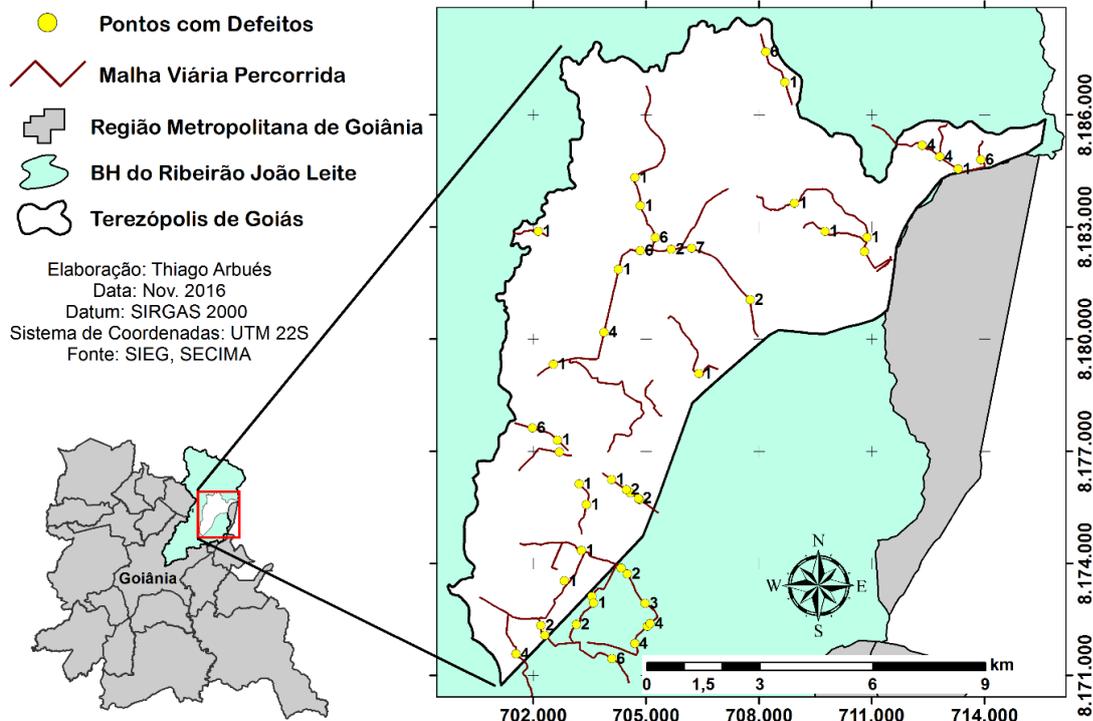


Figura 1. Mapa de localização da malha viária percorrida e defeitos encontrados.

Tabela 2. Defeitos encontrados nas Estradas Não Pavimentadas em Terezópolis de Goiás, GO

Ponto	Tipo de defeito	Coordenadas		Ponto	Tipo de defeito	Coordenadas	
		X (m)	Y (m)			X (m)	Y (m)
1	Pd*	704827	8175711	25	Pd	702639	8177296
2	Pd	703276	8174346	26	Erosão	701971	8177623
3	Ato	704331	8173871	27	Pd	702536	8179320
4	Ato	704498	8173722	28	Acúmulo água	703877	8180175
5	SE**	704972	8172929	29	Pd	704258	8181862
6	Sdre***	704695	8171858	30	Erosão	704845	8182364
7	Sdre	705030	8172317	31	Erosão	705237	8182711
8	Sdre	705108	8172389	32	Pd	704844	8183562
9	EcX****	703558	8173115	33	Pd	704702	8184316
10	Pd	703597	8172939	34	Pd	705310	8184646
11	Ato	703142	8172364	35	Ato	705665	8182393
12	Erosão	704092	8171446	36	Corrugações	706204	8182430
13	Ato	702302	8172074	37	Ato	707761	8181050
14	Ato	702201	8172336	38	Erosão	713895	8184795
15	Sdre	701540	8171575	39	Pd	713290	8184547
16	Pd	702822	8173535	40	Acúmulo água	712805	8184880
17	Pd	703214	8176125	41	Pd	710806	8182340
18	Pd	703415	8175571	42	Pd	709753	8182878
19	Pd	704085	8176240	43	Pd	710867	8182715

209	Erosão	704154	8176188	44	Pd	708941	8183633
21	Sdre	704577	8175890	45	Pd	706405	8179077
22	Atoleiro	704793	8175738	46	Pd	702130	8182881
23	Ato	704468	8175967	47	Erosão	708175	8187678
24	Pd	702691	8176980	48	Pd	708686	8186869

*Pd: Problemas diversos (buracos, atoleiros, sistema de drenagem, seção transversal inadequada); **SE Superfície escorregadia; ***Sdre: Sistema de drenagem inadequado; ****Ex: Estrada encaixada.

A largura das vias foi variável, geralmente diminuindo a medida que o acesso ao trecho de estrada se tornava mais difícil. Em relação aos problemas ou defeitos, os mais comumente encontrados estão relacionados à geometria da via, ou seja, à conformação da estrada, tais como: seção transversal inadequada e inexistência ou deficiência dos sistemas de drenagem das vias. É importante ressaltar que praticamente toda a malha viária percorrida apresentou sinais de raspagem da plataforma contínua como forma de manutenção, causando o afundamento do leito da via, defeito também conhecido como estrada encaixada. Esse fato tem relação direta com o aumento, a quantidade e a severidade de outros defeitos encontrados nas estradas não pavimentadas.

Na Figura 2 estão as associações das estradas e defeitos observados com os mapas pedológico e de declividade.

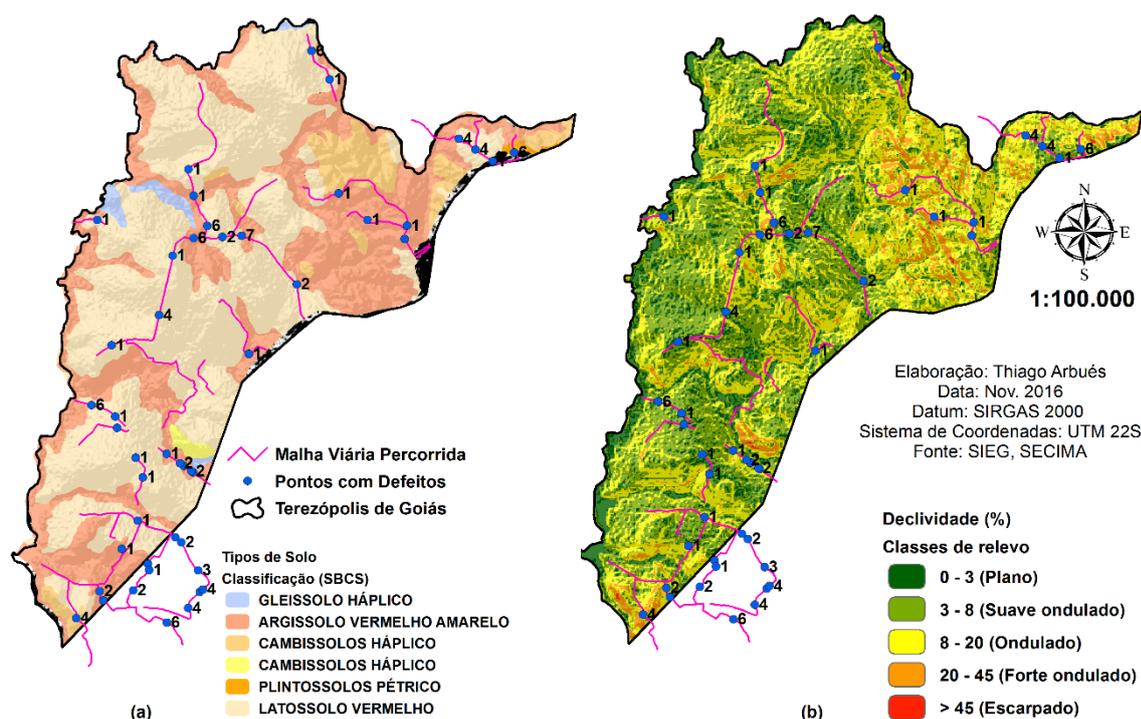


Figura 2. Associação entre o Mapa pedológico (a) e o Mapa de declividades (b) com a malha viária percorrida e os defeitos encontrados.

De acordo com a associação entre o mapa pedológico, a malha viária percorrida e os defeitos encontrados (Figura 2a), não foi possível coletar nenhum ponto sobre o solo do tipo Gleissolo Háplico. Portanto, essa é uma característica importante da malha viária percorrida, uma vez que esse tipo de solo não é adequado a construção de estradas não pavimentadas em razão do seu aspecto hidromórfico. Contudo, a maior parte dos pontos coletados estão sobre o Latossolo e o Argissolo, respectivamente 19 e 14 pontos.

Os Cambissolos se intersectaram com aproximadamente 1,5 Km da malha viária, por isso, foi possível coletar apenas 2 pontos com defeitos. Esses pontos apresentaram a maior declividade média, cerca de 20%, associados aos defeitos do tipo 1 e 4 (Figura 2b). Entretanto, ao se analisar a declividade média dos pontos sobre o Latossolo e o Argissolo percebe-se um padrão para os defeitos do tipo 1, 2, 4 e 6, ao passo que a declividade média foi maior no Argissolo do que no Latossolo. Tomando-se o defeito tipo 1, por exemplo, a declividade média foi de 10% e 4,8% para o Argissolo e o Latossolo, respectivamente. Em relação ao Latossolo, ainda se verificou a associação dos defeitos 6 e 7 (erosão e corrugações) quando a declividade foi acima de 10%.

A seção transversal inadequada é caracterizada por uma superfície sem declividade suficiente para direcionar a água para os canais de drenagem ou para as laterais das vias. Outro fator a ser considerado é que um sistema de drenagem ineficiente é um dos principais problemas na formação de defeitos em estradas não pavimentadas, especialmente em época de chuva. Para evitar danos é necessário que a estrutura de drenagem esteja em condições adequadas para conduzir a água da superfície de rolamento para fora da estrada.

Um outro aspecto importante se refere às condições de rolamento da superfície da estrada. Um indicador que reflete tais condições é o grau de deterioração da superfície, apresentado em vários tipos de defeitos, dentre eles, corrugações e buracos, problemas comumente encontrados em vários pontos dos trechos percorridos. Os buracos normalmente surgem pela contínua expulsão das partículas sólidas do leito quando há passagem de veículos, indicando que o aparecimento desse defeito é consequência de uma plataforma mal drenada e com problemas na seção transversal.

Os atoleiros encontrados nos trajetos são caracterizados por acúmulo da água na estrada com ausência ou ineficiência no sistema de drenagem. Já as estradas encaixadas, maioria das vias percorridas indicam equívocos nas atividades de manutenção das vias.

A representatividade dos defeitos e a relevância funcional das vias não pavimentadas evidenciam a necessidade de pesquisas na área e uma solução promissora para resolver problemas relativos às estradas não pavimentadas encontra-se na implantação de um sistema de gerência de vias, condicionado ao SIG, que possibilite o monitoramento das mesmas permitindo a realização de atividades de conservação e manutenção periódica. O próximo desafio envolve o desenvolvimento de uma metodologia para gerenciamento de estradas rurais no intuito de prover à área de estudo com informações em escalas compatíveis ao objeto da pesquisa. A pretensão é que a geração de dados digitais, a partir do uso de geotecnologias, resulte em uma vasta fonte de informações, que maximizarão o poder de tomada de decisão e otimizarão as ações de políticas públicas.

4. Conclusões

Pelas características observadas na inspeção realizada, conclui-se que, de maneira geral, as estradas necessitam de reconformação da plataforma, realização de obras de drenagem superficial adequadas e aumento da rugosidade do leito em trechos de maior declividade;

Agradecimentos

À CAPES pela concessão da bolsa de pesquisa ao segundo autor; à Prefeitura Municipal de Terezópolis de Goiás e ao Programa de Pós-Graduação da Escola de Agronomia da UFG.

Referências Bibliográficas

Valente, A. M. **Elaborar diretrizes técnicas e parâmetros operacionais para que o DNIT.** Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, 2008.144p.(Convênio 0056/2007 – Processo: 002829/2007-31).

Câmara, G.; Davis, C. **Introdução ao geoprocessamento.** Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais–Inpe. Fundamentos de geoprocessamento. São José dos Campos (2001): 1-5.

CNT. **Relatório gerencial de rodovias.** – 20.ed. – Brasília: CNT: SEST : SENAT, 2016. 399 p.CDU 656.11(81) (047)

Dorosh, P.; Wang, H. G.; You, L.; Schmidt, E. Road connectivity, population, and crop production in Sub-Saharan Africa. **Agricultural Economics** 43, 89–103, 2012.

Emmert, F. et al. Geoprocessamento como ferramenta de apoio à gerência de pavimentos em estradas florestais.**Ciência Florestal**, v. 20, n. 1, p. 81-94, 2010.

Griebeler, N. P.; Pruski, F. F.; Mejl, H. U.; Silva, D. D. da; Oliveira, L. F. C. de. Equipamento para determinação da erodibilidade e tensão crítica de cisalhamento do solo em canais de estradas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, n.2, p.166-170, 2005

Griebeler, N. P. **Modelo para o dimensionamento de redes de drenagem e de bacias de acumulação de água em estradas não pavimentadas. 2002.** 134 f. . Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) –Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2002.

Moreira, F. E. B. **Um modelo de Avaliação da Evolução Geométrica das Patologias em vias não pavimentadas:** Aplicação ao caso do município de Aquirraz-CE. 2003.176p.Dissertação(Mestrado em Engenharia de Transportes) – Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2003.

Oda, S. Caracterização de rede municipal de estradas não pavimentadas. 1995. 113p. Dissertação (Mestrado em Transportes) - Universidade de São Paulo. São Carlos, 1995.

Ulimwengu, J.; Jose F.; Derek H.; Liang Y. Paving the Way for Development: The Impact of Road Infrastructure on Agricultural Production and Household Wealth in the Democratic Republic of Congo. **Annual Meeting of the Agricultural and Applied Economics Association**, Milwaukee, Wisconsin, July 26 –28, 2009.