

## ANÁLISE DO SOLO COM REFORÇO DE FIBRAS DE SISAL

Julia Dias Mota Magaraia<sup>(1)</sup>; Nancy Tiemi Isewaki<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Graduando em Engenharia Civil - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM. julia-mota@outlook.com

<sup>(2)</sup> Professora do curso de Engenharia Civil - Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM. nancyti@unipam.edu.br

### 1. INTRODUÇÃO

Os custos elevados das obras de engenharia civil fazem surgir alternativas para que as mesmas sejam executadas dentro das normas, porém com um custo menor, ou com um viés sustentável. Em relação ao solo isto se torna evidente; todos os tipos de estruturas de engenharia civil se apoiam sobre o solo, e conseqüentemente temos que considerar seu comportamento (PINTO, 2006).

Nas últimas décadas tem se iniciado o estudo do uso de fibras como reforço de solo, esses estudos se basearam em distribuições padronizadas e orientadas. Atualmente já existem estudos sobre o reforço de solo com fibras distribuídas de forma aleatória (GRAY; OHASHI, 1983 apud LEOCÁDIO, 2005).

O uso de fibras como elemento de reforço em solos demonstra resultados positivos quanto a melhora de propriedades como resistência, ductilidade e tenacidade. Em relação às fibras vegetais é importante ressaltar o uso de fibras de sisal. As fibras de sisal possuem características como elevada resistência ao impacto e moderada resistência a tração e em flexão quando comparadas outras fibras vegetais (JOSEPH et al, 1999).

A justificativa para o desenvolvimento do trabalho é a possibilidade de se usar novos materiais quando surgir a necessidade de reforços de solos, mas buscando um viés mais sustentável, utilizando de fibras de sisal, que se destaca por facilidade no cultivo e comercialização.

Enfim, o presente trabalho tem como objetivo analisar amostras de solo com adição de fibras de sisal, a fim de conhecer a sua contribuição como reforço de solo. Como objetivos específicos são apresentados: Analisar as amostras de solo sem fibras quanto as suas propriedades de granulometria e umidade ótima; Analisar as amostras de solo com adição de fibra de sisal, em porcentagem e tamanho aproximadas da bibliografia, quanto ao Índice Suporte Califórnia.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O solo foi coletado de um terreno localizado na cidade de Patos de Minas, conforme a norma ABNT NBR 9604:2016, na classificação de amostra deformada.

O ensaio de granulometria foi feito com uma amostra do solo sem adição de fibras, conforme a ABNT NBR 7181: 2016 a fim de se conhecer as dimensões dos grãos de solo estudados.

O ensaio de compactação é padronizado pela norma brasileira ABNT NBR 7182:2016, também chamado de Ensaio de Proctor. Foram realizados 26 golpes para cada camada dos corpos de prova moldado. Montou um gráfico da densidade seca em função da umidade, chamado curva de compactação.

Por fim foi realizado o ensaio de Índice Suporte Califórnia, conforme a ABNT NBR 9895:2016, com amostras sem e com adição de fibras, nas porcentagens de 0,25, 0,5, 0,75%, a fim de coletar dados para a comparação do comportamento quanto a expansão das amostras e também o valor do ISC para ambos.

Os corpos de prova para ensaio foram moldados em 5 camadas de solo, na úmida ótima, com energia de compactação intermediária, que corresponde a 26 golpes por camada. Terminadas as moldagens, os corpos de prova foram imersos em água, para serem avaliados quanto à expansão. Devem ser feitas leituras de 24 horas em 24 horas, num total de 4 leituras.

Após o período de expansão dos corpos de prova eles são submetidos a penetração. Os corpos são retirados do tanque e transferidos para uma prensa onde foram submetidos a penetração e um pistão com uma carga de 45 N, controlados pelo ponteiro do relógio comparador do anel dinamométrico.

Os resultados são apresentados mostrando a curva de pressão aplicada pelo pistão versus a penetração do pistão, corrigindo-a através de uma tangente quando apresentar pontos de inflexão.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O ensaio de granulometria retornou uma distribuição de cerca de 29,54% de pedregulhos, 57,89% de areia, 5,49% de silte e 7,07% de argila.

O ensaio de compactação relacionou a massa específica e a umidade, e com isso ficou definida a umidade ótima desse solo está em aproximadamente 27%. Esta umidade foi utilizada para a compactação dos corpos de prova com adição de fibras de sisal, para os ensaios de Índice Suporte Califórnia.

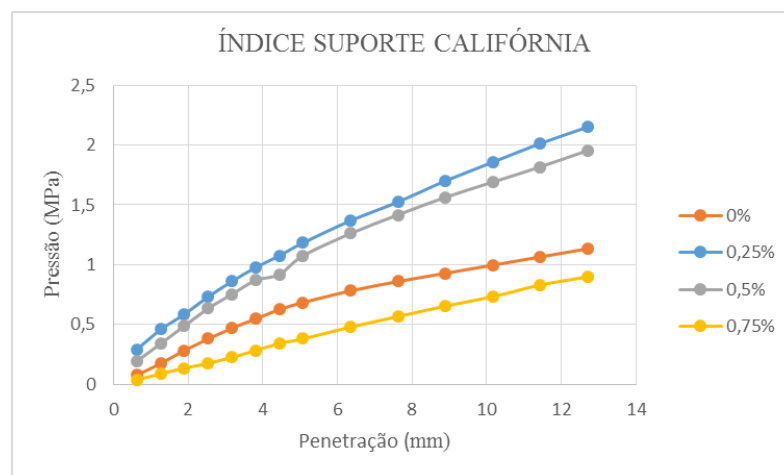
O ensaio de ISC foi realizado após moldagem dos corpos de prova, no Laboratório de Mecânica dos Solos do Bloco I, do Centro Universitário de Patos de Minas. Após os corpos permanecerem imersos no tanque de água por 4 dias, foi medida a expansão dos mesmos. Os resultados podem ser observados no Quadro 1.

Quadro 1- Porcentagem de expansão para cada teor de fibras no solo

Teor de adição de fibras (% sobre massa seca)	Expansão (%)
0,00	0,177
0,25	0,070
0,50	0,035
0,75	0,071

A partir desses resultados é possível observar que com adição de fibras, nas porcentagens apresentadas, o solo reduz significativamente sua expansão, tendo melhor resultado com a adição de 0,5% de adição de fibra.

Figura 1- Índice Suporte Califórnia



Em relação ao ensaio de penetração, obtemos, ao final do procedimento, a curva da Pressão (Mpa) pela Penetração (mm) mostrada na Figura 1. Através dela é observado que para uma mesma deformação as adições de 0,25 e 0,5 % retornaram um aumento na capacidade de suporte, enquanto a adição de 0,75% deve valor de pressão abaixo do solo puro.

Além disso, é feito uma comparação acerca da pressão calculada com a pressão presente em norma, apresentado no Quadro 2. O valor de ISC, é a comparação da pressão padrão com a obtida no ensaio de penetração.

Quadro 2- Índice Suporte Califórnia

Penetração (mm)	Pressão Padrão (Mpa)	ISC			
		0%	0,25%	0,5%	0,75%
2,54	6,9	5,52%	10,62%	9,20%	2,55%
5,08	10,35	6,61%	11,42%	10,38%	3,68%

É percebido nesse caso, que houve um aumento de valor de ISC para adições de 0,25% e 0,5%: na amostra com 0,25% de fibras de 6,61% do solo puro para 11,42% com adição; e para adição de 0,5% de fibras, partindo do mesmo valor para solo puro e saltando para 10,38%. Para o valor de 0,75%, esse índice se reduziu à 3,68%.

#### 4. CONCLUSÕES

- (i) As adições de fibras nas porcentagens apresentadas reduzem a expansão do solo;
- (ii) Com base no ensaio de penetração, a adição de 0,25% e 0,5% de fibras aumentam a resistência do solo, e transformam o solo ensaiado num produto de melhor qualificação para aplicação em obras de engenharia civil;
- (iii) A adição de fibras teve resultado positivo para esse tipo de solo, e portanto, para usá-lo deve se atentar para as propriedades de cada solo.

#### REFERÊNCIAS

ABNT-Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 6457**: Amostras de solo- Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização. Rio de Janeiro, 8 p. 2016.

\_\_\_\_\_. **NBR 7181**: Solo- Análise granulométrica. Rio de Janeiro, 13 p. 2016.

\_\_\_\_\_. **NBR 9895**: Solo- Índice Suporte Califórnia. Rio de Janeiro, 14 p. 2016.

JOSEPH, K.; MEDEIROS, E. S.; CARVALHO, L. H. **Compósitos de matriz poliéster reforçados por fibras curtas de sisal**. 1999. Polímeros: Ciencia e Tecnologia. Vol.9, n.4, p.136-141. Disponível em: < <http://www.revistapolimeros.org.br/PDF/v9n4/v9n4a21.pdf> > Acesso em: 22 maio 2017

LEOCÁDIO, G. A. S. **Reforço de solo laterítico com fibras de sisal de distribuição aleatória, tratadas superficialmente com EPS reciclado**. 2005. 100 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Materiais) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2005. Disponível em: < <http://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/2550> > Acesso em: 10 abr 2017.



PINTO, C.S. **Curso Básico de Mecânica dos Solos**. 3. ed. São Paulo: Oficina de textos, 2006. 367 p.