



26º Encontro Nacional de Conservação Rodoviária (ENACOR) 49ª Reunião Anual de Pavimentação (RAPV)

Estudo de Caso: Utilização de Geotecnologias para catalogação e monitoramento da malha rodoviária da 26º Unidade Regional do DER/MG

Érica Francisca de Paula Araújo¹; Samuel Passos²; Glaucus Dornas³; Wesley Fernando Cruz Santos⁴ & Mauro Alexandre Gomes

RESUMO

Tendo em vista a necessidade de otimizar os processos de uso, operação e manutenção de uma rodovia, aliada ao conhecimento e constante monitoramento da situação da malha rodoviária, além da manutenção de bancos de dados atualizados das intervenções realizadas, a busca por novas tecnologias que facilitem o levantamento e conferência rápida de informações é uma necessidade constante.

As geotecnologias são um conjunto de tecnologias voltadas para coleta, processamento, análise e disponibilização da informação com referência geográfica. Atualmente o estado de Minas Gerais tem a maior malha rodoviária do Brasil. Conforme consta no boletim rodoviário do Departamento de Estradas e Rodagem de Minas Gerais – DER/MG, em 2019 o estado possui uma malha de 25690,91 km de rodovias sob responsabilidade do DER/MG.

Diante da grande extensão da malha viária do Estado é de extrema importância que todas as informações sobre a mesma estejam em um banco de dados de fácil acesso e constantemente atualizado. Portanto esse trabalho visa contribuir com estudos sobre a utilização de geotecnologias para catalogação e monitoramento da malha rodoviária.

O estudo foi realizado através da utilização do QGIS e do Google Earth para catalogação de toda malha da 26º URG, sendo ela pavimentada ou não pavimentada, com a inclusão de dispositivos de drenagem (sarjetas, bueiros, etc), sinalização vertical (placas de projeto instaladas e substituídas), sinalização horizontal (tipo de faixa e data da realização da revitalização), dentre várias outras questões pertinentes a malha, possibilitando assim fácil controle das demandas e intervenções na mesma. Após a realização do trabalho foi notável a facilitação do controle dos dispositivos da malha, facilitando e trazendo agilidade para a criação de orçamentos e levantamento de informações para demandas diversas.

PALAVRAS-CHAVE: Geotecnologias; Sistema de Informações Geográficas; Malha Rodoviária; Minas Gerais.

ABSTRACT

Given the need to optimize the processes of use, operation, and maintenance of a highway, coupled with the knowledge and constant monitoring of the situation of the road network, in addition to maintaining updated databases of interventions carried out, the search for new technologies that facilitate the collection and rapid verification of information is a constant need.

Geotechnologies are a set of technologies aimed at collecting, processing, analyzing, and making information available with geographical reference. Currently, the state of Minas Gerais has the largest road network in Brazil. According to the road bulletin of the Department of Highways and Roads of Minas Gerais - DER/MG, in 2019 the state had a network of 25,690.91 km of highways under the responsibility of DER/MG.

Given the great extension of the state's road network, it is extremely important that all information about it is in an easily accessible and constantly updated database. This work aims to contribute to studies on the use of geotechnologies for cataloging and monitoring the road network.

The study was carried out using QGIS and Google Earth to catalog the entire network of the 26th URG, whether paved or unpaved, including drainage devices (curbs, culverts, etc.), vertical signage (project plates installed and replaced), horizontal signage (type of lane and date of revitalization), among several other issues relevant to the network, thus enabling easy control of demands and interventions in it.

KEY WORDS: Geotechnologies; Geographic Information System (GIS); Road Network; Minas Gerais (Brazilian state)



¹ Departamento de Edificações e Estradas de Rodagem de Minas Gerais – DER/MG, erica.araujo@der.mg.gov.br ; samuel.passos@der.mg.gov.br ; glaucus.dornas@der.mg.gov.br; weslev.santos@der.mg.gov.br; mauro.gomes@der.mg.gov.br

INTRODUÇÃO

Minas Gerais é o Estado com maior malha viária do Brasil, possuindo um total de 25.690,91 km de rodovias sob responsabilidade do Estado, excluindo as rodovias federais, municipais e concessionadas, conforme Boletim Rodoviário de 2019 do Departamento de Estradas e Rodagem – DER/MG.

Devido à grande extensão da malha viária, e à sua grande importância no transporte de cargas e pessoas no Estado de Minas Gerais, o estado de conservação das mesmas torna-se um ponto chave nos impactos econômicos causados tanto a população, devido à grande incidência de acidentes, quanto ao aumento da necessidade de manutenção dos veículos, o que acaba acarretando impacto aos cofres do Estado devido a necessidade de obras de remediação, que se tornam mais caras que obras de prevenção, além dos custos referente a recuperação de pessoas que passaram por acidentes rodoviários.

Para garantir o bom estado de conservação das rodovias mineiras é de extrema importância o pleno conhecimento de toda malha, além de todos os dispositivos presentes e a situação em que cada item se encontra.

O Estado não possui um banco de dados único disponível para o controle da malha rodoviária em cada regional, sendo necessário a realização de levantamentos e construção de base de dados próprias em cada unidade regional do Estado referente a sua área de abrangência.

Muitas vezes a construção e atualização desse banco de dados é algo executado com baixa frequência, devido a vasta extensão da malha e baixo número de servidores disponíveis.

As geotecnologias são tecnologias voltadas para coleta, processamento, análise e disponibilização de informações georreferenciadas, várias tecnologias fazem parte desse grupo.

Os SIG ou GIS, do inglês *Geographic Information Systems*, são sistemas que possibilitam a conexão de informações geográficas a banco de dados com outras informações. Os SIG permitem realizar análises complexas ao integrar dados de diversas fontes e criar bancos de dados georreferenciados.

A utilização de geotecnologias vem sendo estudada, descrita e utilizada em outras áreas, principalmente na área ambiental onde já é uma ferramenta estabelecida para facilitar o trabalho dos servidores no intuito de conferência do estágio de desenvolvimento da vegetação de determinada área, ou a análise de estudos de impacto ambiental de grandes empreendimentos.

O sensoriamento remoto é uma ciência utilizada para a detecção de objetos sem contato direto com eles. As propriedades físicas da interação da energia eletromagnética possibilitam caracterizar tais objetos. Essa pluralidade temática para a qual o uso das geotecnologias tem convergido advém de diferentes matrizes teórico-metodológicas, mormente as abordagens integrativas que procuram analisar a relação Sociedade-Natureza (SILVA; ROCHA; AQUINO, 2017).

O trabalho consiste na utilização do GIS para a catalogação de cada item da malha, essa parte demanda uma maior parte de tempo, visto que pra garantia da correta localização e extensão dos dispositivos os mesmos são coletados “in loco”.

Após a realização da coleta todas as informações são descarregadas de forma georreferenciada e são feitas as catalogações das mesmas em forma de mapas, visando facilitar a sua identificação posteriormente.



Esse trabalho visa auxiliar na construção de um banco de dados, constando todas as informações pertinentes a malha, que seja fácil a consulta e visualização, além de facilitar o monitoramento do mesmo, garantindo assim informações seguras e com rapidez quando necessário para atendimento de qualquer demanda.

REFERENCIAL TEÓRICO

Segundo Souza et al. (2014) a tomada de decisões no ramo rodoviário são geralmente complexas e não devem ser entendidas como disciplinas independentes, uma vez que segundo os autores decisões físicas resultantes de um projeto viário invariavelmente irá gerar reflexos de contexto geográfico, desta forma o manual de conservação rodoviária do Departamento Nacional de Infraestrutura o Inventário de Elementos Geradores de Serviços de Conservação para que se possa planejar os serviços de Conservação Corretiva Rotineira é preciso saber e conhecer quais e quantos elementos são geradores de serviços. Sendo assim, conforme o manual, para que se possa planejar e administrar os serviços de conservação de uma rodovia é necessário saber em primeiro momento, quais são os elementos geradores dessas demandas em manutenção. Para o ato de quantificar esses elementos através de um registro que se dá o nome de Inventário de Elementos Geradores de Serviços de Conservação. Ainda segundo o DNIT a elaboração deste inventário é um elemento gerador de um volume imenso de dados, que precisam ser organizados e ordenados de forma de modo que possam ser utilizados de maneira mais eficiente possível. Desta forma ainda segundo Souza et al. a complexidade destas variáveis no processo de planejamento de transportes, requer o emprego de modelos computacionais para apoiar a tomada de decisão.

Como um sistema de informações espaciais, o GIS é uma plataforma apropriada para a integração da geometria e a topologia de objetos espaciais com a atributos e dados com propriedades métricas e não-métricas destes mesmos objetos espaciais, de forma que ainda segundo os autores o GIS pode representar de forma realista a geometria de sistemas viários, como forma, distância ou elementos pontuais.

O Sistema de Informações Geográficas para Transportes ou GIS-T, conforme exposto no trabalho técnico, *Designing Geodatabases for Transportations*, publicado pela empresa ESRI, quotidianamente lida dentro da indústria com aplicações específicas de modo e função, cada uma com seu próprio design de base de dados geográfico. Sendo que esta base de dados geográfica deve acomodar os vários esquemas de segmentação adotados e os vários sistemas de referências lineares e de coordenadas disponíveis para mostrar a localização dos elementos, meios de transportes, e características dos meios de transportes estudados. Ainda segundo o texto publicado pela ESRI todas as bases de dados geográficas estabelecem uma série de representações abstratas do mundo real, esse processo de abstração é chamado modeling, ou modelagem, um exemplo seria a possibilidade de se representar sistemas de transporte lineares através de linhas, apesar de ser uma simplificação uma vez que no mundo real esses meios de transporte são de fato áreas, a representação destes em polígonos acarretaria em uma perda de diversos recursos de análise. O texto citado defende que esta abstração não é na realidade um problema, uma vez que um dos aspectos centrais destas formas de transporte são de fato a sua linearidade isto faz com que pontos e linhas sejam as principais formas de representação do mundo abstratos dos meios de transporte. Mesmo não havendo uma construção formal de uma modelo de dados, existe um dentro de cada base de dados geográfico. O que faz com que também exista algo externamente, como uma lista de



atributos, classes, propriedades destas classes ou qualquer outra descrição de conteúdo para a base de dados e a sua estrutura.

METODOLOGIA

Para elaboração da catalogação da malha viária da 26ª URG (Unidade Regional do DER/MG), foi realizado em primeiro momento a separação das vias alvo do estudo em duas categorias, sendo elas: Rodovias Pavimentadas e Rodovias Não Pavimentadas. Esta separação é realizada devido ao entendimento de que ambas as rodovias apresentam características distintas, e por isto apresentarão elementos de demandas para catalogação igualmente distintas. Como algumas rodovia, como é o caso da LMG706 apresentam simultaneamente trecho Pavimentados e Não Pavimentados, foi realizada uma divisão das rodovias em segmentos, para tal, foi adotada a segmentação já proposta pelo DER e presente em publicações como o Boletim Rodoviário ou outros documentos de autoria do órgão, desta forma foram traçados pela aplicação Google Earth cada trecho individualmente através do comando “Caminhos”, em cada trecho foi identificado o sua Categoria, Km inicial, Km final e a extensão total da faixa de domínio.



Figura 1 - Delimitação dos trechos da malha da 26ª Unidade Regional do DER/MG

Com os segmentos e rodovias identificadas, foi elencado os grupos de Elementos Geradores de Demandas que serão levantados, sendo que para as rodovias pavimentadas foram definidos: Sinalização Vertical, Sinalização Horizontal, Drenagem; Pavimentação, Obras de Arte Especiais e



Faixa de Domínio. Enquanto para as Não Pavimentadas foram definidas: Segurança Viária; Drenagem; Faixa de Rolamento; Obra de Arte Especiais e Faixa de Domínio. Os elementos que serão levantados devem ser organizados dentro de cada um destes grupos em subgrupos de forma a dar ordem a catalogação da rodovia.

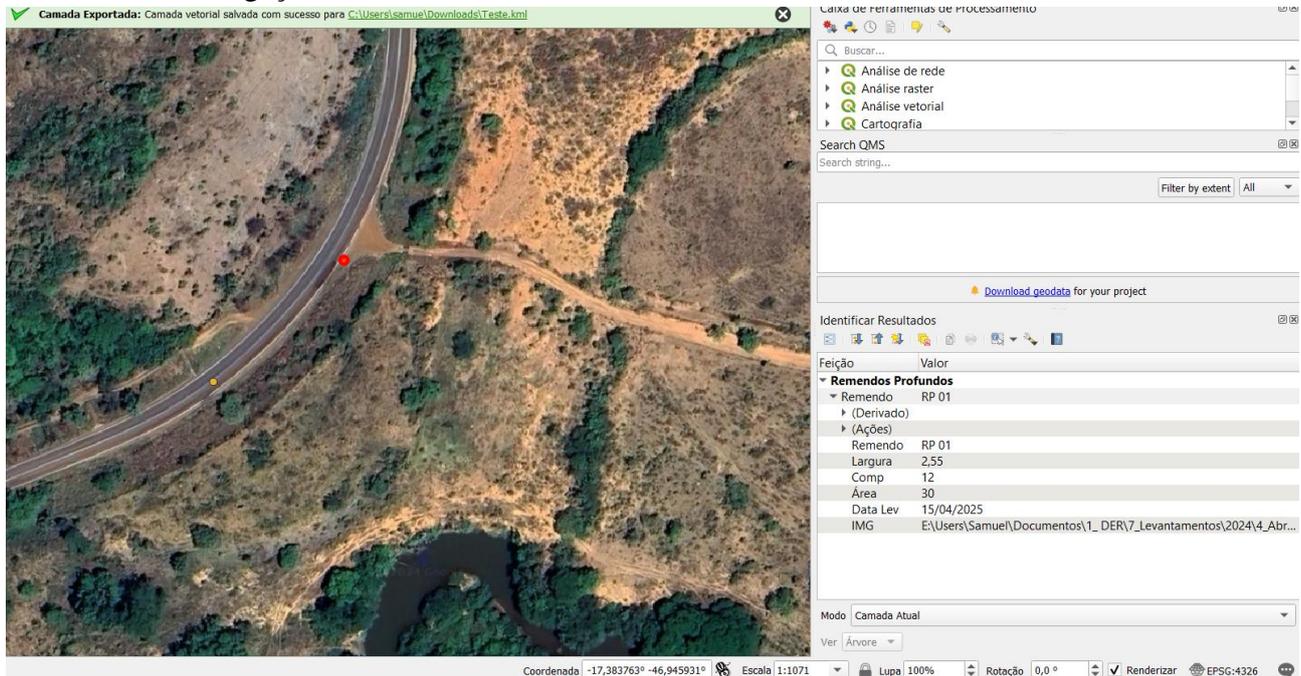


Figura 2 - Inclusão dos pontos de remendos profundos levantados

Com a preparação devidamente realizada os levantamentos dos itens das rodovias podem ser inclusos no catálogo. A execução do levantamento de cada item vai depender da natureza do mesmo, bem como a maneira que o elemento vai ser identificado dentro de um sistema de georreferenciamento, contudo de maneira geral para a catalogação dos elementos estudados. Foram realizadas incursões ao trecho Cabeceira Grande – Unaí, da MG-188, onde através do aplicativo *TimeStamp*, foram registradas fotografias com marcadores de latitude e longitude de todos os elementos levantados presentes no trecho, desta forma, ao mesmo tempo coletando as coordenadas do item e fazendo um registro visual das condições atuais do componente da rodovia, seja ele uma placa, sarjeta ou qualquer objeto estudado. Com o levantamento executado, foi realizado o lançamento dos dados nos programas de georreferenciamento, para isso foi utilizado em primeiro momento a aplicação QGis, nele as coordenadas foram incluídas em um *shapefile*, para elementos pontuais como placas, bocas de lobo ou saídas d'água são incluídos apenas os pontos, para elementos lineares como sarjetas, linhas de sinalização horizontal ou valetas de proteção são incluídos das linhas com o traçado dos elementos. Após a inclusão dos elementos é realizado o preenchimento dos dados pertinentes para cada elemento levantado. São acrescentadas informações como dimensões, data de implantação ou qualquer dado importante para o manejo e conservação do ativo rodoviário. Em seguida o dado é salvo em KML e exportado para a aplicação *Google Earth* para melhor visualização e organização dos dados.



Remendo	RP 01
Largura	2,55
Comp	12
Área	30
Data Lev	15/04/2025
E:\Users\Samuel\Documentos\1_DER\7_Levantamentos\2024\4_Abr\MG188 - Levantamento de Remendos Profundos\1-Fotos\01.jpeg	

IMG

Figura 3 - Preenchimento da ficha com as informações pertinentes do objeto alvo do levantamento.

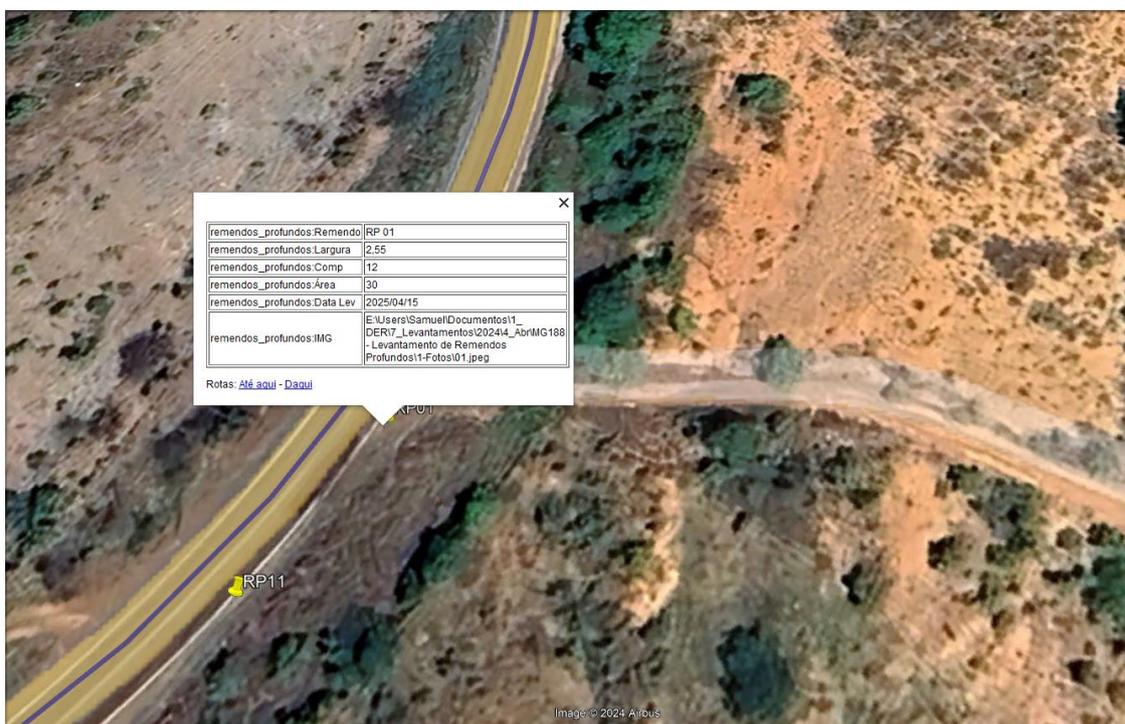


Figura 4 - Levantamento transportado para a aplicação Google Earth



RESULTADOS

Foi realizado seguindo o esquema proposto na seção anterior a modelagem da malha viária da 26ª URG para a execução de uma catalogação da via, foram levantados conforme observa o manual de conservação rodoviária emitido pelo DNIT os Elementos Geradores de Serviço e desta forma foi possível observar diversas demandas para realização de trabalhos de manutenção viária, com a utilização de geotecnologias é possível observar a relação espacial dos diferentes serviços demandados, trazendo desta forma uma nova perspectiva sobre a tomada de decisão para a atuação na resolução dos problemas demandados no cotidiano da conservação de uma malha rodoviária. O levantamento também permitiu elencar locais como fornecedores de insumos, jazidas de extração de material, o que proporciona uma melhor visualização de como será organizado os trabalhos, tendo em vista os transportes de material.



Figura 5 - Resultado do Levantamento de Sinalização Vertical. Fonte: Os Autores.

Os levantamentos de Elementos Geradores de Serviços foram realizados em etapas, levando em consideração a separação realizada por grupos, desta forma foram executadas diversas visitas ao trecho da MG-188 localizado entre Cabeceira Grande - Unaí, cada uma com o objetivo de observar os itens pertinentes de cada grupo criado, para o grupo de sinalização vertical foi possível obter todas as placas que necessitavam de substituição na malha, todas elas foram devidamente fotografadas, ao final foi possível obter um arquivo com as coordenadas e localização de todas as



placas, além de conseguir elencar as placas faltantes, com isso obteve-se um documento com referência de data e localização, ou seja um registro histórico do atual estado da sinalização vertical da via, após a troca e com a instalação das novas placas o levantamento será atualizado e com isso alguns dados poderão ser obtidos e entendidos com mais profundidade. Como por exemplo a utilização do modelo obtido da condição atual em confronto com dados de acidentes da região para melhora e aperfeiçoamento da segurança viária, todavia, em primeiro instante vale destacar a contribuição que a prática fornece na qualidade e opções para tomada de decisão no que se refere a manutenção da via, logo no primeiro instante foi possível obter o quantitativo total para a renovação da sinalização vertical, foram um total de 250,60 m² de placas levantadas e que serão substituídas ou implantadas na via.



Figura 6 - Exemplo de imagem capturada para o Levantamento de Sinalização Vertical. Fonte: Os Autores.

Já no grupo de pavimentação foi realizado um levantamento das condições de rolamento da rodovia, observando as patologias encontradas nos locais, com isso para a categoria de sinalização vertical foi possível observar como as patologias levantadas se espalham geograficamente, e em especial nesta categoria é possível observar os pontos com maiores defeitos. Desta forma é possível



observar e ter uma ideia mais ampla de como as patologias estão dispostas ao longo da rodovia, sendo possível categorizar os pontos com maior acúmulo de patologias, o que por sua vez permite segmentá-los de modo a construir subtrechos com estados de qualidade de pavimento em comum e obter uma avaliação mais precisa da qualidade da faixa de rolamento, além de produzir segmentos e possibilitar uma visualização ampla das condições da rodovia em caráter de rede.

A junção de todos os pontos descritos possibilita uma tomada de decisões mais assertiva no que tange a localidade que será alvo de medidas de recuperação. É possível observar também a vantagem de se sobrepor levantamentos de diferentes categorias, como por exemplo o que pode ser visto na figura 8, onde se sobrepõe o levantamento de drenagem com o de remendo profundo, é possível observar como exemplo pontos onde problemas de drenagem podem ter ocasionado patologias no pavimento, desta forma é possível organizar não somente serviços de manutenção para correções pontuais das patologias em si, mas também organizar em conjunto com eventuais defeitos adjacentes a pista de rolamento que podem estar contribuindo para a formação da patologia, o que otimiza a manutenção, favorecendo o não retorno do defeito no pavimento.



Figura 7 - Levantamento de segmentos similares, em vermelho: mau, laranja: Regular, Azul: Bom. Fonte. Os autores



Figura 8 - Comparação dos levantamentos de Drenagem e Patologias no pavimento. Fonte: Os Autores

Outra possibilidade que o monitoramento e a catalogação da via possibilitam é o controle da execução de serviços e do retorno da patologia, ou seja, através da catalogação é possível ter o histórico das intervenções na via a partir do momento em que o controle de serviços começou a ser executado, o que pode ser muito importante para a visualização da possibilidade da necessidade da aplicação de métodos diferentes para a resolução de uma patologia recorrente.



Figura 9 - Levantamento de pontos de remendo profundo, criação de histórico de intervenções na rodovia. Fonte: Os Autores



CONCLUSÃO

Durante o processo de elaboração e execução do estudo de caso, foi possível observar a quantidade elevada de elementos e a complexidade dos mesmos, uma vez que se trata de diversos grupos de atividade, tais como segurança viária, drenagem, pavimentação, faixa de domínio, dentre outras, que devem ser catalogados com a finalidade de facilitar o acompanhamento e evolução dos trabalhos de manutenção não somente nas vistorias realizadas periodicamente, mas também na geração de banco de dados e histórico de manutenção.

Além de gerar dados concretos e confiáveis para servir de base na elaboração de novos contratos e ou programas de manutenção que venham a ser pensados pela alta direção do DER-MG afim da melhoria no nível de serviço prestado. Devido à dificuldade geográfica e logística da malha viária, além da realidade da maioria das regionais do DER-MG que apresenta reduzido número de profissionais para os trabalhos constantes de vistorias, a utilização da ferramenta de georreferenciamento aliado ao cadastro inclusive fotográfico, facilita o trabalho dos gestores auxiliando na tomada de decisão, possibilitando a priorização das demandas, visando a melhoria das condições das vias para os usuários.

Sendo assim a utilização da metodologia poderá ser disseminada nas demais unidades regionais com o intuito de enriquecer o banco de dados da maior malha viária do País. Também é possível observar que o trabalho de catalogação dos itens geradores de demandas é de extrema importância para o entendimento do funcionamento da via mantida, seus pontos sensíveis, os locais com maior presença de patologia, os locais com falha de sinalização viária, ou qualquer outra característica que exija do órgão mantenedor uma ação específica de recuperação ou restauração, ou que exija de alguma forma a realização de um algum serviço para sua solução. Desta forma foi possível observar a tecnologia GIS como um grande aliado e uma ferramenta extremamente poderosa para a criação e integração desse modelo de catalogação com o dia a dia da manutenção rodoviária, sendo possível através dela alcançar um melhor entendimento dos elementos geradores de demanda e como essas demandas estão distribuídas ao longo da rede mantida. Portanto observa-se que o GIS para além de uma interface onde os itens são meramente catalogados, a tecnologia se prova como uma ferramenta facilitadora da tomada de decisão, onde diversos catálogos podem ser confrontados e pode-se extrair outros resultados e produtos a partir dos dados colhidos.

REFERÊNCIAS

BUTTLER, A. J. **Designing Geodatabases for Transportation**. 1. ed. New York: ESRI Press, 2008.

DELOUKAS, A. et al. GIS-Based Transportation Planning and Analysis: A Practical Implementation. **IFAC Transportation Systems**, 1997. 417-426.



DNIT - DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES. **Manual de Conservação Rodoviária**. Rio de Janeiro: Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias., 2005.

JONES, C. B. **Geographical Information Systems and Computer Cartography**. 2ª. ed. New York : Routledge. Taylor & Francis, 2013.

LEITE, M. E. et al. Geotecnologias aplicadas a estimativa da temperatura de superfície em diferentes usos e ocupações do solo na Área de Proteção Ambiental do Rio Pandeiros – Minas Gerais. **Caderno de Geografia**, 2018. 490-509.

ROCHA, C. H. B. **Geoprocessamento Tecnologia Transdisciplinar**. Juiz de Fora: Ed. do Autor, 2000.

SAATY, T. L.. Transport planning with multiple criteria: the analytic hierarchy process applications and review progress. **Journal of Advanced Transportation**, 1995. 81-126.

SANTOS, P. A. P. D. INVENTÁRIO RODOVIÁRIO E FERROVIÁRIO DA SADC. **Academia.edu**, 2023. Disponível em:
<https://www.academia.edu/101680133/INVENT%C3%81RIO_RODOVI%C3%81RIO_E_FERROVI%C3%81RIO_DA_SADC>. Acesso em: 12 Fevereiro 2024.

SOUZA et al. GEOTECNOLOGIAS APLICADAS ÀS AUDITORIAS DE OBRAS PÚBLICAS NO BRASIL: PANORAMA GERAL E PERSPECTIVAS. **Revista Brasileira de Cartografia**, Rio de Janeiro, 2017. 1387-1401.

SOUZA, C. N. P. D.; ARAUJO, F. R. N. D.; NÓBREGA, R. A. D. A. MODELAGEM DE DADOS GEOGRÁFICOS PARA OTIMIZAÇÃO DO ESTUDO DE UM CORREDOR FERROVIÁRIO ENTRE PARACATU-MG E IPATINGA-MG. **ANPET**, 2014.