



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

GESTÃO DE PONTOS CRÍTICOS EM RODOVIAS DO ESTADO DE MINAS GERAIS: UMA ABORDAGEM COM TECNOLOGIA DE MONITORAMENTO

Rodrigo Santos Colares¹; Esther Ribeiro Júlio¹ & Letícia Gonçalves Costa Munhoz¹

RESUMO

Nos períodos chuvosos ocorrem muitas interrupções no fluxo de veículos devido a pontos críticos nas rodovias. Com o intuito de melhorar a gestão desses pontos críticos e dar maior transparência a população, o Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de Minas Gerais (DER-MG) desenvolveu no final de 2023 e início de 2024 uma plataforma digital que permite o cadastro e monitoramento georreferenciado desses. Este artigo pretende demonstrar a experiência da autarquia com essa plataforma. O cadastro dos pontos críticos ocorreu por meio de um aplicativo que funciona online e offline, em que as 40 Unidades Regionais do DER-MG realizou o cadastro e a atualização do status desses pontos. Após esse cadastro, as informações foram para um painel online, que possibilita a visualização tanto pela alta gestão do órgão, como pelas áreas técnicas, e pelos cidadãos. O painel público, foi disponibilizado no site institucional da autarquia em abril de 2024, e proporcionou maior transparência e participação da população nas ocorrências. A implementação dessa tecnologia na gestão de pontos críticos, permitiu a obtenção de uma visão mais ampla sobre as ocorrências em todo o estado, a construção de uma série histórica rodoviária, como também simplificou o processo de diagnóstico dos pontos, possibilitando uma maior eficácia na tomada de decisão da alta gestão do órgão, maior celeridade na resolução e maior segurança dos usuários.

PALAVRAS-CHAVE: pontos críticos; rodovias; fluxo de tráfego; monitoramento; interrupções.

ABSTRACT

During rainy periods, there are many interruptions in the flow of vehicles due to critical points on the highways. In order to improve the management of these critical points and provide better transparency to the population, the Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de Minas Gerais (DER-MG) developed in January 2024 a digital platform that allows their registration and monitoring. This article aims to demonstrate the experience of the department with this platform. The registration of critical points occurred through an application that works online and offline, in which the 40 Regional Units of DER-MG registered and updated the status of critical points. After registration, the information went to an online dashboard, which allows viewing by both senior government management, technical areas, and citizens. The public dashboard was made available on the department's institutional website in April of 2024 and provided better transparency and public participation in incidents. The implementation of this technology in the management of critical points allowed obtaining a broader view of occurrences throughout the state, the construction of a road historical series, as well as simplifying the process of diagnosing points, enabling better efficiency in taking decision by the department's top management, faster resolution and safety to the population.

KEY WORDS: critical points; highways; flow of vehicles; monitoring; interruptions.

¹ Departamento de Estradas de Rodagem de Minas Gerais (DER-MG), rodrigo.colares@der.mg.gov.br; esther.ribeiro@der.mg.gov.br; leticia.munhoz@der.mg.gov.br



INTRODUÇÃO

As rodovias desempenham um papel fundamental no desenvolvimento econômico e social de uma região, constituindo importantes vias de transporte para pessoas e mercadorias. O transporte rodoviário, embora seja o modal mais utilizado no Brasil, também é marcado por grandes desafios como o alto custo de manutenção e os acidentes rodoviários (CUNHA, 2018). De acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS) esses acidentes representam uma das principais causas de mortes no mundo, e geram custos operacionais elevados, decorrentes do aumento do tempo de viagem, do consumo de combustível e da manutenção dos veículos (OLIVEIRA; FILHO; LIMA, 2023).

Nesse cenário, os pontos críticos rodoviários tornam-se elementos de extrema importância, representando áreas vulneráveis que perturbam o fluxo regular do tráfego e colocam em risco a segurança dos usuários (WOLSHON; PANDE, 2016). Essas áreas vulneráveis requerem muitas vezes uma atenção especial por parte das autoridades responsáveis pela gestão do tráfego e das infraestruturas rodoviárias, pois podem acarretar transtornos aos usuários das rodovias, além de terem um potencial de causar danos materiais, feridos e até mesmo a morte.

Em suma, pontos críticos são situações atípicas que ocorrem na rodovia, onde as condições da via se deterioram a um ponto que ameaça a segurança dos usuários e a fluidez do tráfego (CNT, 2024). Eles podem manifestar-se de várias formas, sendo desde quedas de barreiras até buracos grandes, erosões de pista, problemas estruturais em pontes, bueiros, entre outros.

Minas Gerais, com sua extensa malha rodoviária de aproximadamente 25 mil quilômetros, sendo cerca de 20 mil quilômetros pavimentados (MINAS GERAIS, 2021), enfrenta constantes desafios em relação à manutenção e monitoramento dessas vias, especialmente durante o período chuvoso, quando o número e a intensidade dos pontos críticos aumentam consideravelmente.

Diante dessa realidade, o Departamento de Estradas de Minas Gerais (DER-MG) reconheceu a importância de uma gestão eficaz dos pontos críticos das rodovias sob sua responsabilidade, desenvolvendo uma solução projetada especialmente para mapear e monitorar esses locais. Essa solução é composta por um aplicativo de georreferenciamento, tecnologia que associa informações de localização geográfica a diversos outros dados, de acordo com suas necessidades, possibilitando a identificação precisa dos pontos críticos e a análise de sua distribuição espacial. Tal análise da distribuição espacial dos pontos críticos, não só ajuda a compreender os padrões de ocorrência como também permite que a autarquia tome melhores decisões, direcionando recursos e esforços de manutenção de forma mais eficaz.

Além disso, visando promover a transparência e a segurança, foi criado um painel público, com dados sobre os pontos críticos acessíveis à população em geral. Esse painel fornece informações em tempo real sobre as condições das rodovias, incluindo a localização e a gravidade dos pontos críticos, permitindo que os usuários, ao planejar suas viagens, tenham ciência especialmente dos locais de interdição e possíveis rotas alternativas. No mapa disponibilizado pelo painel, os usuários podem identificar facilmente além dos pontos com interrupção total, os locais com interrupção parcial de pista, bem como os trechos com desvios ou variantes e suas fotos. Além disso, são indicadas as datas em que cada incidente ocorreu e a previsão de conclusão das obras de reparo, fornecendo uma estimativa do tempo necessário para normalização da via. Esses detalhes permitem que os usuários tomem decisões que reduzam inconvenientes e riscos durante as viagens.

Ressalta-se que o DER-MG já realizava o monitoramento dos seus pontos críticos, porém, a implementação da nova ferramenta georreferenciada representa um avanço significativo para o órgão. As atividades envolvendo o geoprocessamento são executadas por Sistema de Informação Geográfica



(SIG), ou seja, sistemas que processam dados gráficos e não gráficos (alfanuméricos) com ênfase a análises espaciais e modelagens de superfícies (INPE, 2006). Segundo Burrough (1986), SIG é um conjunto poderoso de ferramentas para coletar, armazenar, recuperar, transformar e visualizar dados sobre o mundo real. O SIG facilita a atualização das informações e o diagnóstico do meio ambiente (CAVALIERI *et al.*, 1996), assim, a nova tecnologia do DER-MG proporciona uma compreensão mais abrangente e detalhada das condições das rodovias, contribuindo significativamente para uma gestão mais eficiente e proativa. Há uma expectativa de que a ferramenta permita melhorar a priorização de intervenções e alocação de recursos, além possibilitar ações preventivas para evitar acidentes e minimizar impactos negativos no trânsito.

Além disso, a tecnologia georreferenciada permite uma análise mais precisa da distribuição espacial dos pontos críticos ao longo do território que abrange as 40 Unidades Regionais (URGs) do DER-MG, possibilitando uma melhor compreensão dos padrões de ocorrência e a identificação de áreas de maior vulnerabilidade. Isso permite que decisões estratégicas mais inteligentes sejam tomadas para direcionar com maior confiança os trabalhos de manutenção e investimentos para as rodovias onde são mais necessários.

Neste artigo, será explorada a importância da identificação e gestão eficaz dos pontos críticos rodoviários, juntamente com as estratégias para mitigar os riscos associados a essas áreas, com o objetivo de promover a segurança e a fluidez do tráfego. Será detalhado especificamente o desenvolvimento da tecnologia implementada pelo DER-MG, descrevendo suas funcionalidades e os benefícios que ela tem proporcionado.

CONTEXTUALIZAÇÃO

O DER-MG foi criado em 1946, e em 1967 assumiu a responsabilidade pela gestão e manutenção da extensa malha rodoviária do estado, que antes era de responsabilidade dos municípios (MINAS GERAIS, 1967). O DER-MG tem sido um protagonista fundamental no desenvolvimento e na preservação das rodovias mineiras, desempenhando um papel crucial no fomento à mobilidade e ao desenvolvimento socioeconômico de Minas Gerais, e conseqüentemente do Brasil.

No que concerne ao controle de pontos críticos, tradicionalmente, eles eram identificados, monitorados e cadastrados pelas coordenadorias das URGs do DER-MG, através da inserção das informações em um sistema de gestão integrado utilizando um dispositivo *desktop* e *online*. Porém, esse sistema não dispunha de recursos de georreferenciamento, o que limitava a precisão e eficiência na localização e no acompanhamento dos pontos críticos ao longo das rodovias.

A ausência de georreferenciamento e a falta de um aplicativo de campo para registro instantâneo durante as vistorias representavam desafios significativos para o controle efetivo dessas áreas. As URGs precisavam lidar com processos manuais e morosos, o que muitas vezes resultava em atrasos na atualização dos dados e na adoção de medidas corretivas, bem como não existia um painel de informações que permitisse extrair dados de forma rápida e dinâmica. A falta dessa ferramenta dificultava a análise e o compartilhamento de informações entre as diferentes instâncias do DER-MG, não favorecendo o processo decisório e ações preventivas em tempo real.

Diante desse cenário, o DER-MG reconheceu a necessidade de modernizar suas práticas de controle de pontos críticos, incorporando tecnologias avançadas que possibilitassem uma abordagem mais eficaz e proativa na gestão dessas áreas vulneráveis ao longo das rodovias mineiras. Foi nesse contexto que surgiu em 2023, a ideia de desenvolver uma solução com aplicativo georreferenciado, uma ferramenta que revolucionou a forma como o DER-MG lida com o mapeamento e monitoramento dos pontos críticos rodoviários.



O DER-MG em 2023 iniciou um processo de modernização institucional, englobando sua estrutura organizacional, novos contratos de serviços, atualização de sistemas e implantação de novas soluções digitais. Essa iniciativa representa um importante passo rumo à digitalização e otimização das atividades da autarquia, contribuindo para o direcionamento mais assertivo do departamento com a segurança viária e a qualidade das rodovias em Minas Gerais. Ao adotar uma abordagem baseada em tecnologia de ponta, o DER-MG demonstra sua capacidade de adaptação e inovação para enfrentar os desafios contemporâneos no setor de transporte rodoviário.

METODOLOGIA EMPREGADA

Nesta seção, será apresentada em detalhes a metodologia utilizada pelo DER-MG no desenvolvimento da solução para mapeamento e monitoramento dos pontos críticos rodoviários. Serão discutidos os passos adotados desde a concepção da ideia até a implementação efetiva da ferramenta.

A tecnologia foi desenvolvida pelo DER-MG através de sua Assessoria de Gestão Estratégica (AEST), unidade administrativa, que tem como competência a promoção do gerenciamento estratégico setorial e fomento à implementação de iniciativas inovadoras, de forma alinhada à estratégia governamental (MINAS GERAIS, 2023). Foi contratada uma equipe de desenvolvimento de sistemas para apoiar a AEST em relação à arquitetura e desenvolvimento da solução.

Inicialmente, foi realizado um planejamento detalhado da estrutura do aplicativo, no qual foram definidos os objetivos principais, as funcionalidades necessárias e os requisitos técnicos. Esse processo envolveu um diálogo entre diversas áreas dentro do DER-MG e uma análise cuidadosa das necessidades e expectativas do órgão, em termos da gestão de pontos críticos.

Com base nos requisitos estabelecidos, a equipe de desenvolvimento projetou a interface do aplicativo, pensando em uma experiência intuitiva e acessível para os usuários. Além disso, foi elaborada a arquitetura do sistema, definindo a estrutura de dados, os algoritmos de georreferenciamento e os mecanismos de comunicação com o banco de dados.

Após a fase de planejamento, deu-se início à implementação do aplicativo, com a codificação das funcionalidades previamente definidas. Paralelamente, foram realizados diversos testes para garantir a estabilidade, segurança e eficácia do sistema. Nessa etapa, contou-se com a participação de colaboradores de diversas áreas dentro do DER-MG para realização de testes de usabilidade, integração e desempenho em diferentes dispositivos e ambientes.

Após os testes finais, foram realizados treinamentos e capacitações, para os servidores do DER-MG responsáveis pela operacionalização do sistema. Participaram entre outros, os coordenadores e membros das equipes técnicas alocados nas 40 URGs do órgão, responsáveis pela alimentação das informações e direcionamento das ações. Os treinamentos foram feitos em janeiro de 2024 de forma remota, e teve ampla participação, demonstrando uma boa adesão à novidade.

A partir daí, os cadastros efetivos começaram a ser realizados, tendo sido feitos desde então, pequenos ajustes de acordo com opiniões e melhorias que foram sendo propostas.

DESCRIÇÃO

A tecnologia utilizada no desenvolvimento do aplicativo para mapeamento e monitoramento dos pontos críticos rodoviários do DER-MG foi o ArcGIS Survey123. Esta solução representa um conjunto de funcionalidades com formulários, projetados para criar, compartilhar e analisar dados de forma eficiente e apresentar painéis (*Dashboard de BI*) com dados, gerar listas de prioridades, cálculos e indicadores para subsidiar tomadas de decisões. Além dos formulários e dos painéis, o



ArcGIS disponibiliza mapas interativos e associados aos dados de referência tabulares, dados dos sistemas e controles internos, e registros dos formulários, que são armazenados em sua organização na base de dados do ESRI.

Esses formulários (ArcGIS Survey123) podem ser utilizados para coletar dados tanto pela web quanto por dispositivos móveis, mesmo em ambientes *offline*, no caso do aplicativo instalado no dispositivo móvel. A capacidade de preenchimento offline é crucial para o DER-MG, uma vez que em muitos trechos das rodovias não há sinal de internet móvel. Isso garante que os servidores possam realizar vistorias e coletar dados mesmo em áreas remotas, sem comprometer a qualidade ou a integridade das informações, que serão atualizadas assim que o dispositivo obter sinal de internet.

No caso específico da solução do DER-MG, foram desenvolvidos quatro formulários: Cadastro de Pontos Críticos, Monitoramento Regional, Monitoramento Sede do DER-MG e Cadastro de Limite de Cargas (Figura 1). Cada um desses formulários desempenha um papel específico na identificação, acompanhamento e resolução das ocorrências nas rodovias, contribuindo para uma gestão mais eficiente e proativa dos pontos críticos.

Figura 1: Interfaces do aplicativo ArcGis Survey 123 dos Pontos Críticos (DER-MG, 2024)

Os formulários captam uma variedade de informações, com opções de entrada de texto, imagem, localização e seleções inteligentes. Os resultados das coletas são imediatamente disponibilizados para análise, podendo ser representados graficamente ou exportados como relatórios formatados.

A seguir, será descrito cada um dos formulários desenvolvidos pelo DER-MG:

- **Cadastro de Pontos Críticos:** Este formulário é alimentado pelas Unidades Regionais (URGs) do DER-MG e tem como objetivo registrar informações detalhadas sobre os pontos críticos identificados nas rodovias. Ele inclui campo para localização georreferenciada, classificação e descrição do problema, gravidade da ocorrência, prazo para resolução e outras informações relevantes.
- **Monitoramento Regional:** Utilizado para acompanhar o progresso das intervenções nos pontos críticos cadastrados, este formulário fornece dados sobre a fase (projeto ou obra), estágio (estudo técnico preliminar – ETP, requisitos de contratação, licitação e execução) e status das ocorrências (a iniciar, em andamento, paralisado e concluído). Ele contribui na condução das URGs sobre a utilização do modelo de gestão institucional e favorece para a



alta gestão do DER-MG uma visão mais coesa e padronizada sobre o melhor direcionamento dos recursos de manutenção.

- **Monitoramento Sede do DER:** Este formulário é alimentado pela Diretoria de Manutenção do DER-MG e se concentra nos pontos que exigem apoio da Sede Administrativa para resolução. Ele registra informações sobre as ocorrências que necessitam de projetos e/ou contratações de empresas para realização de obras de reparo, tendo apoio sobretudo na preparação e condução de processos licitatórios e acompanhamento dos contratos necessários para resolução do problema. O prazo para conclusão desses pontos específicos é estimado pela Diretoria de Manutenção.
- **Cadastro de Limite de Cargas:** Alimentado pela Gerência de Obras de Arte Especiais (GOAE), este formulário é utilizado para registrar o limite de cargas nos casos em que ocorreram problemas estruturais em pontes e é necessário limitar o tráfego no local para garantir maior segurança aos usuários. Esse cadastro, inclui campo para descrever se a ponte tem condições de tráfego, e o limite de capacidade de carga atual, caso este seja permitido.

Os dados coletados, são apresentados em forma de painéis gerenciais, utilizados pelas equipes da URGs e pela Sede Administrativa do DER-MG, e também, por um painel público. Para facilitar a gestão regionalizada, foram criados painéis gerenciais específicos para cada regional do DER-MG.

Os painéis apresentam um mapa de Minas Gerais com os pontos críticos georreferenciados e sinalizados de acordo com o status de trafegabilidade da pista. As pistas são classificadas como "interrompida", "com variante", "meia pista" e "pista normal", sendo esta última excluída do painel público, pois consiste apenas em um mapeamento dos trechos que podem vir a se tornarem críticos e por isso, requerem uma atenção especial do DER-MG, agindo de forma preventiva.

Além do mapa, os painéis gerenciais exibem gráficos que mostram a distribuição dos pontos por região e por status das obras de reparação, indicando se encontram em fase a iniciar, em andamento, em projeto ou concluídas. Esses gráficos fornecem uma análise rápida e intuitiva da situação, agilizando o processo de repasse de informações e a elaboração de relatórios e outros documentos necessários para subsidiar a administração pública.

Além dos resumos dos grandes números, os painéis gerenciais também apresentam informações detalhadas de cada ponto crítico, incluindo o tipo de ocorrência, a URG responsável, a data de cadastro, a previsão de resolução, além de fotos da situação antes e após a resolução. Esses detalhes permitem uma análise mais aprofundada e uma resposta mais ágil às necessidades identificadas.

O painel público também conta com resumos dos grandes números e detalhes específicos por pontos cadastrados. Ele é de acesso livre no sítio institucional do DER-MG para qualquer pessoa interessada em obter informações sobre a situação das rodovias de Minas Gerais.

Tanto os painéis gerenciais quanto o painel público, possuem informações e gráficos com dados distribuídos ao longo do tempo, o que possibilitará extrair séries históricas. Essas séries históricas poderão ser usadas para identificar tendências, padrões sazonais e áreas de maior vulnerabilidade ao longo do tempo, fornecendo *insights* valiosos para o planejamento estratégico e a tomada de decisões futuras.

DISCUSSÃO

Desde janeiro até o início de abril de 2024, foram realizados 92 cadastros de pontos críticos com algum tipo de interrupção da trafegabilidade. Destes, 6 apresentaram interrupções totais, 10 apresentaram variantes e 76 tiveram interrupção de meia pista. É importante destacar que, desse total, 50 pontos críticos já foram concluídos, o que representa um resultado significativo em termos de



eficiência na resolução dos problemas identificados. Também foram cadastrados 211 pontos críticos classificados como pista-livre, o que demonstra a adoção do uso da ferramenta para o planejamento prévio aos períodos de chuva, prevendo possíveis danos futuros e permitindo o direcionamento de ações preventivas para reduzir os impactos aos usuários.

A Figura 2, mostra um exemplo de como as informações são apresentadas dentro do painel gerencial do DER-MG.

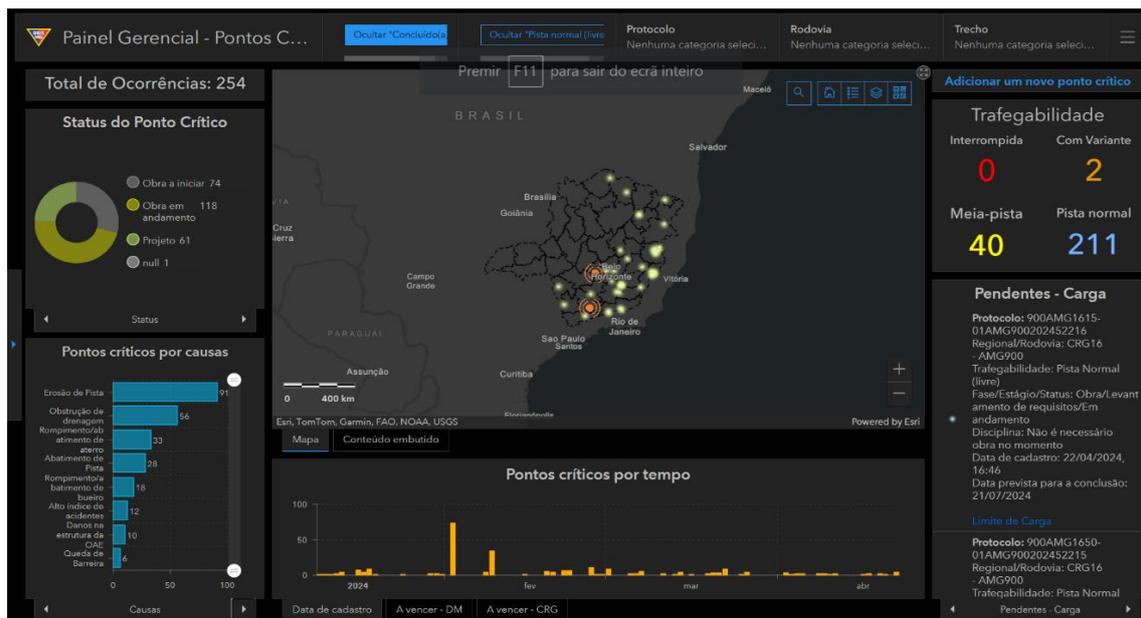


Figura 2: Painel Gerencial de Pontos Críticos do DER-MG (DER-MG, 2024)

Um caso relevante observado, foi cadastrado pela 10ª URG do DER-MG no dia 02 de abril de 2024, e ocorreu na rodovia CMG-267, no trecho que vai do acesso à Conceição do Rio Verde ao entroncamento com a BR-460, localizado no Sul/ Sudoeste de Minas. Na Figura 3, é possível visualizar no painel gerencial, o mapa com a localização e informações sobre o ponto. Classificado como dano em obra de arte corrente (OAC), o rompimento de um bueiro deixou a pista totalmente interrompida nos dois sentidos.

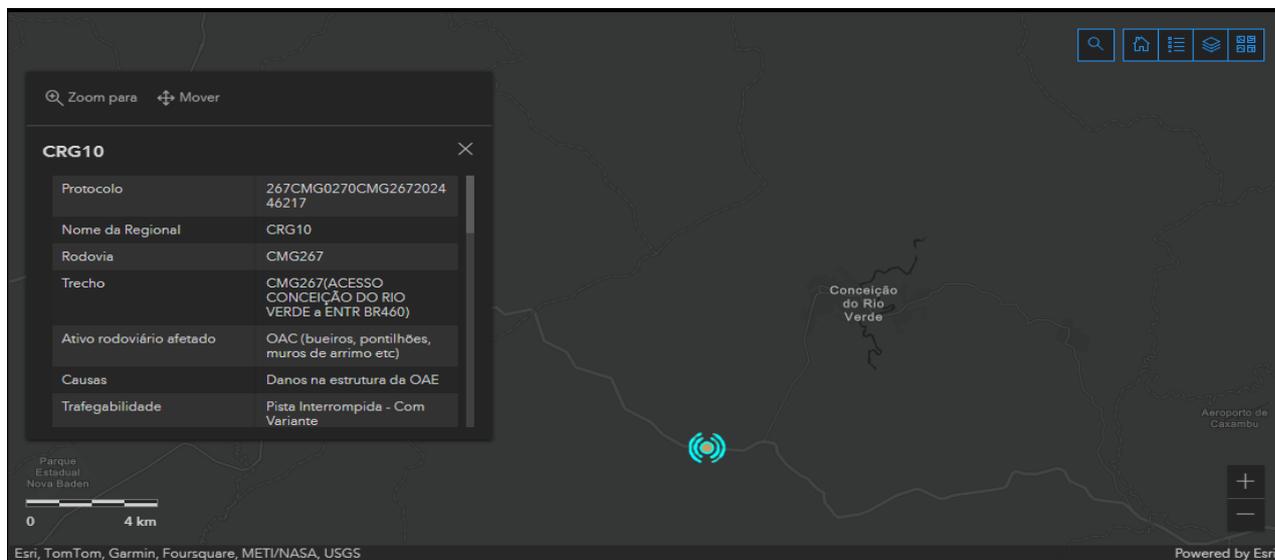


Figura 3: Painel com o mapa e informações de Ponto Crítico cadastrado (DER-MG, 2024)

Buscando minimizar os impactos na região, rapidamente foi criada uma variante no local (Figura 4 e Figura 5), alternativa que substituiu o trecho interrompido, evitando maiores transtornos aos usuários da via.



Figura 4: Variante feita na rodovia CMG-267 (DER-MG, 2024)



Figura 5: Variante feita na rodovia CMG-267 (DER-MG, 2024)

Atualmente, a obra para resolução da ocorrência encontra-se em andamento (Figura 6) e tem previsão de ser concluída até junho de 2027.



Figura 6: Obra em andamento na CMG-267 (DER-MG, 2024)

A implementação do aplicativo e dos painéis gerenciais pelo DER-MG não apenas trouxe avanços significativos na gestão dos pontos críticos rodoviários, mas também teve um impacto positivo na cultura da organização. O engajamento dos servidores do DER-MG não se limitou apenas à adoção da nova tecnologia, mas também contribuiu para fortalecer a cultura organizacional.

É relevante ressaltar que a implantação do sistema ocorreu em uma época crítica, especialmente durante período chuvoso, o que representou um desafio adicional e o envolvimento ativo dos servidores no processo de implementação, demonstrando um alto nível de comprometimento com os objetivos da organização e uma disposição para abraçar mudanças e inovações. Esse engajamento não apenas facilitou a transição para o novo sistema, mas também ajudou a promover uma cultura de



colaboração e aprendizado contínuo dentro do departamento, contribuindo para a difusão dos conhecimentos em georreferenciamento.

Ao participarem do processo de implementação, os servidores tiveram a oportunidade de contribuir com *insights* e sugestões que ajudaram a moldar o desenvolvimento da tecnologia de acordo com as necessidades específicas da organização.

Além disso, a divulgação do painel público em jornais e outros meios de comunicação tem contribuído para aumentar a transparência e a participação pública no monitoramento dos pontos críticos. A conscientização da população sobre a situação das rodovias é essencial para promover uma cultura de segurança no trânsito e incentivar a colaboração de todos os envolvidos na busca por soluções e investimentos adequados para melhorar as condições da malha viária.

Uma melhoria adicional que está sendo implantada é a integração às plataformas de mobilidade, o que permitirá um maior compartilhamento entre o monitoramento dos pontos críticos e os sistemas de gestão do tráfego. Essa integração contribuirá para que os usuários sejam alertados diretamente nas aplicações de mobilidade e adotem rotas mais seguras e previsíveis.

CONCLUSÃO

O estudo de caso do DER-MG oferece uma visão detalhada das estratégias e tecnologias empregadas na identificação e gestão dos pontos críticos rodoviários. A implementação de uma solução georreferenciada representa um marco significativo na modernização, eficiência e transparência da gestão das rodovias do estado.

Ao longo deste artigo, foi discutida a importância dos pontos críticos rodoviários, destacando seus impactos na segurança viária e na fluidez do tráfego. Citou-se as deficiências dos métodos de mapeamento e monitoramento tradicionalmente utilizados pelo DER-MG e descreveu-se as etapas e metodologias empregadas por ele para superar esses desafios.

A introdução de tecnologias avançadas, baseadas no georreferenciamento de informações possibilitou uma resposta mais célere e direcionada às ocorrências nas rodovias. Os formulários simplificados e os painéis fornecem uma visão abrangente e detalhada da situação das rodovias, subsidiando a publicidade das ocorrências e a orientação para a política pública adequada.

Além dos benefícios operacionais, a implementação da solução gerou um impacto positivo na cultura organizacional do DER-MG. O engajamento ativo dos servidores demonstrou um compromisso sólido com os objetivos da organização e uma disposição para abraçar mudanças e inovações. Além disso, a divulgação dos painéis públicos contribuiu para aumentar a transparência e a participação pública no monitoramento das rodovias.

Embora o estudo de caso do DER-MG represente um avanço significativo na gestão de rodovias, houve e ainda há desafios a serem enfrentados. A análise de dados para identificar padrões e tendências ao longo do tempo é uma área que oferece oportunidades para futuras investigações e desenvolvimentos. Uma limitação a ser superada também é o acesso à plataforma pelas empresas contratadas para realizar as correções dos pontos críticos. Com a adição desses atores ao processo de monitoramento das obras, as informações geradas em campo estariam disponíveis mais rapidamente e os servidores conseguiriam gerenciar melhor as atividades dos contratos nas URGs. Outra limitação, que está sendo trabalhada uma solução, é a integração com as plataformas de mobilidade, Waze e Google Maps. A automação do compartilhamento das informações dos cadastros dos pontos nessas plataformas permite que os usuários utilizem rotas mais adequadas, seguras e em tempo real.

Por fim o caso do DER-MG destaca o potencial das tecnologias de georreferenciamento e gestão de dados para melhorar a segurança e a eficiência do transporte rodoviário. Ao continuar investindo em



inovação e colaboração, o departamento está posicionado para continuar promovendo soluções eficazes, eficientes e econômicas para os desafios das rodovias em Minas Gerais.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BURROUGH, P. A. Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment. Oxford: Clarendon Press, 1986.
- CAVALIERI, A.; HAMADA, E.; ROCHA, J. V.; NETO, F. L. Aplicação de Sistema de Informações Geográficas em Estudos de Degradação do Solo. In: Anais do VIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Salvador, 14-19 abril 1996. São José dos Campos: INPE, 1996. p. 91-92.
- CNT, Confederação Nacional do Transporte. Radar CNT do Transporte – Pontos Críticos 2023. Brasília, 15 de janeiro de 2024. Disponível em: <https://cnt.org.br/documento/8f8896b9-3540-4a37-b6ad-c894a53a76ec>. Acesso em: 19, abr. 2024.
- CUNHA, A. L. Transporte Rodoviário de Cargas no Brasil: Avanços e Desafios. São Paulo: Editora Atlas, 2018.
- INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Tutorial de Geoprocessamento. São José dos Campos: INPE, 2006. Disponível em: <https://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/tutorial/index.html>. Acesso em: 3 de maio de 2024.
- MINAS GERAIS. Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de Minas Gerais. Boletim Rodoviário 2020. Belo Horizonte, 26 de agosto de 2024.
- MINAS GERAIS. Executivo. Decreto nº 48.666, de 04 de agosto de 2023. Dispõe sobre a organização do Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de Minas Gerais e dá outras providências. Diário do Executivo de Minas Gerais, Pag. 9 Col., Belo Horizonte, 05 de agosto de 2023.
- MINAS GERAIS. Executivo. Lei Estadual nº 5.147, de 13 de janeiro de 1967. Dispõe sobre a criação do Departamento de Estradas de Rodagem de Minas Gerais. Belo Horizonte, 1967.
- OLIVEIRA, F. G.; FILHO, F. B.; LIMA, R. S. Impacto dos Acidentes de Trânsito nos Custos Operacionais e Tempo de Deslocamento em Rodovias Brasileiras: Um Estudo de Caso. Journal of Transportation Engineering, v. 45, p. 210-225, 2023.
- WOLSHON, B.; PANDE, A. Traffic Engineering Handbook (7th ed.). John Wiley & Sons, Inc., 2016.