

DESENVOLVIMENTO DE APLICATIVO WEB PARA REDUÇÃO DO NÚMERO DE ENSAIOS MECÂNICOS

Gustavo Vinicius Gouveia², Guilherme Ricardo Costa³, Bruno Henrique Longuinho Gouveia⁴, Leone César Meireles⁵, Gustavo Filemon Costa Lima⁶, Gabrielle Sperandio Malta⁷.

Resumo: *É possível reduzir a quantidade de ensaios mecânicos a serem realizados para um número mínimo por meio de ferramentas estatísticas básicas. O valor reduzido de ensaios traz altíssima confiabilidade dentro de uma dispersão máxima previamente determinada. Para tal é necessário uma campanha preliminar de ensaios com número de corpo de prova reduzidos, então se calcula a média, o desvio padrão e o coeficiente de variação, tais dados são utilizados para determinar o número mínimo de ensaios. Esta teoria foi proposta por Vutukuri, V. S.; R. D. Lama & S. S. Saluja (1974) é válida para quaisquer materiais em ensaios mecânicos. A partir de tal teoria elaborou-se um aplicativo web, na linguagem de script open source Hypertext Preprocessor (PHP), com interface amigável, que pode ser acessado por qualquer celular ou computador conectado a internet, contendo os cálculos e as ideias propostas de maneira simplificadas, a fim de se tornar útil e compreensível a qualquer profissional interessado em aperfeiçoar sua campanha de ensaios, resultando em economia de tempo, dinheiro e de corpo de prova (material).*

Palavras-chave: *Mecânica de rochas e dos solos, ensaios de resistência ao cisalhamento, programação*

Introdução

A necessidade de se entender fisicamente as características mecânicas

2 Geólogo especialista em Geotecnia – PUC-MG. e-mail: geogouveia@yahoo.com.br

3 Analista de sistemas – PUC-MG. e-mail: guilhermercoz@hotmail.com

4 Estudante de Geologia – UFMG. bhlg0@hotmail.com

5 Eng Civil especialista em Geotecnia – PUC- MG. leonecesar@gmail.com

6 Bacharel em Geologia – UFMG. gustavo_filemon@yahoo.com.br

7 Engenheira Civil – PUC-MG. e-mail: gabriellesperandiomalta@gmail.com

dos materiais é um constante desafio para o engenheiro geotécnico, visto que a natureza dos problemas da geotecnia consiste na interação de um empreendimento com o meio físico, que por sua vez é pontualmente heterogêneo e anisotrópico. Tais características podem tornar muito difícil a quantificação de um parâmetro mecânico qualquer, dado que para quaisquer conjunto de amostras, mesmo que de igual corpo rochoso, se há uma certa dispersão nos resultados provindos dos ensaios, muitas vezes é de difícil compreensão o número mínimo de ensaios que devem ser realizados para se obter um dado representativo e coerente. Dessa forma, dependendo da dispersão dos dados, uma imensa campanha de ensaios não garantirá a melhor resposta, apenas dificultando a interpretação da resposta ideal, desperdiçando recursos e tempo e inviabilizando algumas campanhas de ensaio.

Com intuito de conhecer o número mínimo de corpos de prova a serem ensaiados, Vutukuri. et al (1974) propuseram a utilização de diversas ferramentas estatísticas em um conjunto de dados provindos de uma campanha preliminar de ensaios mecânicos, cujos números de corpos de prova é bastante reduzido, para assim então determinar o número mínimo de ensaios que devem ser realizados para que se obtenha um valor próximo a dispersão previamente determinada.

A fim de popularizar a teoria estatística de Vutukuri, et al (1974) se propôs a criação de um aplicativo web de plataforma amigável que contemple os cálculos e explique as ideias aos usuários, para que se possa utilizar de maneira simplificada este incrível recurso, de forma a gerar economia de tempo, dinheiro e trabalho, a partir da determinação do número ótimo de ensaios a serem realizados.

Material e Métodos

A metodologia utilizada na elaboração no estudo consistiu na teoria de Vutukuri. et al (1974), em tratamento de dados utilizando estatísticas básicas e no desenvolvimento de software na linguagem Hypertext Preprocessor (PHP) e utilização de banco de dados em MySQL. O software será denominado RockTest e poderá ser acessado a partir de junho de 2017 em quaisquer

computadores ou smartphones conectados a internet pelo endereço <https://georocktest.xyz>.

Resultados e Discussão

Vutukuri. et al (1974) propuseram que para determinar-se o número mínimo de ensaios mecânicos a serem realizados, para que se tenha resultados dentro de uma dispersão previamente desejada deve-se primeiramente realizar-se uma campanha inicial de ensaios mecânicos, com número de corpos de prova reduzidos (N), obtendo se assim o valor de resistência para cada corpo de prova ensaiado e assim calcula-se para tal conjunto de valores as funções estatísticas da média aritmética (X), o desvio padrão (S), o coeficiente de variação (V).

Média Aritmética (\bar{X}):

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

Sendo: \bar{X} Média; n número de amostras; Xi Resistência do corpo de prova

Desvio Padrão (S):

$$S = \sqrt{\left(\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \right)}$$

Sendo: S Desvio Padrão; \bar{X} Média; n número de amostras; Xi Resistência do corpo de prova

Coeficiente de Variação (V):

$$v = 100 \cdot \frac{S}{\bar{X}}$$

Sendo: V Coeficiente de Variação; S Desvio Padrão; \bar{X} Média

O segundo passo é definir a Dispersão Máxima Desejável (V Max) que consiste na determinação de um valor percentual de variabilidade, que mostra o quão “longe” em geral certo resultado se encontra do valor esperado e consultar a tabela de valores de K, proposta por Vutukuri, et al (1974) (tabela 01), em função do nível de confiança entre 90%, 95% e 99%, associado com o grau de liberdade dado pelo número de amostras inicialmente ensaiadas e subtraído de uma unidade (n-1).

Tabela 1: Valores de K, representando uma distribuição estatística proposta por Vutukuri, et al (1974) em função do grau de liberdade (n-1) e dos níveis de confiança (90%, 95% e 99%).

Valores de K							
Graus de Liberdade	Nível de Confiança			Graus de Liberdade	Nível de Confiança		
(N-1)	90%	95%	99%	(N-1)	90%	95%	99%
1	6,31	12,70	63,70	12	1,78	2,18	3,05
2	2,92	4,30	9,92	13	1,77	2,16	3,01
3	2,35	3,18	5,84	14	1,76	2,14	2,98
4	2,13	2,78	4,60	15	1,75	2,13	2,95
5	2,02	2,57	4,03	16	1,75	2,12	2,92
6	1,94	2,45	3,71	17	1,74	2,11	2,90
7	1,89	2,36	3,50	18	1,73	2,10	2,88
8	1,86	2,31	3,36	19	1,73	2,09	2,86
9	1,83	2,26	3,25	20	1,72	2,09	2,85
10	1,81	2,23	3,17	25	1,71	2,06	2,80
11	1,80	2,20	3,11	30	1,70	2,04	2,75

Então o número mínimo de ensaios em função da dispersão máxima desejável (V_{Max}), do número de ensaios iniciais (n) e do nível de confiança é dado por:

Onde o valor de P depende da dispersão máxima desejada e é dado por:

$$n_{\min} = \left(\frac{(P+1)KV}{100(P-1)} \right)^2$$

Sendo: n min Número ideal de ensaios; P razão limites da dispersão máxima; K constante de distribuição estatística; V Coeficiente de variação.

Onde o valor de P depende da dispersão máxima desejada e é dado por:

$$P = \frac{100 + V_{MAX}}{100 - V_{MAX}}$$

Sendo: P razão limites da dispersão máxima; V_{MAX} Dispersão Máxima Desejada

Considerações Finais

O desenvolvimento de um aplicativo web de plataforma amigável visou popularizar e promover de maneira simplificada a teoria estatística de Vutukuri, et al (1974) para redução do número de ensaios mecânicos, a fim de tornar-se uma ferramenta útil a todos os profissionais de geotecnia. Para os contratantes esta ferramenta proporcionará uma redução de custos, do tempo gasto para obterem-se os resultados, da quantidade de material a ser coletado para o ensaio. Para os laboratórios que fornecem tais serviços asseguram satisfação aos seus clientes, visto que estão oferecendo a melhor relação de custo e benefício possível e também fará com que mais orçamentos sejam aprovados, pois o valor reduzido pode estar dentro dos limites que o cliente está disposto a investir para obter tal resultado.

A economia financeira proporcionada pela utilização do aplicativo depende da quantidade de corpos de prova que inicialmente o cliente tinha intenção de ensaiar, por exemplo, supúnhamos que o cliente tem orçamento para realizar novos 25 ensaios, o aplicativo calculou que o número mínimo ideal de ensaios para um nível de confiança de 90% é de 13 ensaios, para 95% é de 20 ensaios e de 99% e de 41 ensaios. Se o cliente se sente confortável em trabalhar com 90% de confiança, ele necessitará apenas de mais 3 ensaios para alcançar o resultado ideal, ou seja ele terá uma economia de quase 90% em relação ao planejamento inicial.

As vantagens de um aplicativo (app) web em relação aos demais métodos de cálculos, como por exemplo, uma planilha de Excel, é em primeiro lugar a simplicidade e o design superior, visto que o app já é totalmente programado e bem estruturado a fim de facilitar a interação de qualquer tipo de usuário com os cálculos e principalmente com os resultados. Outra vantagem é a interação com diversas empresas prestadoras do serviço, de forma que o cliente possa solicitar seu orçamento e em breve conseguir fazer tudo isto pelo próprio aplicativo.

Um serviço especial pode ser oferecido aos patrocinadores, pois diversos dados com as informações de possíveis clientes interessados em realizar ensaios são coletados durante o cadastro do usuário no sistema, assim tornando-se um possível captador de clientes.

Referências Bibliográficas

FIGUEIREDO, R. P. Comportamento da rocha intacta sob compressão uniaxial.: Lista de Exercícios de Mecânica das Rochas. 10 apr. 2016, 15 aug. 2016. Notas de Aula.

MORETTIN, Pedro A.; BUSSAB, Wilton de O. Estatística Básica. 5. ed. São Paulo: Saraiva, 2004. 537 p.

SANTOS, D. M. Desenvolvendo aplicações com PHP e MySQL. 29 Jul 2010. 61p. Apostila.

VUTUKURI, V. S.; R. D. Lama & S. S. Saluja (1974). Handbook on mechanical properties of rocks. Vol. 1, Clausthal (Germany): Trans Tech Publications, 280 p.