

**UTILIZAÇÃO DE SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIG) NA ELABORAÇÃO DE BANCO DE DADOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS VOLTADOS PARA INFRAESTRUTURA RODOVIÁRIA**

Larissa Vieira <sup>1</sup>; Jonathan Kreia <sup>2</sup>; Melissa M. Yamada<sup>3</sup> Renan Pelepenko<sup>4</sup>

**Resumo** – O Departamento de Estradas de Rodagem do Estado do Paraná (DER/PR) contratou, ao longo dos anos, diversos projetos de engenharia rodoviária, nos quais foram realizadas sondagens geológico-geotécnicas para obtenção de informações referentes ao tipo de solo existente nas rodovias estaduais. Tais dados, provenientes de boletins de sondagens a trado, à percussão ou mistas, e que não devem sofrer, na maioria das vezes, grandes alterações com o passar do tempo, podem ser de grande utilidade em outros estudos e aplicações. Neste sentido, foi proposta a criação de um sistema de informações geográficas (SIG) para compilar e espacializar os dados geológico-geotécnicos coletados para projetos. A metodologia para criação do SIG com essa finalidade é baseada no uso dos *softwares* Civil 3D e QGis, e foi aplicada inicialmente com as informações obtidas no projeto de pavimentação da rodovia estadual PR-160, no trecho entre os municípios de Imbaú e Reserva.

**Abstract** – The Department of Highways of the State of Paraná (DER/PR) contracted, over the years, several road engineering projects, in which geological and geotechnical surveys were carried out to obtain information regarding the type of soil existing on state highways. Such data, coming from auger, percussion or mixed sounding bulletins, and which should not undergo, in most cases, major changes over time, can be of great use in other studies and applications. In this sense, the creation of a geographic information system (GIS) was proposed to compile and spatialize the geological-geotechnical data collected for projects. The methodology for creating the GIS for this purpose is based on the use of Civil 3D and QGis software, and was initially applied with the information obtained in the paving project of the PR-160 state highway, in the stretch between the municipalities of Imbaú and Reserva.

**Palavras-Chave** – sistema de informações geográficas; sondagem; sondagis.

---

<sup>1</sup> Eng., MSc., Departamento de Estradas de Rodagem do Estado do Paraná, (41) 3304-8058, larissavieira@der.pr.gov.br

<sup>2</sup> Eng., Universidade Federal do Paraná, (41) 9 9992-1319, jonathankreia@gmail.com

<sup>3</sup> Arq., Universidade Federal do Paraná, (41) 9 9685-2583, miel.my@gmail.com

<sup>4</sup> Graduando Universidade UniBrasil Centro Universitário, (41) 9 9783-2022, renanpelepenko@der.pr.gov.br

## 1. INTRODUÇÃO

O Estado do Paraná possui um sistema rodoviário composto por aproximadamente 10.000 km de rodovias. Garantir a movimentação adequada de pessoas e bens por esse sistema viário estadual é a missão do Departamento de Estradas de Rodagem (DER), que executa o programa de acordo com diretrizes gerais e específicas que regem a ação governamental, além de programar, executar e controlar todos os serviços técnicos e administrativos concernentes a estudos, projetos, obras, conservação, operação e administração das estradas e obra de arte rodoviárias. E a gestão da Política de Infraestrutura e Logística, centrada no desenvolvimento sustentável e na priorização de investimentos é realizada pela Secretaria de Infraestrutura e Logística do Estado, órgão da qual o DER é autarquia.

Ao longo dos anos, o DER contratou diversos projetos e obras, construindo um arcabouço de informações coletadas para a elaboração destes estudos, projetos e obras. Uma dessas informações são as pertinentes à caracterização do solo, de acordo com a NBR 6484 atualizada em 2020, que instrui sobre a execução sondagens manual e mecanizado, a NBR 9603 de 2015, que estabelece os requisitos mínimos para a sondagem a trado, assim como as instruções do DNIT, como a IS-202 – Instrução de Serviço para Estudos Geológicos e a IS-206 - Estudos Geotécnicos. A Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental (ABGE) também orienta sobre os conceitos e diretrizes para a execução de sondagens (ABGE, 2013). Com isso, o tipo de solo e suas características, conteúdo dos boletins dessas sondagens, são dados que podem não se alterar ao longo do tempo. Por esse motivo, podem ser utilizados para embasar um estudo de viabilidade, uma vez que estejam disponibilizados em um Sistema de Informações Geográficas (SIG). O SIG permite a apresentação desses dados de forma visual e técnica. Com esse objetivo, foi desenvolvido na Coordenadoria de Pesquisa e Desenvolvimento (CPD) do DER do Paraná, um projeto chamado SondaGis, para a elaboração de uma metodologia para a construção desse SIG de forma a subsidiar os engenheiros rodoviários e gestores nas tomadas de decisão. Para isso, foi selecionado um estudo de caso para validação de um processo de organização dos dados e das informações necessárias na construção desse SIG.

## 2. GESTÃO ESPACIAL DE DADOS DE SONDA GENS

As Normas brasileiras ou instruções de serviços nacionais trazem em seu escopo formas de coleta de dados sobre o solo existente para que seja possível a sua caracterização. E a IS-206, determina uma quantidade mínima de ensaios, situadas a intervalos de no máximo de 500 m, localizados de forma a se ter no mínimo uma sondagem representativa em cada corte. As amostras coletadas em cada furo, nos diversos horizontes de material, serão objeto de ensaios de caracterização (limite físico e granulometria), compactação e ISC. Esses dados coletados e analisados são apresentados no formato de boletins junto ao relatório de Estudos Geológico / Geotécnicos apresentados no Volume 3: Memória Justificativa, dos projetos contratados.

Sendo assim, a metodologia adotada seguiu as seguintes etapas:

- I. Seleção e organização dos dados de um projeto piloto;
- II. digitalização dos dados no Civil 3D;
- III. mapeamento dos boletins das sondagens no QGis.

Na primeira etapa para aplicação da metodologia foi selecionada a área de estudo correspondente à rodovia Antônio Eduardo de Brito (PR-160) – Lote 01, trecho entre os municípios de Imbaú e Reserva no Estado do Paraná, km 238+192 (interseção BR-376/PR) ao km 266+553 (contorno de Reserva). As coordenadas médias da área são UTM: 7.289.923,947N e 516.856,924E.

### 2.1. GEOTECHNICAL MODULE

O *Geotechnical Module* é uma extensão do Civil 3D, *software* da Autodesk, que permite a importação de dados geotécnicos como os furos de sondagem de forma que sejam representados no projeto de infraestrutura. O Civil 3D é um *software* de documentação e projeto de infraestrutura civil, usualmente utilizado para a modelagem dos projetos de infraestrutura rodoviária. Essa importação demanda a construção de duas planilhas, uma chamada *Location Details.csv* (Tabela 1) e outra chamada *Field Geological Description.csv* (Tabela 2). A primeira com as informações de

localização dos furos das sondagens no Civil 3D e a segunda com a descrição das camadas identificadas em cada ponto.

Tabela 1. Location Details

Location ID	Location Type	Easting	Northing	Ground Level	Final Depth
ST - 01 / AM - 01	RC	522222,47	7295783,78	935,930	3,00
ST - 02	RC	521811,45	7295600,27	946,458	3,00
ST - 03	RC	520767,19	7295183,78	957,623	3,00

Tabela 2. Field Geological Description

Location ID	Depth Top	Depth Base	Geology Code	Geology Code 2
ST - 01 / AM - 01	0.00	0.15	Camada Vegetal	CV
ST - 01 / AM - 01	0.15	3.00	Argila Marrom	AM
ST - 02	0.00	0.2	Camada Vegetal	CV
ST - 02	0.2	3.00	Argila Vermelha	AV
ST - 03	0.00	0.15	Camada Vegetal	CV
ST - 03	0.15	2.00	Argila Marrom	AM
ST - 03	2.00	3.00	Argila Vermelha	AV

## 2.2. SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA (SIG)

O QGis é Sistema de Informação Geográfica (SIG) de código aberto que permite a criação, edição, visualização, análise e publicação de informações geoespaciais. E foi utilizado para a organização do banco de dados geológicos. Com o objetivo de uma melhor visualização dos dados levantados pelas sondagens, foram mapeados os pontos de acordo com a Tabela 1, e vinculado a cada um desses pontos as informações dos boletins de sondagem conforme Figura 1 abaixo.

Tabela 3. Atributos vinculados dos pontos de sondagem

ID	Local.ID	Local.Tipo	Este	Norte	G.Level	F.Depth	Photo	Ações
16	2 AM-54	RC	524426,89...	7296111,98...	876,24...	4,000...	X:\dg-ap-geo-mapageo\SIG-SRE\08 - SondaGIS\dados_sondagem\PR-160_Imb...	PDF
17	5 ST-51	RC	524311,11...	7295953,63...	869,70...	4,000...	X:\dg-dt-cpd\SondaGIS\PR 160 - Imbau Reserva\Arquivos Finais Geotecnica\Fot...	PDF
18	6 AM-56	RC	524311,11...	7295953,63...	869,70...	4,000...	X:\dg-ap-geo-mapageo\SIG-SRE\08 - SondaGIS\dados_sondagem\PR-160_Imb...	PDF
19	22 ST-56	RC	523147,53...	7295507,50...	890,47...	4,000...	X:\dg-dt-cpd\SondaGIS\PR 160 - Imbau Reserva\Arquivos Finais Geotecnica\Fot...	PDF
20	23 ST-57	RC	522985,90...	7295641,55...	924,88...	4,000...	X:\dg-dt-cpd\SondaGIS\PR 160 - Imbau Reserva\Arquivos Finais Geotecnica\Fot...	PDF
21	24 AM-62	RC	522985,90...	7295641,55...	924,88...	4,000...	X:\dg-ap-geo-mapageo\SIG-SRE\08 - SondaGIS\dados_sondagem\PR-160_Imb...	PDF
22	60 ST-58	RC	518706,76...	7291255,69...	875,59...	4,000...	X:\dg-dt-cpd\SondaGIS\PR 160 - Imbau Reserva\Arquivos Finais Geotecnica\Fot...	PDF
23	63 ST-60	RC	518063,02...	7290881,11...	894,50...	4,000...	X:\dg-dt-cpd\SondaGIS\PR 160 - Imbau Reserva\Arquivos Finais Geotecnica\Fot...	PDF
24	68 ST-62	RC	517041,89...	7290020,41...	958,28...	4,000...	X:\dg-dt-cpd\SondaGIS\PR 160 - Imbau Reserva\Arquivos Finais Geotecnica\Fot...	PDF
25	69 AM-69	RC	517041,89...	7290020,41...	958,28...	4,000...	X:\dg-ap-geo-mapageo\SIG-SRE\08 - SondaGIS\dados_sondagem\PR-160_Imb...	PDF
26	77 ST-63	RC	515710,76...	7288898,66...	982,13...	4,000...	X:\dg-dt-cpd\SondaGIS\PR 160 - Imbau Reserva\Arquivos Finais Geotecnica\Fot...	PDF
27	85 ST-64	RC	515562,86...	7287128,69...	957,40...	4,000...	X:\dg-dt-cpd\SondaGIS\PR 160 - Imbau Reserva\Arquivos Finais Geotecnica\Fot...	PDF
28	108 ST-67	RC	515281,59...	7282443,03...	1009,6...	4,000...	X:\dg-dt-cpd\SondaGIS\PR 160 - Imbau Reserva\Arquivos Finais Geotecnica\Fot...	PDF

## 3. APLICAÇÃO NA RODOVIA PR-160

Para demonstração da metodologia, foram utilizados os dados das sondagens realizadas no projeto de pavimentação da PR-160, que liga as cidades de Reserva e Imbaú no estado do Paraná. Foram digitalizadas as sondagens, utilizando o *Geotechnical Module* e mapeadas para a construção de um SIG de dados geológicos.

Figura 1. Visualização do ponto AM-02 do projeto da PR-160

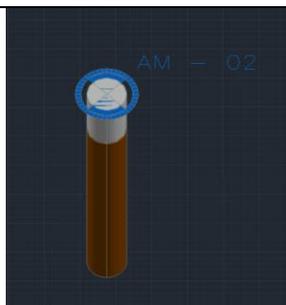
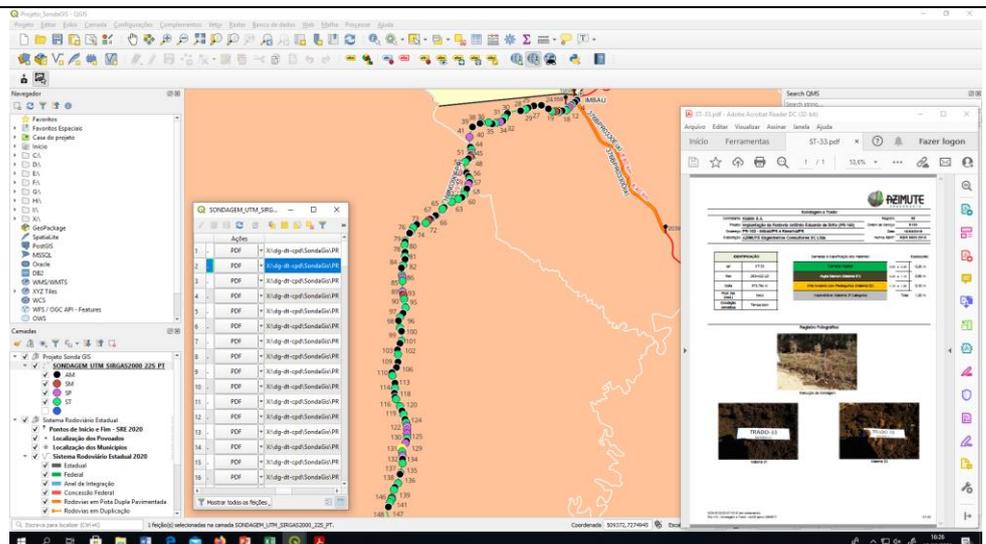


Figura 2. Visualização dos pontos das sondagens mapeados e o boletim vinculado ao ponto



#### 4. CONCLUSÕES

O mapeamento das sondagens, executadas para a elaboração dos projetos, em plataforma SIG nos permite uma visualização rápida e fácil das informações básicas necessárias para o dimensionamento de uma rodovia. O cruzamento com os mapeamentos pedológico, geológico e geotécnico quando existente, possibilita um melhor entendimento das realidades locais, bem como, o apontamento de necessidades técnicas específicas, em uma escala regional, considerando as diferenças de escalas dos dados. Por outro lado, o detalhamento dos dados das sondagens dos projetos, foram considerados e modelados até o ponto limite de capacidade do *software* utilizado.

#### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Autodesk pelas trocas de informações sobre a ferramenta *Geotechnical Module* e ao DER/PR especialmente ao Geoprocessamento da Assessoria de Planejamento pelo suporte oferecido.

#### REFERÊNCIAS

ABGE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA. **Manual de Sondagens**. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, 1999.

AZIMUTE A. E.; KLabin S.A. **Projeto de Engenharia para Implantação da Rodovia Antônio Eduardo de Brito (PR-160) – LOTE 01**. Joinville; Klabin S.A; 2020.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNIT – IPR 726: Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários**. 3ª Edição. Rio de Janeiro, 2006.

\_\_\_\_ - IS-202: **Instrução de Serviço para Estudos Geológicos**. 3ª Edição. Rio de Janeiro, 2006.

\_\_\_\_ - IS-206 - **Estudos Geotécnicos**. 3ª Edição. Rio de Janeiro, 2006.

NBR 6484: **Solo - Sondagens de simples reconhecimento com SPT - Método de ensaio**. Rio de Janeiro; DNIT, 2020.

NBR 9603. **Sondagem a Trado – Procedimento**. Rio de Janeiro; ABNT, 2015.

MONTICELI, João Jerônimo; TRESSOLDI, Marilda. **Diretrizes para Classificação de Sondagens**. São Paulo; Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental: 2013.