

14º Congresso Nacional de

MEIO AMBIENTE

Poços de Caldas

26 a 29 SET 2017

www.meioambientepocos.com.br

**Saúde, Segurança e Meio Ambiente
Resultado de Pesquisa**

MUROS DE CONTENÇÃO DE PNEUS INSERVÍVEIS – GEOTECNOLOGIA A FAVOR DO MEIO AMBIENTE

Adriano Souza¹

Karina Miki Ichiki²

Amândio José Cabral de Almeida Júnior³

Resumo

O considerável aumento de áreas degradadas no Brasil vem ocasionando prejuízos ao meio ambiente. Buscando mitigar esses impactos ambientais e minimizar os riscos inerentes à degradação do solo, a bioengenharia de solos é uma técnica eficiente e de baixo custo, sendo uma alternativa aos métodos tradicionais de reforço de solos. Considerando que técnicas de bioengenharia não são muito divulgadas e utilizadas no Brasil, o objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão bibliográfica que auxilie futuras pesquisas e incentivar o seu uso na recuperação de áreas degradadas.

Palavras Chave: Contenção; Solo; Meio Ambiente; Sustentabilidade

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O problema atual é a elevada quantidade de pneus inservíveis produzido a nível mundial, que além do grande problema ambiental, pelo risco de contaminação do ar, do solo e do lençol freático, o acúmulo de pneus no ambiente constitui também grave ameaça à saúde pública devido a sua relação direta com a propagação de doenças, em especial em regiões tropicais (MELO, 2014).

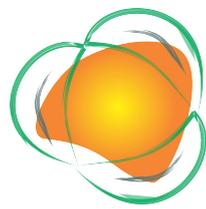
A deposição em grande escala de pneus a céu aberto, embora proibida, cria um ambiente propício para o surgimento de vários tipos de doenças, disseminadas por mosquitos portadores de vírus como: febre-amarela, dengue e a Zika (ICHIKI, 2016).

A incineração dos pneus é um grande problema para a saúde pública, pois emissões tóxicas dos pneus pela incineração podem: ocasionar doenças respiratórias; aumentar risco de doenças como câncer, lesão cerebral, anemia, desordens endócrinas, diabetes dentre outras (SOUZA, 2011).

¹ Prof. da UNESP – Campus de Ilha Solteira. adriano@dec.feis.unesp.br

² Engenheira Civil – Profissional Liberal. karina.ichiki@gmail.com

³ Prof. da Universidade Brasil – Campus de Fernandópolis. amandio.cabral@gmail.com



A utilização de pneus inservíveis em obras de engenharia civil tem crescido nos últimos anos, apresentando-se como uma alternativa que associa a eficiência mecânica e o baixo custo do material. Long (1990) comenta que a reutilização destes pneus em obras de engenharia pode envolver: construção de muros de gravidade, reforço de aterros, redução de empuxo, proteção de taludes e redistribuição de tensões sobre dutos enterrados.

Entre outras utilidades pode-se também citar: criação de recifes artificiais, defensas marítimas, barreiras de impacto e encontro de pontes. Experiências de utilização de pneus como elemento de reforço de aterros, barreiras contra impactos ou ruídos e elemento de redistribuição de tensões em dutos enterrados, tem sido relatada na literatura também.

Os muros de pneus são construídos a partir do lançamento de camadas horizontais de pneus, amarrados entre si com corda ou arame e preenchidos com solo compactado. Funcionam como muros de gravidade e apresentam como vantagens o reuso de pneus descartados e a flexibilidade. A utilização de pneus usados em obras geotécnicas apresenta-se como uma solução que combina a elevada resistência mecânica do material com baixo custo, comparativamente aos materiais convencionais (SOUZA, 2011).

METODOLOGIA

Para o dimensionamento e análise de estabilidade dos muros de solo-pneu foi elaborada uma planilha eletrônica (Excel), onde foram levantadas as quantidades de linhas de pneus e do total de pneus utilizados no muro de contenção, por metro linear, para atender às condições de estabilidade ao deslizamento e ao tombamento.

Para delinear o problema Ichiki (2016) adotou as seguintes hipóteses:

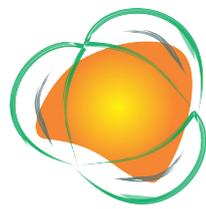
- Os terrenos no pé e no topo do talude têm inclinação 0° (horizontal);
- A parede do talude tem inclinação de 90° em relação ao plano horizontal;
- Os pesos específicos do solo do talude: $\gamma = 15,7 \text{ kN/m}^3$ e $\gamma_{\text{sat}} = 18,9 \text{ kN/m}^3$;
- Os parâmetros de resistência ao cisalhamento: $c = 0 \text{ kPa}$ e $\phi = 31^\circ$, tanto para o solo na umidade natural quanto saturado;
- A sobrecarga atuante no topo do talude: $q = 10 \text{ kN/m}^2$;
- O nível de água no interior do talude (h_w), variando de 0 a 5 m, de 1 em 1 m;
- O muro será instalado sobre o terreno, portanto o empuxo passivo é nulo ($E_P = 0$);
- O ângulo de deflexão dos empuxos no contato solo-muro: $\delta = 0^\circ$, e
- O peso específico do pneu (185/65 R14) preenchido com solo compactado: $\gamma_{\text{SP}} = 14,3 \text{ kN/m}^3$ (SOUZA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As situações analisadas foram: talude com 5 m de altura e sobrecarga no topo de 10 kN/m^2 , para $h_w = 0, 1, 2, 3, 4$ e 5 m .

A planilha eletrônica dimensionou o número de linhas de pneus (NL) e a número de pneus (NP), ambos por metro linear de contenção, chegando-se aos seguintes valores:

- $h_w = 0 \text{ m}$ → NL = 5 linhas e NP = 187 pneus/m
- $h_w = 1 \text{ m}$ → NL = 5 linhas e NP = 197 pneus/m
- $h_w = 2 \text{ m}$ → NL = 5 linhas e NP = 225 pneus/m
- $h_w = 3 \text{ m}$ → NL = 7 linhas e NP = 276 pneus/m
- $h_w = 4 \text{ m}$ → NL = 8 linhas e NP = 346 pneus/m



- $h_w = 5 \text{ m} \rightarrow \text{NL} = 10 \text{ linhas}$ e $\text{NP} = 454 \text{ pneus/m}$

Portanto, comparando a situação $h_w = 0 \text{ m}$ com as demais situações observou um acréscimo de pneus por metro linear de 5,4; 20,7; 47,8; 85,6 e 143,2%, respectivamente. Isso mostra a grande influência do aumento do nível de água no interior do talude na quantidade de pneus.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Deste trabalho são feitas as seguintes considerações:

O muro de solo-pneu mostrou estabilidade, portanto é uma realidade possível.

Entre os vários tipos de destinação de reutilização de pneus inservíveis, a confecção de muros de contenção de solo-pneu é a mais ecologicamente correta e tem sustentabilidade.

A variação do nível de água no interior do talude aumenta demasiadamente a quantidade necessária de pneus no muro de contenção para gerar estabilidade ao muro de contenção ($h_w = 0 \text{ m} \rightarrow 187 \text{ pneus/m}$ e $h_w = 5 \text{ m} \rightarrow 454 \text{ pneus/m}$, um aumento de 143,2%).

REFERÊNCIAS

ICHIKI, K. M. **Dimensionamento de muros altos de contenção confeccionados com solo-pneu, variando-se a altura e a sobrecarga no topo do muro**. Trabalho de Conclusão de Curso. UNESP: Ilha Solteira, 2016.

LONG, N. T. Pneusol. Publication GT44, **Laboratoire Central des Ponts et Chaussées**, France, 1990, 76p.

MELO, L. C. M. **Estruturas de suporte de terras executadas com pneus. Estudo paramétrico e concepção de protótipo**. Dissertação (Mestrado em Engenharia): Instituto Politécnico do Porto. Portugal, 2014.

SOUZA, A. Muro de contenção de solo-pneu. In: **Congresso Panamericano de Meio Ambiente e Desenvolvimento Humano**, Florianópolis, CD, 2011, 8 p.