

DESENVOLVIMENTO DE COMPLEMENTO DO QGIS PARA INVENTÁRIO DE VIAS: ESTUDO DE CASO NO ESTADO DO PARÁ, BRASIL

Development of a QGIS Plugin for Road Inventory: Case Study in the State of Pará, Brazil

Adriano Caliman Salvador

Topocart Topografia, Engenharia e Aerolevanteamento S/S LTDA

Consultoria Técnica

adriano@topocart.com.br

Laura Cristina Moura Xavier

Topocart Topografia, Engenharia e Aerolevanteamento S/S LTDA

Consultoria Técnica

laura.cristina@topocart.com.br

Isaac Antunes Miranda Júnior

Topocart Topografia, Engenharia e Aerolevanteamento S/S LTDA

Consultoria Técnica

isaac.antunes@topocart.com.br

Resumo:

O mapeamento com sensores LiDAR e fotogramétrico acoplados a automóveis têm se mostrado uma excelente ferramenta para inventário de vias. Quando integrado a um Sistema de Informação Geográfica – SIG, permite o gerenciamento das geoinformações de forma simples e eficiente. Neste intuito, a EMPRESA desenvolveu um plugin para o QGIS para levantamento de inventário de vias. Este complemento permite definir a posição dos ativos da via de forma precisa, além de possibilitar a realização de medidas e preenchimento das características desses ativos. Tudo isso é armazenado em banco de dados espacial PostgreSQL. Ele permite visualizar, complementar e atualizar as informações de forma simultânea por diversos colaboradores. Um projeto realizado no primeiro trimestre de 2024 em 520 quilômetros de rodovias no estado do Pará mostrou excelentes resultados utilizando estas tecnologias. Foi possível realizar o levantamento de 49 mil ativos do tipo pontual com suas características cadastradas e mais de 10 mil elementos lineares vetorizados em um curto espaço de tempo e utilizando software livre.

Palavras-chave: Inventário de vias; QGIS; cadastro de vias; nuvem de pontos; fotos 360.

Abstract:

Mapping with LiDAR and photogrammetric sensors attached to vehicles has proven to be an excellent tool for road inventory. When integrated with a Geographic Information System (GIS), it allows for the management of geoinformation in a simple and efficient manner. To this end, EMPRESA has developed a QGIS plugin for road inventory surveys. This add-on allows for the precise definition of the position of road assets, in addition to enabling measurements and filling in the characteristics of these assets. All of this is stored in a PostgreSQL Spatial Database. It allows multiple collaborators to view, supplement, and update information simultaneously. A project carried out in the first quarter of 2024 on 520 kilometers of highways in the state of Pará showed excellent results using these technologies. It was possible to survey 49,000 point-type assets with their registered characteristics and more than 10,000 vectorized linear elements in a short space of time and using free software.

Keywords: Road inventory; QGIS; road cadastre; point cloud; 360 photos.

1 INTRODUÇÃO

A aquisição e gerenciamento de informações geográficas são essenciais para a gestão eficiente de infraestruturas urbanas e rodoviárias. A demanda crescente por sistemas de cadastros de vias, que permitam um mapeamento preciso e atualizado, tem levado ao desenvolvimento de tecnologias avançadas, integrando Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e mapeamento móvel com LiDAR (MML). Essas tecnologias têm mostrado grande eficácia na coleta e gerenciamento de dados geoespaciais detalhados de vias (Christou et al., 2021).

A integração de tecnologias de MML e SIG proporciona uma solução para geração e gestão de informações geométricas e temáticas de vias. Essa integração possibilita a criação de cadastros rodoviários detalhados, essenciais para a manutenção, monitoramento e planejamento de infraestrutura. Estudos recentes têm demonstrado a eficiência dessas tecnologias na coleta de dados precisos e na atualização constante de inventários de vias, proporcionando uma base sólida para a tomada de decisões informadas na gestão de rodovias (Balzi e Grilli, 2023; Aldelgawy, Abo-Hashema e Radwan, 2022; Simonetti et al., 2022).

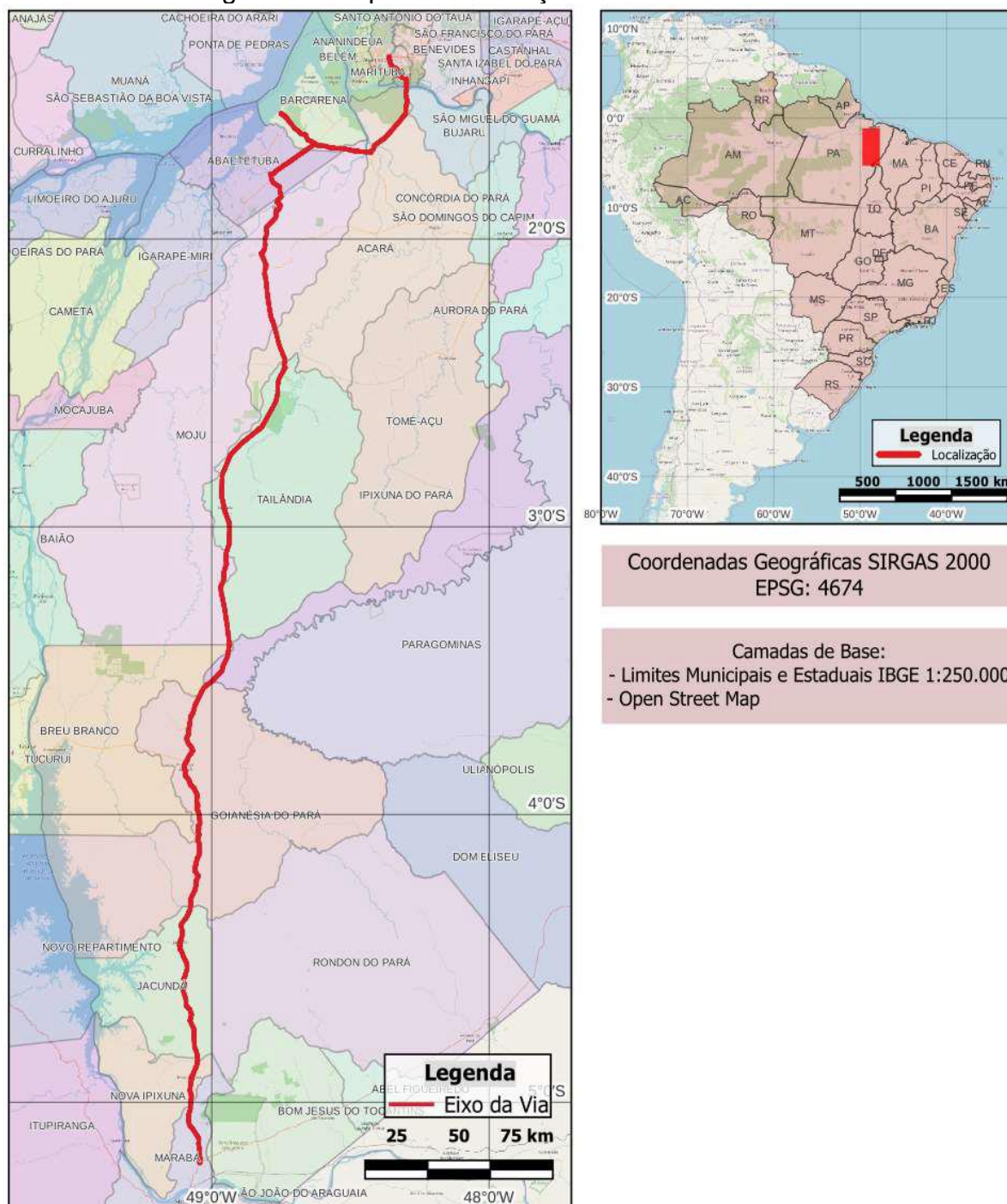
No entanto, o custo elevado de softwares comerciais específicos muitas vezes representa uma barreira significativa para a adoção por empresas e órgãos públicos com recursos financeiros limitados. Além disso, a complexidade técnica envolvida na operação e manutenção dos sistemas de mapeamento exige pessoal qualificado, o que representa um obstáculo adicional para muitas organizações (Gaspari et al., 2023). Dessa forma, há necessidade de soluções mais acessíveis e eficientes para o cadastro de vias, reduzindo custos e promovendo a modernização na gestão viária de maneira mais precisa.

Para abordar essas questões, a empresa Topocart desenvolveu um plugin no software QGIS para o inventário de vias utilizando a linguagem de programação Python. Essa linguagem foi utilizada devido à sua flexibilidade e ampla gama de bibliotecas disponíveis para processamento de dados geoespaciais. Esse plugin foi desenvolvido para ser uma ferramenta robusta e acessível, capaz de atender às necessidades específicas de um contrato com uma concessionária de rodovias no estado do Pará, Brasil. O objetivo deste trabalho é apresentar o desenvolvimento e aplicação do plugin de inventário de vias, o qual é uma solução de baixo custo que permite a realização de inventários precisos e atualizados, superando limitações financeiras e técnicas frequentemente encontradas.

2 APLICAÇÃO: ESTUDO DE CASO

O trabalho foi desenvolvido em rodovias no estado do Pará, Brasil, entre os municípios de Marabá, Barcarena e Belém, contabilizando uma extensão de 520 km de vias. A Figura 1 mostra a localização dos trechos de rodovias envolvidos no projeto. Essas rodovias são, em sua maioria, do tipo simples de mão dupla.

Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo.



Fonte: Topocart (2024).

3 DESENVOLVIMENTO

O plugin foi desenvolvido utilizando a linguagem de programação Python e como ferramenta a IDE PyCharm Community Edition. A EMPRESA conta com várias aplicações desenvolvidas desta forma, o que possibilitou a criação dessa extensão de forma rápida. Para este complemento, o processo se iniciou a partir da possibilidade de visualização de nuvem de pontos densa em ambiente SIG, proporcionada pelo software QGIS. Por ser uma funcionalidade relativamente nova,

foi difícil encontrar suporte e dicas sobre sua utilização, além da documentação fornecida pelos mantenedores, disponível em “<https://qgis.org/pyqgis/3.28/core/QgsPointCloudLayer.html>”. Isso tornou o trabalho de entendimento e aplicação dos métodos disponíveis mais complexo. Além disso, por se tratar de um plugin que está em constante desenvolvimento, podem ocorrer mudanças que inviabilizem a utilização das versões futuras.

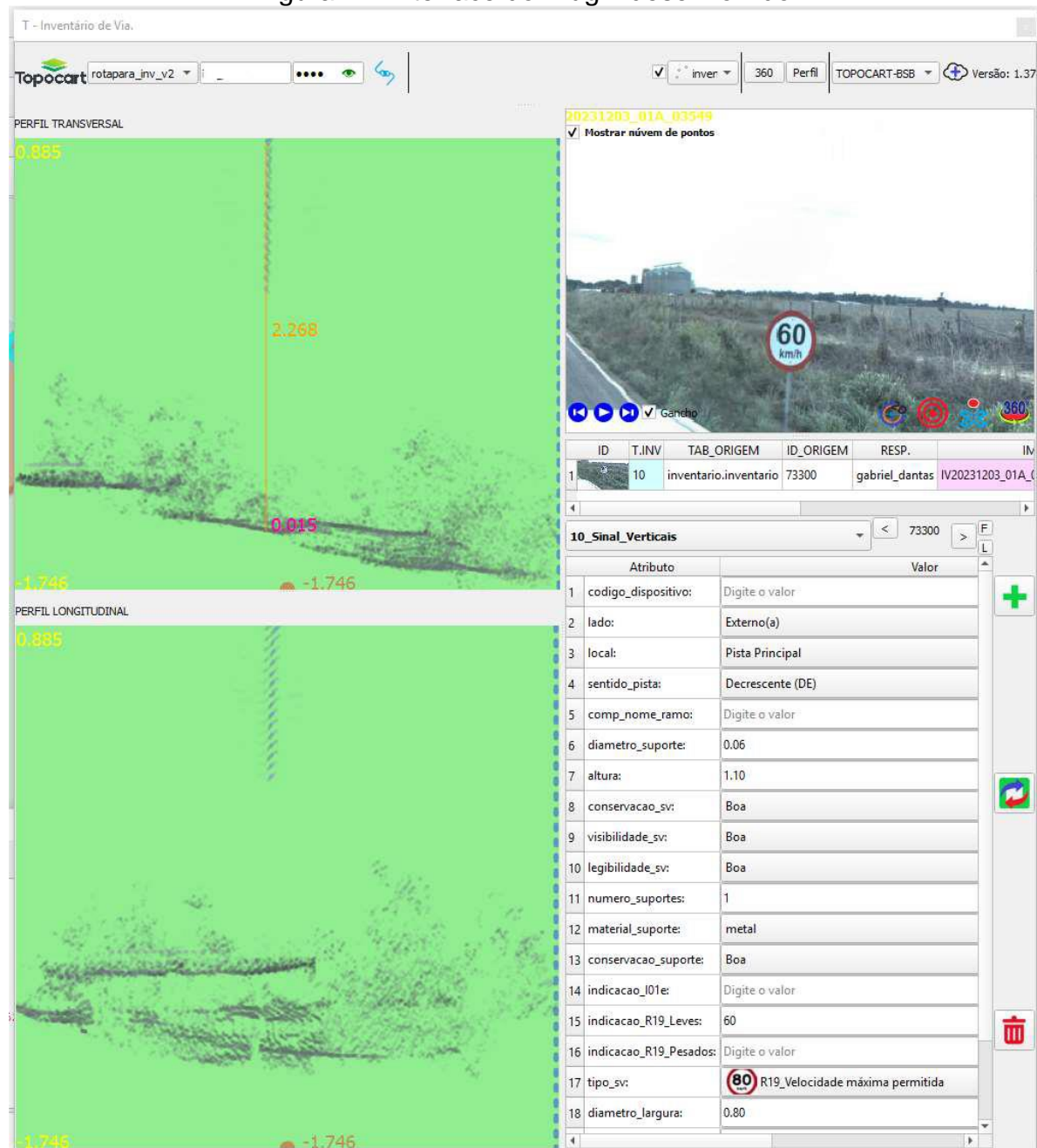
Apesar disso, a visualização e análise de dados de nuvem de pontos em um software SIG livre pode alavancar a utilização deste tipo de informação, e isso é uma das principais motivações para o entendimento e criação de novas funcionalidades de visualização e análise deste tipo de dado.

O tempo disponível para o desenvolvimento foi limitado, pois o contrato já estava em vigor durante o período de criação do plugin. O desenvolvimento ocorreu entre fevereiro e abril de 2024, e englobou a reorganização das funcionalidades já existentes em uma nova aplicação, a estruturação do banco de dados e o desenvolvimento da ferramenta de perfil com interação entre o usuário e os dados, possibilitando realizar medidas e definir a posição dos elementos de forma precisa.

O plugin foi desenvolvido visando conter as funcionalidades: (i) conexão com o PostgreSQL, que permite um gerenciamento dos usuários que acessarão as informações; (ii) visualização de imagens panorâmicas (fotos 360º), que possibilitam a identificação visual dos ativos; (iii) visualização e medição em perfis verticais de nuvem de pontos LiDAR, que possibilita a definição precisa da posição dos elementos; e (iv) preenchimento de atributos para mais de 27 tipos de ativos diferentes, possibilitando o cadastro de forma dinâmica e rápida.

Vale ressaltar que, os tipos de ativos da rodovia foram definidos de acordo com o Manual de Fiscalização de Rodovias Federais Concedidas (ANTT, 2016), e a classificação da sinalização das vias foi realizada de acordo com os 9 volumes do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito (CONTRAN, 2022). A Figura 2 apresenta a interface do plugin desenvolvido.

Figura 2 – Interface do Plugin desenvolvido.



Fonte: Topocart (2024).

Na Figura 2 é possível visualizar à esquerda o perfil transversal (acima) e o perfil longitudinal (abaixo) para uma área circular com raio de 2 metros. A direção longitudinal é definida pelo alinhamento formado pelo ponto de tomada da foto 360° mostrada à direita, e o ponto que está sendo investigado e que foi definido no mapa, enquanto o transversal faz um ângulo de 90° com o longitudinal passado pelo ponto definido no mapa. Nos perfis é possível tomar medidas horizontais e verticais, bem como capturar a posição tridimensional de um ponto clicando sobre este em um dos perfis.

Para a funcionalidade de visualização de fotos 360°, além de ser possível aplicar zoom e rotacionar, também é possível mudar para a próxima imagem ou a

anterior e avançar para as próximas imagens automaticamente, semelhante a um vídeo. Na tabela apresentada na Figura 3, são mostradas algumas informações do ponto de inventário selecionado.

Figura 3 – Parte da janela do complemento com atributos para a classe de ativo Pistas.

01_Pistas	
Atributo	Valor
1 ponto-if:	Início
2 rodovia_uf:	PA-151
3 tipo_via:	Interseção
4 marco_km:	Digite o valor
5 obs_1:	Digite o valor
6 obs_2:	Digite o valor

Fonte: Topocart (2024).

Vale ressaltar, que um dos desafios no desenvolvimento do complemento foi permitir que fosse possível preencher os diferentes tipos e quantidades de atributos para cada classe de ativos. Na Figura 2, é possível notar uma lista com 18 dos 21 atributos passíveis de preenchimento para a classe de Sinalização Vertical. E, na Figura 3, são mostrados todos os 6 atributos passíveis de preenchimento para o ativo da classe Pista.

4 RESULTADOS DA EXECUÇÃO DO PROJETO

Na execução do projeto, em determinados momentos, mais de 30 colaboradores estavam utilizando a aplicação simultaneamente, computando um total de 2700 horas de trabalho da equipe. A Tabela 1 apresenta os quantitativos da execução do projeto.

Tabela 1 - Quantitativos alcançados na execução do projeto.

Atividade	Tempo de trabalho empregado	Quantidade
Aquisição da nuvem de pontos e fotos 360º	7 dias	1 TB de dados no formato *.LAS e 107.000 fotos 360º
Aquisição de pontos de apoio	3 meses	664 pontos
Desenvolvimento e teste do complemento para cadastro de vias	344 horas	Aproximadamente 5.000 linhas de código
Cadastro de ativos	2700 horas (durante 3 meses)	48913 pontos atribuídos cadastrados e 10365 linhas vetorizadas

Fonte: Topocart (2024).

Apesar de utilização de tecnologia de vanguarda para obtenção e representação dos dados, seguindo exigências do contratante e do órgão que regulamenta este tipo de infraestrutura, os produtos deste tipo de levantamento foram 27 planilhas com seus respectivos arquivos na extensão *.KML com as imagens recortadas para cada ativo

nas fotos 360°.

5 DISCUSSÕES

A utilização de programas livres como QGIS e PostgreSQL/PostGIS reduz significativamente os custos de operação, tanto para a empresa quanto para os clientes. Além disso, há um suporte e desenvolvimento contínuo da comunidade de código aberto. Outra vantagem da utilização do software QGIS é a possibilidade de personalização, visto que o software pode ser adaptado de forma a atender os requisitos específicos de cada projeto, oferecendo flexibilidade necessária para os projetos dos quais a Topocart faz parte.

A partir do complemento elaborado para execução deste projeto, foi desenvolvido um segundo complemento para visualização da nuvem de pontos em perfil vertical, que foi disponibilizado no repositório oficial do QGIS com o nome “T Vertical Sessions”. Esse complemento pode ser obtido gratuitamente no site do repositório oficial. Ele foi desenvolvido e disponibilizado com o intuito de retribuir, pelo menos em parte, os benefícios obtidos pela utilização do software livre. É importante ressaltar que, a empresa investiu em desenvolvimento e disponibilizou a parte de código mais inovadora para que a comunidade de desenvolvedores possa entender como o complemento foi desenvolvido e alterá-lo de acordo com suas necessidades.

6 CONCLUSÃO

A relevância deste estudo está na sua contribuição para a redução de custos e na melhoria da gestão de infraestruturas rodoviárias. Ao fornecer uma solução acessível e robusta, o plugin desenvolvido pela Topocart possibilita a realização de inventários precisos e atualizados, atendendo às demandas de projetos de grande escala com eficiência e precisão. A aplicação bem-sucedida nas rodovias do Pará serve como prova de conceito, demonstrando o potencial de expansão da ferramenta para outras regiões e projetos, contribuindo para a melhoria contínua da gestão de infraestruturas rodoviárias

Agradecimentos

À toda a equipe da Topocart que trabalhou neste projeto, pela força de vontade em se adaptar às constantes mudanças no processo que evoluiu muito no decorrer das atividades.

Referências

ALDELGAWY, M.; ABO-HASHEMA, M. A.; RADWAN, M. M. Integrating GPS and GIS technologies to enhance Pavement Management System process: a case study. **Advances in Transportation Studies**, v. 58, 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES. **Manual de Fiscalização de Rodovias Federais Concedidas. V.1**, 2016. Disponível em: <https://www.gov.br/antt/ptbr/assuntos/rodovias/fiscalizacao-da-infraestrutura-rodoviaria/manual->

defiscalizacao/manual_fiscalizacao_rodovias_federais_concedidas.pdf. Acesso em: 27 jul. 2024.

BALZI, A.; GRILLI, A. Pavement management system: implementing project evaluation for local road administrations. **Transportation Research Procedia**, v. 74, p. 1211-1218, 2023.

CHRISTOU, G. et al. Design and development of a gis-based platform using open source components for monitoring, maintenance and management of road network: the case study of cyprus. The International Archives of the Photogrammetry, **Remote Sensing and Spatial Information Sciences**, v. 46, p. 37-42, 2021.

CONTRAN. **Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito**. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transito/senatran/manuaisbrasileiros-de-sinalizacao-de-transito>. Acesso em: 27 jul. 2024.

GASPARI, F. et al. Mobile mapping solutions for the update and management of traffic signs in a road cadastre free open-source GIS architecture. International Archives of the Photogrammetry, **Remote Sensing and Spatial Information Sciences**, v. 48, p. 61-66, 2023.

SIMONETTI, S. et al. GIS Roads Cadastre, Infrastructure Management and Maintenance. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM: New Metropolitan Perspectives. Cham: **Springer International Publishing**, 2022. p. 2045-2053.