

ELABORAÇÃO DE BANCO DE DADOS COM FINS DE MODELAGEM GEOTÉCNICA PARA PAVIMENTAÇÃO DE RODOVIAS NO ESTADO DO CEARÁ

WANA MARIA DE SOUZA¹ ANTONIO JÚNIOR ALVES RIBEIRO²

¹Engenheira Ambiental pelo Instituto Federal do Ceará e mestranda em Desenvolvimento Regional Sustentável pela Universidade Federal do Cariri.

²Doutor em Engenharia de Transportes pela Universidade Federal do Ceará e Professor Associado do Instituto Federal do Ceará – *Campus Juazeiro do Norte*.

INTRODUÇÃO

A obtenção de parâmetros geotécnicos necessários à pavimentação pode ser um processo caro, principalmente pela necessidade de realização de trabalhos de prospecção em campo e testes de laboratório, além do tempo necessário para essas atividades (GUILHERME 2016, TENPE; PATEL 2018, SOUZA; RIBEIRO; DA SILVA, 2020).

A criação de um banco de dados com informações geotécnicas dos solos é uma ferramenta sustentável e muito útil em projetos de infraestrutura rodoviária, além de facilitar a modelagem de parâmetros de interesse, acarreta na economia de tempo e de recursos financeiros, pois evita o retrabalho e atenuam os impactos ambientais, isso somado a facilidade no que diz respeito à avaliação do meio físico (solo) nos aspectos de utilização de material na construção de pavimentos rodoviários e da exploração de jazidas e de caixas de empréstimo, facilitando até, inclusive, a proposta da recuperação de áreas degradadas.

Portanto busca-se a elaboração de um banco de dados do estado do Ceará com fins de modelagem geotécnica voltada à pavimentação de rodovias, e a partir disso desenvolver um modelo linear geral para classificar o CBR (Energia Normal e Intermediária) através da classificação AASHTO. De modo a auxiliar na modelagem de parâmetros geotécnicos mais complexos através de ensaios básicos, e, portanto, auxiliar no processo da tomada de decisão quanto à utilização de materiais em projetos rodoviários, e assim, diminuir os custos, os impactos ambientais, bem como a demanda de tempo.

METODOLOGIA

No que concerne à metodologia, para a realização deste trabalho, foi estruturado um banco de dados geotécnico composto de amostras oriundas da investigação do subleito, empréstimos e jazidas, com base em informações de projetos rodoviários no Ceará. Para a construção da referida base de dados buscou-se parâmetros considerados importantes para o proposto fim, sendo esta constituída de 17 variáveis (Tabela1) e um total de 1790 amostras.

Tabela 1. Parâmetros geotécnicos e suas respectivas variáveis que compõem a base de dados.

| Parâmetros | Variáveis |
|---|--|
| Granulometria | Percentual passante nas peneiras de 50mm, 25,4mm, 9,5 mm, 4,76mm, 2mm, 0,42 mm e 0,074mm. |
| Limites de Consistência | Limite de Liquidez (LL) e Limite de Plasticidade (LP) |
| Classificação tátil-visual | Frações granulométricas e cor. |
| Classificação dos Solos | AASHTO (<i>American Association of State Highway and Transportation Officials</i>) e SUCS (Sistema Unificado de Classificação dos Solos) |
| Compactação | Energia (Normal e Intermediária), umidade ótima e massa específica seca máxima. |
| CBR (<i>California Bearing Ratio</i>) | Expansão e CBR (%). |

Tais dados foram obtidos através de procedimentos normatizados no Brasil, tais como: análise granulométrica de solos granulometria (NBR-7181/1984), compactação (NBR 7182/2016), limite de plasticidade (NBR-7180/2016), limite de liquidez (NBR-6459/2017), CBR e expansão (NBR-9895/2016), classificação da AASHTO, classificação tátil-visual (ASTM D2488).

Sabe-se que na área de pavimentação é comum se relacionar os resultados dos ensaios geotécnicos com a Classificação AASHTO de solos. Logo, criou-se um modelo linear geral para uma variável única, com valores extremos para cada valor típico e um intervalo de confiança de 95%, sendo possível classificar o CBR na energia normal e intermediária em valores para cada classe de solo destacada na AASHTO. O banco de dados foi estruturado utilizando o programa *Microsoft Excel*, já modelo de regressão geral utilizado foi gerado através do *software IBM SPSS*.

RESULTADOS

Ressalta-se que dentre as amostras que compõem o banco de dados, destas 1505 (84%) são de solos considerados granulares e apenas 285 (16%) são de solos considerados silto-argilosos (finos). Os solos do Ceará são predominantemente do tipo A-2-4, representando mais de 60% do total de amostras, seguidos pelos solos do grupo A-1-b, com cerca de 11,3% de existência.

No que concerne ao provável comportamento dos solos como subleito, a partir da análise do banco e do modelo de predição obtido, pode-se inferir que o Ceará possui solos com bom comportamento como subleito, logo, facilita-se a identificação prévia de trechos homogêneos.

No que concerne ao provável comportamento dos solos como subleito, a partir da análise do banco e do modelo de predição obtido, pode-se inferir que o Ceará possui solos com bom comportamento como subleito, logo, facilita-se a identificação prévia de trechos homogêneos nos projetos rodoviários, uma vez que cerca de 80% do estado é coberto de materiais do tipo granular, e por conseguinte, conferindo um comportamento de excelente a bom no que se refere ao seu uso em pavimentação.

Em relação aos valores de CBR-N presentes no banco de dados, estes representam entre 6% e 20%, sendo menos frequentes os valores entre 21% e 50%. No caso do CBR-I, a maioria dos valores ficou entre 20% e 35%.

De acordo com o Departamento Nacional de Infraestrutura Rodoviária (DNIT, 2006) os materiais são classificados em termos de seu uso potencial nas diferentes camadas de projeto de pavimentação. No caso de materiais usados para reforçar o subleito, o CBR deve ser maior que o do subleito e pelo menos 20% para sub-base. Para a camada de base, o CBR deve ser de pelo menos 80% para rodovias com alto volume de tráfego e pelo menos 60% para rodovias de baixo volume.

Quanto à análise estatística, as Tabelas 2 e 3 demonstram os resultados obtidos através dos modelos de regressão linear geral, sendo estes para energia normal e intermediária respectivamente.

Tabela 2. Valores típicos da Classificação AASHTO para CBR (Energia Normal)

| Classificação da AASHTO | Valor típico de CBR (%) | Intervalo de valores de CBR (%) |
|-------------------------|-------------------------|---------------------------------|
| A-1-a | 23 | 10-37 |
| A-1-b | 23 | 21-26 |
| A-2-4 | 18 | 17-19 |
| A-2-6 | 10 | 8-14 |
| A-3 | 13 | 12-15 |
| A-4 | 11 | 10-13 |
| A-6 | 8 | 7-9 |

Tabela 3. Valores típicos da Classificação AASHTO para CBR (Energia Intermediária)

| Classificação da AASHTO | Valor típico de CBR (%) | Intervalo de valores de CBR (%) |
|-------------------------|-------------------------|---------------------------------|
| A-1-a | 61 | 53-71 |
| A-1-b | 51 | 47-55 |
| A-2-4 | 36 | 34-38 |
| A-2-6 | 33 | 26-41 |
| A-3 | 25 | 21-30 |
| A-4 | 27 | 20-31 |
| A-6 | 10 | 6-14 |
| A-7 | 7 | 2-12 |

Segundo Ribeiro (2016) esse modelo também surge como uma alternativa viável a ser utilizada em estudos de uma dada região, demandando apenas ensaios de simples execução, a exemplo da Granulometria, LL e LP, que são necessários a Classificação da AASHTO.

CONCLUSÃO

A utilização do banco de dados auxiliará no reconhecimento prévio de informações e parâmetros geotécnicos, na avaliação do meio físico (solo) no que concerne a utilização de material na construção de pavimentos rodoviários e da exploração de jazidas e de caixas de empréstimo, bem como em propostas da recuperação de áreas degradadas e no subsídio de modelagem de solos, apoiando projetos de infraestrutura viária no estado do Ceará.

Em relação à análise estatística, o modelo linear geral é uma alternativa viável em projetos de pavimentação, necessitando apenas de ensaios básicos. Sua utilização acarretará na minimização de custos econômicos e ambientais.