

BANCO DE DADOS GEOTÉCNICOS APLICADO A PROJETOS DE INFRAESTRUTURA RODOVIÁRIA

Palavras-Chave: Projetos, Campanhas de Sondagem, Propriedades Geotécnicas

Autores/as:

Isabella Gobbo Rangel Fernandes [Universidade Estadual de Campinas]

Msc. João André Martins (coorientador) [Universidade Estadual de Campinas]

Prof.^a Dr.^a Jefferson de Lima Picanço (orientador) [Universidade Estadual de Campinas]

Resumo

A disponibilidade de solos para composição das camadas do pavimento e a classificação de terraplenagem dos cortes ao longo das rodovias são alguns, entre os diversos fatores que influenciam no custo de implantação de projetos rodoviários. Devido à variedade de regolito e rochas vulcânicas, com diferentes propriedades geotécnicas, é complexo a determinação do comportamento dos solos, sendo raros os trabalhos que visam a compatibilização das campanhas de sondagens de projetos anteriormente desenvolvidos. Sendo assim, a presente pesquisa tem como objetivo apresentar as atividades desenvolvidas visando a definição, construção e manipulação de banco de dados geotécnico em Excel. Para tal, foram combinados dados geotécnicos de 23 projetos desenvolvidos pela SEI e DNIT, em trechos de rodovias inseridas na região Oeste Catarinense, no Magmatismo Serra Geral, totalizando 2155 pontos de sondagens digitados. Posteriormente, foram analisados sob o ponto de vista da engenharia geotécnica, a efetividade da aplicação do banco de dados regional proposto nos projetos de implantação de rodovias.

INTRODUÇÃO:

O desenvolvimento de projetos rodoviários no Brasil, com extensas campanhas geotécnicas e de laboratório, fornece diversos dados geotécnicos, como composição granulométrica e limites de consistência (Ribeiro, Silva & Barroso, 2018).

Os bancos de dados permitem um número cada vez maior de aplicações, onde seu uso é particularmente popular em diversos setores científicos, principalmente devido à fácil recuperação de dados (Foster *et al.*, 2012; Todo *et al.*, 2013). Base de dados com foco em dados geológicos de engenharia foram utilizados em todo o mundo (Marinos *et al.*, 2013; Labib & Nashed, 2013; Samadian & Fakher, 2016; Wilches, Burbano & Sierra, 2020). Sendo assim, é um desafio definir, construir e manipular banco de dados geotécnicos em Excel para regiões de derrames vulcânicos.

Embora o volume de dados geotécnicos gerados seja grande e as investigações executadas para desenvolver projetos de infraestrutura de transportes, não são comuns integrações em banco de dados específicos. Especificamente para rodovias, é bastante complexo identificar e caracterizar o comportamento dos solos, dada a variabilidade de litologias que ocorrem ao longo dos traçados inseridos nestas regiões, nas quais incluem zonas amigdalóides, vesiculares, maciças e colunares.

Os objetivos da presente pesquisa concentram-se em definir, construir e manipular banco de dados geotécnicos em Excel, para regiões onde ocorrem rochas e regolito vulcânico do Magmatismo Serra Geral, no oeste catarinense. Para melhor visualização da área de estudo foi produzido um mapa geológico da área no qual os trechos estudados estão em evidência (Figura 1).

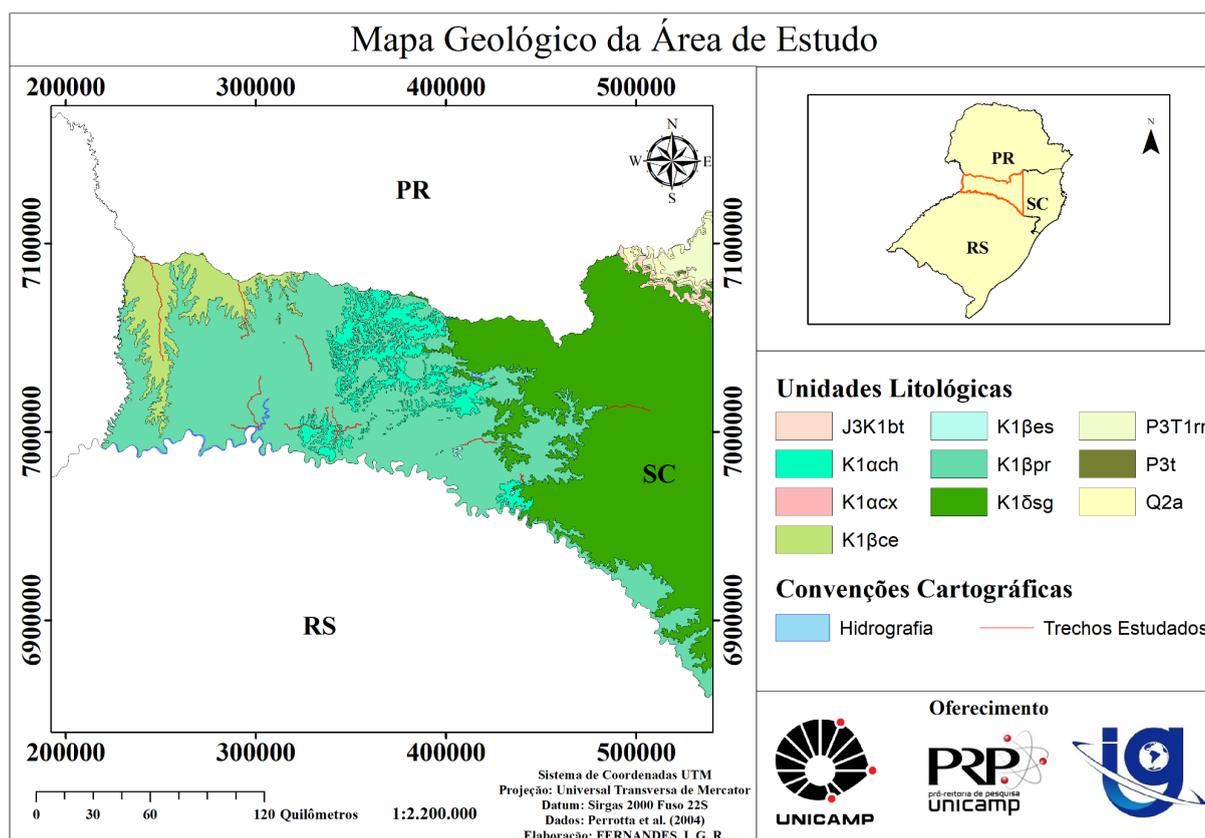


Figura 1. Mapa geológico da Área de Estudo.

METODOLOGIA:

Para atingir os objetivos e realizar o estudo proposto, seguiu-se algumas etapas, nas quais incluíram: análise de dados geotécnicos de projetos existentes, construção de um banco de dados geotécnicos e geoestatística.

2.1 Projetos já existentes

Foram utilizados projetos executivos de engenharia na região oeste de Santa Catarina, desenvolvidos para implantação e/ou restauração de rodovias, onde ocorrem rochas e regolitos vulcânicos do magmatismo Serra Geral e, a partir disso, definiu-se os parâmetros analisados. Tais projetos foram desenvolvidos por órgãos regionais de infraestrutura e empresas privadas.

2.2 Análise de dados geotécnicos

Um banco de dados geotécnicos em Excel foi construído, através da análise de boletins e quadros resumos de sondagens, nos quais apresentaram parâmetros normalmente empregados em projetos de infraestrutura rodoviária. Entre esses parâmetros tem-se: granulometria, limite de liquidez (LL), limite de plasticidade (LP), índice de plasticidade (IP), classificação HRB, umidade natural, densidade real, densidade de compactação, expansão e índice suporte Califórnia (ISC).

Os parâmetros analisados foram apresentados em porcentagem (%), com exceção do HBR e da densidade real. As localizações dos furos de sondagem foram apresentadas em Universal Transversa Mercator (UTM) e, para descrição expedita dos solos, estabeleceram-se códigos para cada tipo, como sugerido por

Saturno (1994): Af (Areia fina); AfS (Areia fina siltosa); AfSA (Areia fina siltico arenosa); AfSAg (Areia fina argilosa); Am (Areia média); AS (Areia siltosa); AgA (Areia arenosa); SA (Silte arenoso) e SAg (Silte argiloso).

2.3 Análise geostatística

A manipulação dos dados geotécnicos analisados se deu por meio da geostatística dos dados já existentes, sendo empregada para a análise de componentes principais, através de modelagem de múltiplas variáveis correlacionadas em um cenário isotópico. Tal método auxiliou na escolha de parâmetros correlacionados mais relevantes e na definição de fatores como forma de obter estimativas da expansão dos solos. Diversas técnicas foram testadas para obtenção de estimativas de expansão desses solos, incluindo krigagem ordinária (KO), krigagem universal (KU) e regressão linear múltipla.

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Considerando a metodologia proposta neste projeto, foram executadas as etapas de definição e construção do banco de dados. Para tal, foram digitados 2155 pontos amostrais, obtidos em 23 projetos de pavimentação de trechos inseridos na região oeste de Santa Catarina, além do cálculo da média da expansão e do ISC dos regolitos referentes a esses boletins de sondagem (Tabela 1).

A capacidade de carga do subsolo é importante para determinar a espessura do pavimento, um baixo ISC indica um pavimento menos espesso e, conseqüentemente, um alto ISC remete a um pavimento mais espesso (Katte *et al.*, 2019). Visto isso, pode-se dizer que os trechos que apresentam as maiores expansões correspondem a solos ruins, enquanto os trechos com os maiores ISC remetem a bons solos, uma vez que quanto maior a expansão do solo, pior ele é para projetos de infraestrutura rodoviária. Sendo assim, solos com elevado ISC são ideais para tais projetos.

Adicionalmente, foram calculados os desvios padrões e as médias para os valores de ISC e expansão média dos presentes pontos amostrais. Em relação aos valores de ISC, a média foi de 13,87 (desvio padrão de 6,80) e, em relação aos valores de expansão média, a média foi de 1,0 (desvio padrão de 2,52).

Tabela 1. Tabela Resumo dos Projetos.

Proj.	Rodovia	Segmento	Nº Sondagens	Expansão média	ISC médio
007 – 13	SC - 282	Acesso a Arvoredo Chapecó	59	1,0	13,4
008 – 13	SC - 283	Águas de Chapecó Palmitos	82	1,802	10,395
026 – 12	BR - 480	BR 282(B) – Chapecó (Av Leopoldo Sander)	138	0,651	15,535
060 – 12	SC - 283	Chapecó Planalto Alegre	160	1,479	10,881
163 – 21	SCT - 480	Rodoanel Parte Leste	198	0,696	14,802
037 – 06	SCT - 480	Av Atílio Fontana (Rótula Sadia) SCT 480 (Contorno Viário Oeste Aeroporto)	54	0,953	14,337
056 – 19	BR-282 SCT-283	Contorno Viário Oeste de Chapecó	130	1,340	12,483
039 – 06		Ligação Av Leopoldo Sander - Av Fontana Chapecó	25	0,702	12,170

163 – 21		Contorno Leste de Chapecó	109	0,744	15,092
067 – 20	SC - 160	Pinhalzinho São Carlos	225	1,149	16,754
069- 20	SC - 160	Campo Erê - Acesso Bom Jesus do Oeste	62	0,660	19,188
	SC - 157	Entr. SC 479 Formosa do Sul - União Oeste	25	0,926	5,384
038 – 12	SC - 355	SC 355 Fraiburgo - Videira (ESSE)	25	1,580	9,765
	SC - 355	BR 153 - Jaborá	88	0,869	10,436
	SC - 150	Entr. SC 476 (p/Ouro) - Entr. SC 467 (Capinzal)	54	1,312	10,453
	SC - 120	Curitibanos - Ponte Rio Canoas (São José Serrito)	90	1,078	38,505
131 – 08	BR 163 - SC	Ampliação - BR 163	423	0,9	13,8
028 – 23	BR 156 - SC	Subleito/Empréstimo Lateral	167	0,8	15,9
028 - 189	BR 156 - SC	Subleito/Empréstimo Lateral (Acesso a São Domingos)	113	0,507	14,671
005_13	SC-283	Planalto Alegre - Águas de Chapecó	39	1,274	11,069
067_12	SC-283	Seara - Interseção de acesso à Arvoredo	90	2,480	11,576
028_21	BR-156-S C	Subleito/Empréstimo Lateral	181	0,8	15,824
	BR153_S C	Subleito/Empréstimo Lateral - BR 153	36	0,819	15,265

CONCLUSÕES:

- Embora os regolitos apresentem bons índices de ISC e expansão média, observando o desvio padrão e a média dos valores, nota-se uma variabilidade dos dados.
- Foi observado que os trechos com maior expansão média foram: Seara - Interseção de acesso à Arvoredo, Águas de Chapecó - Palmitos e Fraiburgo - Videira, com média 2,48, 1,8 e 1,5%, respectivamente. Diferentemente, com relação ao ISC, os trechos que apresentaram os maiores valores médios foram os seguintes: Curitibanos - Ponte Rio Canoas; Campo Erê - Acesso Bom Jesus do Oeste e Pinhalzinho - São Carlos, com valores na ordem de 38,5, 19,1 e 16,7%, respectivamente.
- Para executar projetos rodoviários de alta qualidade, é imprescindível analisar parâmetros como granulometria, limite de liquidez (LL), limite de plasticidade (LP), índice de plasticidade (IP), classificação HRB, umidade natural, densidade real, densidade de compactação, expansão e índice suporte Califórnia (ISC), com o auxílio de pesquisas geotécnicas.

BIBLIOGRAFIA

- KATTE V.Y., MFOYET S.M., MANEFOUET B., WOUATING A.S.L., BEZENG L.A. Correlation of California Bearing Ratio (CBR) value with soil properties of road subgrade soil. *Geotechnical and Geological Engineering*, **37**: 217-234. 2019.
- LABIB, M., NASHED, A. *GIS and geotechnical mapping of expansive soil in Toshka region*. Ain Shams Engineering Journal. 423-433, 2013 <http://dx.doi.org/10.1016/j.asej.2012.11.005>.
- FOSTER, C., PENNINGTON, C.V. L., CULSHAW, M.G., LAWRIE, K. *The national landslide database of Great Britain: development, evolution and applications*. Environ. Earth Sci. 66, 941–953, 2012. <https://doi.org/10.1007/s12665-011-1304-5>.
- MARINOS, V., PROUNTOPOULOS, G., FORTSAKIS, P., KOUMOUTSAKOS, D., KORKARIS, K., PAPOULI, D. *Tunnel information and analysis system: a geotechnical database for tunnels*. Geotech. Geol. Eng. 31, 891–910, 2013. <https://doi.org/10.1007/s10706-012-9570-x>.
- RIBEIRO, A. J. A., SILVA, C. A. U., BARROSO, S. H. A. *Metodologia de baixo custo para mapeamento geotécnico aplicado à pavimentação*. Revista Transportes. v 26. n 2, 2018.
- TODO, H., YAMAMOTO, K., MIMURA, M., YASUDA, S. *Japan's nation-wide electronic geotechnical database systems by Japanese geotechnical society*. Geotech. Geol. Eng. 31, 941–963, 2013. <https://doi.org/10.1007/s10706-012-9562-x>.
- SAMADIAN, B., FAKHER, A. *Proposing a framework to combine geological and geotechnical information for city planning in Sanandaj (Iran)*. Engineering Geology. 1- 11, 2016. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enggeo.2016.04.033>.
- WILCHES, F. J. W., BURBANO, J. L. A., SIERRA, E. E.C. *Subgrade soils characterization data, for correlation of geotechnical variables on urban roads in northern Colombia*. Data in Brief, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2020.106095>.