



# CRICTE 2017

XXVIII Congresso Regional de Iniciação Científica e Tecnológica em Engenharia



## REFORÇO DE MACIÇO POR MEIO DA APLICAÇÃO DE GEOCÉLULAS

### **Gustavo Dias Miguel**

Acadêmico do curso de Engenharia Civil da Universidade de Passo Fundo  
gustavo2995@hotmail.com

### **Fernando Fante**

Acadêmico do curso de Engenharia Civil da Universidade de Passo Fundo  
fernando\_fante@hotmail.com

### **Luana Bechi**

Acadêmica do curso de Engenharia Civil da Universidade de Passo Fundo  
luanabechi@outlook.com

### **Márcio Felipe Floss**

Professor/Pesquisador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental da  
Universidade de Passo Fundo  
marciofloss@upf.br

**Resumo.** *O presente trabalho, por meio de ensaios laboratoriais, vem apresentar a melhora de capacidade de carga quando da utilização de geocélulas como reforço de um maciço. Provas de carga foram realizadas sobre um solo granular o qual possuía o reforço aplicado e, além disto, ensaios sem a utilização do reforço foram realizados para posterior comparação. A análise foi realizada por meio do Fator de Melhora da Capacidade (If), comparando-se os ensaios realizados sendo estes sujeitos a trajetória de ruptura. Como principal resultado, a geocélula demonstrou ser uma alternativa a solos não coesivos conferindo-lhes esta propriedade tendo assim como principal resposta a possibilidade de estimar uma melhora da capacidade de carga de cerca de 91% quando comparado ao solo que não possuía reforço.*

**Palavras-chave:** *Geossintéticos. Geocélula. Reforço de maciço.*

## 1. INTRODUÇÃO

Ao passar dos anos novas técnicas para melhoria da capacidade de carga dos solos foram desenvolvidas, em sua grande maioria envolviam reforços planares que por um dado momento obtiveram expressivos resultados onde aplicados. No entanto, a crescente solicitação das construções por solos competentes fez com que houvesse a necessidade da criação de reforços tridimensionais. Um exemplo disto passa pela criação da geocélula que, com seu formato tridimensional em forma de colmeia, tem como um dos principais benefícios gerados o efeito confinamento que quando aplicado a solos granulares, ocasiona desta forma um efeito de coesão fictícia a este tipo de solo (Avesani & Bueno [1]).

O atual estudo tem por objetivo obter um melhor entendimento da utilização da geocélula em solos granulares, e desta forma, tornar público os benefícios provenientes da aplicação deste geossintético.



de preenchimento da caixa de acomodação, o que vai de encontro ao já afirmado por Dash *et al.* [2] o qual menciona que para um melhor desempenho deste geossintético é recomendável relação  $u/B$  (para um melhor entendimento, ver Figura 2) próxima a 0,1 assim, apenas uma fina camada de 20 mm foi mantida sobre a geocélula para evitar o contato direto entre placa e reforço. Durante o processo de confecção da última camada a geocélula é pré-instalada com posterior preenchimento em seu interior e entorno simultaneamente. Os demais parâmetros geométricos envolvidos nestes ensaios são ilustrados através da Figura 2, enquanto que a Tabela 1 aborda os detalhes de cada um dos modelos de ensaios.

Tabela 1. Detalhes dos ensaios

Teste tipo	Detalhes	
A	Teste sem a utilização de reforço, com a densidade fixa em 50% e umidade em 10%	
B	Local de aplicação de carga:	Centro de uma das células
	Constantes adotadas:	$h/B = 0,33$ ; $b/B = 6$ ; $u/B = 0,13$ ; Material da geocélula - polipropileno; DR = 50%; U = 10%; Geocélula padrão diamante

Representando uma fundação superficial utilizou-se uma placa contendo 150 mm de diâmetro e espessura de 14,05 mm. As dimensões da placa foram escolhidas de modo que tensões decorrentes do carregamento, não viessem a se propagar até as paredes da caixa de acomodação evitando-se assim qualquer efeito de confinamento por parte desta.

Um macaco hidráulico com bomba acoplada ao pistão foi utilizado para aplicação das cargas, onde este teve como sistema de reação um pórtico metálico. A

leitura das cargas aplicadas se deu através de uma célula de carga, sobre esta uma esfera metálica foi posicionada a fim de evitar que momentos indesejáveis viessem a ser transmitidos a placa. Os carregamentos foram realizados em pequenos incrementos, sendo estes mantidos constantes até a estabilização do recalque. Sobre a placa, duas régua resistivas uma oposta a outra, monitoravam o desenvolvimento dos recalques. Os ensaios tiveram como método de paralisação 25 mm de recalque ou então o dobro da carga de ruptura calculada.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos possibilitaram uma análise através da determinação do *Fator de melhora da capacidade (If)* obtido entre a razão da tensão aplicada ao solo com reforço com a tensão aplicada ao solo sem a utilização de reforço.

Inicialmente, típicas curvas de ensaios de prova de carga podem ser observadas na Figura 3. Em uma análise preliminar é possível verificar que os testes aqueles em que tiveram a inclusão da geocélula como reforço, próximo a um recalque de 15% da largura da placa, estes tiveram um aumento da capacidade de carga cerca de 1,28 vezes quando comparados àqueles em que não possuíam o reforço.

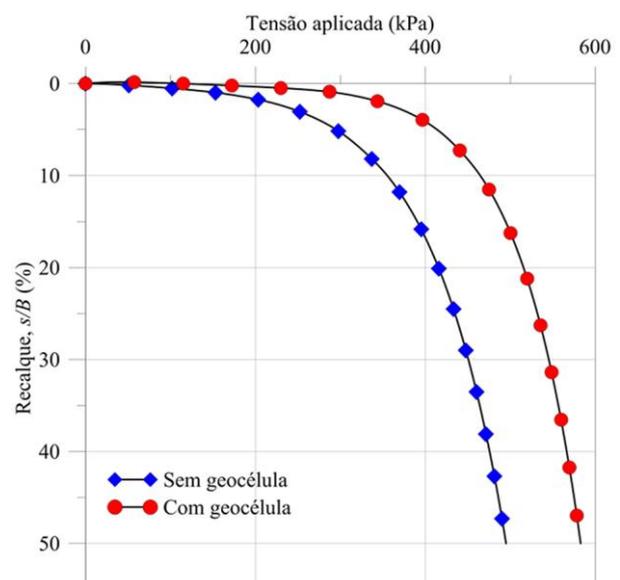


Figura 3. Curvas tensão x recalque normalizado

A Tabela 2 apresenta a variação do fator de melhora da capacidade para os ensaios àqueles que possuíam a inclusão da geocélula. Valores superiores a unidade, representam um ganho de capacidade de carga do molde quando comparado àqueles que não possuíam o reforço.

Tabela 2. Variação do fator de melhora da capacidade (*I<sub>f</sub>*)

Teste tipo	Fator de melhora da capacidade ( <i>I<sub>f</sub></i> )						
	( <i>s/B</i> )						
	1%	3%	5%	10%	15%	20%	30%
B	1,91	1,50	1,40	1,31	1,27	1,24	1,21

Uma melhora da capacidade de carga de 91% é observada logo a um recalque de 1% da largura da placa, no entanto, esta melhora decresce ao passo em que se desenvolvem os recalques, chegando a apenas 21% a um recalque de 30% da largura da placa. Esta queda de melhora da capacidade pode ser justificada levando-se em conta a altura da geocélula, 50 mm, onde o efeito de confinamento gerado por esta tende a reduzir conforme a placa adentra no solo. Ref. [2] sugere que, para um melhor aproveitamento do desempenho da geocélula, uma razão *h/B* variando entre 2,75 a 3,14 deve ser garantida, prolongando-se assim o efeito confinamento gerado. Neste estudo a razão *h/B* utilizada foi de 0,33.

#### 4. REFERÊNCIAS

- [1] AVESANI NETO, J. O.; BUENO, B. de S. 2010. Capacidade de carga de solos reforçados com geocélulas. In: Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica, 15, 2010, Gramado. Anais... Gramado: ABMS, 2010.
- [2] DASH, S. K., KRISHNASWAMY, N. R., RAJAGOPAL, K., 2001. Bearing capacity of strip footings supported on

geocell-reinforced sand. Geotextiles and Geomembranes 19 (2001), 235-256.

- [3] DONATO, M., 2007. Medidas diretas de tensão em solo reforçado com fibras de polipropileno. Tese (Doutorado em Engenharia) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre.
- [4] VENDRUSCOLO, M. A., 2003. Estudo do comportamento de materiais compósitos fibrosos para aplicação como reforço de base de fundações superficiais. Tese (Doutorado em Engenharia) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre.

#### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo apresenta os resultados obtidos de provas de carga em solo granular realizados em laboratório sendo estes, reforçados ou não com geocélulas. Abaixo são apresentadas as principais respostas obtidas destes:

- 1- Em resposta aos ensaios realizados, ao utilizar a geocélula obteve-se um aumento da capacidade de suporte de 91% comparado ao solo que não possuía reforço. No entanto, para que este ganho se mantenha estável, é importante garantir uma altura mínima da geocélula onde, segundo Ref. [2], esta deve possuir uma razão *h/B* variando entre 2,75 e 3,14.
- 2- Observa-se também, por meio das curvas tensão *versus* recalque normalizado, uma redução no desenvolvimento dos recalques onde estes, tendem a progredir lentamente devido ao efeito de confinamento gerado.