

UM ESTUDO SOBRE A UTILIZAÇÃO DE EPS PARA ATERRO SOBRE SOLOS MOLES

Henrique Ferreira Mendes¹

João Modesto Cavalcante Neto²

José Jonas de Lima Melo³

Ricardo Figueiredo Marques⁴

Sandovânio Ferreira de Lima⁵

Engenharia Civil



ISSN IMPRESSO 1980-1777

ISSN ELETRÔNICO 2316-3135

RESUMO

Um dos problemas críticos, em geotecnia, são as áreas com solo de baixa capacidade de carga (solo mole). Este tipo de problema acarreta prejuízos de fundação nas construções de estradas e outras de infraestruturas, como cabeceiras de pontes, proteção de tubos e aterros, por exemplo. Infelizmente, a maioria das alternativas para a correção dessas falhas se tornam inviáveis, pois possuem elevados custos e demandam muito trabalho e tempo. O EPS (Poliestireno Expandido), porém, se apresenta como uma opção viável economicamente e eficaz na resolução do problema de baixa capacidade de carga.

PALAVRAS-CHAVE

Construção. Capacidade de carga. Aterro. Geotecnia. Solos moles.

ABSTRACT

One of the critical problems in geotechnics is areas with low load bearing soil (soft ground). This type of problem entails loss of foundation in the construction of roads and other infrastructures, such as headwaters of bridges and protection of pipes, for example. Unfortunately, most of the alternatives for correcting these failures are not feasible because they have high costs and require a lot of work, time and inconvenience. The EPS, however, presents itself as an economically viable and effective option in solving the problem of low load capacity.

KEYWORDS

Construction. Load capacity. Embankment. Geotechnics. Soft soil.

1 INTRODUÇÃO

O poliestireno expandido tem como sigla internacional EPS, sendo o nome ISO-POR uma marca registrada. Ele é composto de 98% de ar e 2% de matéria-prima (em volume) e desde a sua criação, aproximadamente há 50 anos, tem sido amplamente aplicado de diversas formas de fundição de blocos de motores na indústria automobilística, entre outros (apud CHAGAS *et al.*, 2011).

Atualmente, sua utilização, em maior escala, ocorre no cenário exterior com destaque em aterros sobre solos moles e em bases de estradas. No âmbito nacional, o emprego do EPS ainda é restrito, consequência da falta de trabalhos técnicos nesta área, de estudos e caracterizações do material e de normas de projeto. A obra brasileira de maior destaque é o encontro de pontes do complexo viário da cidade de Várzea Paulista no interior do estado de São Paulo (AVESANI NETO, 2008).

Segundo a Associação Brasileira da Indústria Química (ABIQUM), o uso de EPS no Brasil teve um crescimento de 120% na última década, com uma elevação nos últimos três anos, quando a construção civil começou a utilizá-los de vez. Sua produção que era de 40 mil toneladas em 2003, passou para 100 mil em 2013, tendo um crescimento anual em vendas de 6% ao ano.

Em obras geotécnicas, principalmente em aterros, devem ser levadas em consideração, além da parte financeira, a segurança e o processo da obra. Apesar de não ser o material mais barato se comparado ao próprio solo, em algumas situações é preferível usar o EPS por este possuir um peso específico muito menor se comparado ao solo. De acordo com Gonçalves e Guazzelli, 2004, este tem um peso específico natural de $0,2 \text{ kN/m}^3$, o que reduz cerca de cem vezes o peso do aterro em relação a um aterro convencional. Esse fator pode ser um condicionante de projeto.

Para a execução de um aterro utilizando EPS, deve ser tomada uma série de cuidados e as especificações para a execução da obra devem ser fornecidas pelo

engenheiro geotécnico responsável ao construtor. Alguns ensaios devem ser realizados no material para comprovar suas características mecânicas, que garantirão o sucesso da obra. Além de praticamente não provocar recalques, o aterro de EPS tem como vantagem a facilidade no transporte do material e a rapidez na construção (GONÇALVES e GUAZZELLI, 2004).

O objetivo do presente trabalho é mostrar os estudos que devem ser feitos previamente, suas características técnicas, como é transportado, viabilidade financeira, situações onde pode ser utilizado tal método, a dissipação das poro-pressões e a comparação com o m, atraindo, assim, olhares para essa área da engenharia geotécnica que ainda não foi tão explorada no Brasil, visto que possui um vasto campo para tal.

2 ESTUDOS PRELIMINARES E ESSENCIAIS

A escolha do método construtivo mais adequado está associado a diversas questões, tais como, as características geotécnicas dos depósitos, a utilização a área, os prazos construtivos e os custos envolvidos (SANTOS, *et al.*, 2018). Outra recomendação é a comparação entre todas as alternativas disponíveis para os solos moles, como dreno vertical, solo reforçado, coluna de brita, aterro estruturado, adição de cimento etc.

A análise da profundidade do lençol freático também é de suma importância. A camada de EPS deve sempre ficar acima do nível d'água, caso contrário, pode ocorrer à ruptura do aterro devido à subpressão - pressão negativa ascendente comum em estruturas posicionadas abaixo do nível do lençol freático. O estudo do nível d'água deve levar em consideração não somente a profundidade atual, mas também o histórico. Isso porque as variações climáticas, principalmente as chuvas de alta intensidade, interferem no lençol freático, fazendo a camada subir ou descer com o passar do tempo.

3 POLIESTIRENO EXPANDIDO

O Poliestireno expandido (EPS), muito conhecido no Brasil como ISOPOR®, marca registrada da Knauf Isopor Ltda, foi descoberto em 1949 pelos químicos Fritz Stastny e Karl Buchholz, quando trabalhavam nos laboratórios da BASF, na Alemanha. É um plástico celular rígido, resultante da polimerização do estireno em água. Como agente expensor para a transformação do isopor, emprega-se o pentano, um hidrocarbureto que se deteriora rapidamente pela reação fotoquímica gerada pelos raios solares, sem comprometer o meio ambiente (SOARES, 2014).

A matéria-prima para produção de polímeros é originada principalmente do petróleo e gás natural devido seu processo de fabricação ser barateado, com relação à extração a partir da madeira, carvão ou CO₂, já que seu principal componente é o carbono (C) (SOARES, 2014).

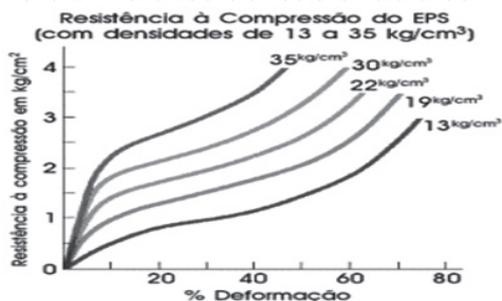
Existem diversos tipos de EPS, mas o utilizado para a construção de aterros sobre solos moles é o expandido, que nada mais é que uma espuma semirrígida,

plástico polimerizado na presença do agente expander. Durante o processo de aquecimento, o material se volatiliza, gerando as células (SILVA *et al.*, 2018).

O Poliestireno expandido possui as seguintes características:

Baixa condutividade térmica	Possui um grande poder isolante
Baixo peso	Densidades do isopor entre 10-30kg/m ³
Resistência mecânica	Absorção de choques
Baixa absorção de água	Facilidade de manuseio
Fácil adaptação na obra	Versatilidade
Variedade de tamanhos	Propriedades físicas não se alteram
Resistência ao envelhecimento	Resistência à compressão
Resistência química	Compatível com diversos materiais

Foto 1 – Gráfico de resistência à compressão do EPS.



Fonte: ABRAPEX, 2019.

3 FORMATO DA PEÇA

O formato do EPS, a ser utilizado em aterros leves (aterros sobre solos moles), é em blocos, em dimensões a serem determinadas em projeto, variando a depender da situação.

As peças de EPS são cortadas na indústria a fio quente antes de irem para o canteiro de obras. É recomendável que elas fiquem guardadas por pouco tempo para garantir a estabilidade dimensional, ficando de 15 a 20 dias no máximo (SILVA *et al.*, 2018).

Foto 2 – Formato do EPS.



Fonte: <https://www.aecweb.com.br/empresa/grupoisorecort/materia/voce-sabia-que-o-eps-pode-ser-usado-em-obras-de-geotecnia/17646>.

4 TRANSPORTE

Um dos fatores que influenciam o custo do EPS é à distância de transporte da fábrica até o local da obra. Os mesmos são transportados em caminhões do tipo baú. No caso do aterro de Tubarão, os blocos foram fabricados no Rio de Janeiro. Uma maior demanda do produto também contribuirá para uma redução de custos. O preço do EPS por m³ é no Brasil, atualmente, da ordem de R\$350,00. (MACCARINI, 2013).

Foto 3 – Transporte do EPS através de caminhão baú.



Fonte: MACCARINI, 2013.

5 VIABILIDADE FINANCEIRA

O principal fator que tem contribuído para o atraso na utilização do EPS na construção rodoviária, no Brasil, tem sido o custo. Não o custo da matéria prima, mas sim dos blocos de EPS. As fábricas de blocos, chamadas bloqueiras, no Brasil, existem há alguns anos e já estão instaladas em vários estados (SP, RJ, MG, GO, BA, PE, MT, PR, SC e RS). Com a instalação das fábricas no país, o custo dos blocos diminuiu, mas estabilizou num patamar alto. A instalação de mais fábricas tende baixar o preço, embora pouco. (MACCARINI, 2013).

Em uma análise comparativa entre o aterro convencional e o de EPS podemos perceber que a segunda opção é bem mais vantajosa que a primeira, entretanto

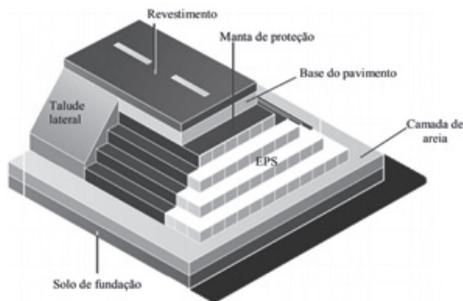
existe um fator no qual ainda não deixou o método se popularizar aqui no Brasil, que é o alto custo. A técnica só é viável se o aterro for bem alto, ou próximo de uma região produtora do material, como as usinas termelétricas que produzem o rejeito denominado cinza volante (ALMEIDA e MARQUES, 2017).

6 CASOS A SER UTILIZADO

A escolha da melhor alternativa para executar aterros sobre solos moles deve ser realizada com base na análise da previsão do comportamento da camada de argila mole, juntamente com o tempo disponível para a realização de cada etapa da obra e o custo envolvido em cada solução (GONÇALVES e GUAZZELLI, 2004).

O EPS tem sido utilizado em alguns países da Europa, como material de aterro sobre solo mole desde 1972, devido à boa resistência mecânica e ao seu baixo peso específico. É importante observar que este método só deve ser aplicado quando os carregamentos são distribuídos. Normalmente é executada uma laje de concreto ou é compactada uma camada de terra, cobrindo a espuma, para distribuir as cargas e servir de proteção mecânica. O EPS como material de aterro, sobre solo mole é vantajoso principalmente, quando o prazo da obra é limitado e, ou: Há falta de espaço para executar o aterro com a declividade suficiente para que não ocorra a ruptura da argila; As camadas de solo mole são muito espessas e os recalques precisam ser minimizados (GONÇALVES e GUAZZELLI, 2004).

Foto 4 – Componentes principais de um aterro com EPS.



Fonte: SPI, 2018.

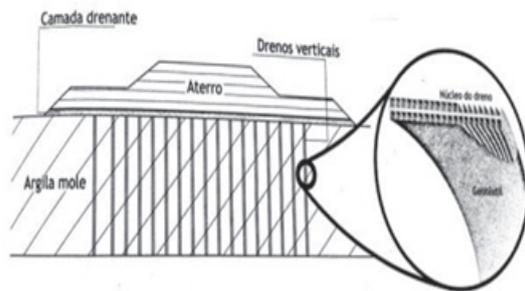
7 DISSIPACÃO DA PORO-PRESSÃO COM UTILIZAÇÃO DE DRENOS VERTICAIS

Sandroni e Consoli (2010) descrevem os drenos verticais pré-fabricados como dutos plásticos cravados verticalmente no solo, cuja principal função é diminuir a distância que a água tem que percorrer para ser retirada do sistema, acelerando os recalques. Segundo Almeida e Marques (2010), inicialmente se usavam drenos feitos de areia, mas atualmente, os geodrenos, feitos de um núcleo plástico com ranhuras envolto por um filtro geossintético, são mais comumente aplicados.

Massad (2003), indica a utilização desses dispositivos quando a camada argilosa for muito espessa ou o material muito pouco permeável, chamando a atenção para a diminuição do tempo necessário para adensamento e consequente aceleração do recalque.

O processo de instalação consiste na execução da camada superior de drenagem, o chamado colchão drenante, que serve também como aterro de conquista, e posterior cravação dos drenos no solo de fundação (ALMEIDA e MARQUES, 2010). Sandroni e Consoli (2010) descrevem que os drenos verticais são cravados com auxílio de um tubo metálico, que é retirado após a cravação, e pode chegar facilmente a profundidade de 35 m, antecipando os recalques primários de vários anos pra um ou menos.

Foto 5 – Aterro com drenos verticais.



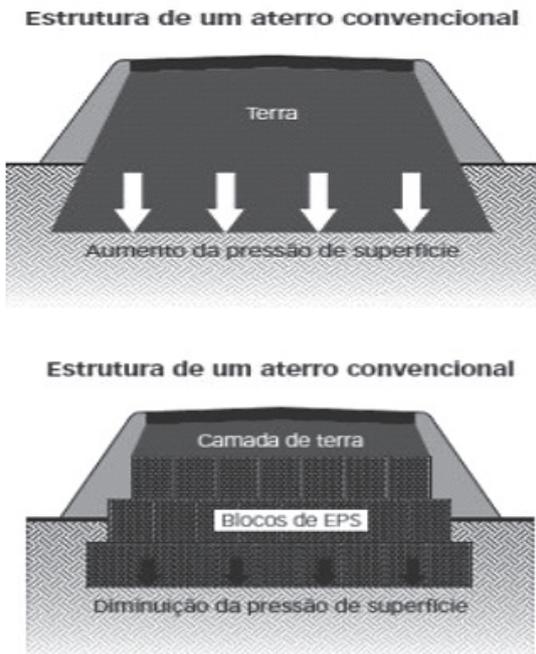
Fonte: adaptado de Almeida e Marques, 2010.

8 ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE ATERRO CONVENCIONAL E COM EPS

Uma análise comparativa entre o aterro convencional e o com o uso de EPS podemos perceber que a segunda opção é bem mais vantajosa que a primeira, entretanto existe um fator no qual ainda não deixou o método se popularizar aqui no Brasil, que é o alto custo. A técnica só é viável se o aterro for bem alto, ou próximo de uma região produtora do material, como as usinas termelétricas que produzem o rejeito denominado cinza volante (SILVA *et al.*, 2018).

ANÁLISE COMPARATIVA:	
Aterros convencionais	Aterros leves com uso de EPS
Maior movimentação de terra e maior custo de terraplanagem	Menor movimentação de terra e menor custo de terraplanagem
Difícil manuseio em dias chuvosos	Fácil instalação e manuseio
Necessita de muita mão de obra para reduzir o tempo de execução	Menor deformação no solo e tempo de execução

Foto 6 - Análise comparativa entre aterro convencional e com EPS.



Fonte: <http://infraestruturaurbana.pini.com.br/solucoes-tecnicas/22/artigo275118-2.aspx>

9 CONCLUSÃO

Pode-se concluir que o uso do EPS em aterros sobre solos moles é uma ótima alternativa, trazendo vários benefícios e soluções para possíveis problemas, a depender da situação em questão. Este possui uma alta resistência a deformação e um rápido tempo de execução da obra.

Em Alagoas ainda não há registros de tal tecnologia em desenvolvimento, tendo a carência de estudos, obras e pesquisas, a necessidade de fazer um compilado de estudos, artigos, revistas científicas, para acrescentar tal método no estado, seguindo, assim, o exemplo de estados da Região Nordeste (Pernambuco e Paraíba, por exemplo), que já possuem obras executadas, podendo trazer grandes benefícios para o estado.

Com relação aos custos, inicialmente foi gerado um impacto devido aos altos valores, porém, ao analisar a gama de vantagens que o mesmo oferece, é notório que tal método é economicamente viável.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. J. M.; MARQUES, C. S. A. **Uso do Poliestireno Expandido (EPS) em aterros de solos moles**. São Paulo: 8º Fórum Científico da FUNEC: Educação, Ciência e Tecnologia, 2017.

ALMEIDA, M. S.; MARQUES, M. E. S. **Aterros sobre solos moles: projeto e desempenho**. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

AVESANI NETO, José Orlando. **Caracterização do comportamento geotécnico do EPS através de ensaios mecânicos e hidráulicos**. São Paulo: Dissertação de Mestrado – USP, 2008.

GONÇALVES, H. H. S.; GUAZZELLI, M. C. **Aplicação de EPS para aterro sobre solos moles**. São Paulo: II Congresso Luso-Brasileiro de Geotecnia: Obras de Aterro, 2004.

MACCARINI, M. **Construção de aterro sobre solos moles com utilização de EPS**. Santa Catarina: UFSC, 2013.

MASSAD, F. **Obras de terra: curso básico de geotecnia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2003.

SANDRONI, S. S.; CONSOLI, N. C. **Sobre a prática da engenharia geotécnica com dois solos difíceis: os extremamente moles e os expansivos**. Rio Grande do Sul: Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica – COBRAMSEG, 2010.

SANTOS, Thaís Oliveira. *et al.* **Descrição de Técnicas de Melhoramento para Construção de Aterros sobre Solos Moles**. Bahia: XIX Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica - COBRAMSEG, 2018.

SILVA, Gabriela Santos. *et al.* **Uso do Poliestireno Expandido (EPS) em aterros de solos moles**. São Paulo: Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento, 2018.

SOARES, Felipe Antônio Moni. **Incorporação de partículas de poliestireno expandido e resina epóxi em compósito cimentício**. Minas Gerais: UFSJ, 2014.

Data do recebimento: 2 de agosto de 2018

Data da avaliação: 10 de dezembro de 2018

Data de aceite: 13 de dezembro de 2018

1 Discente do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Tiradentes – UNIT.

E-mail: henriquefmdes18@gmail.com

2 Discente do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Tiradentes – UNIT.

E-mail: joaooten10@hotmail.com

3 Discente do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Tiradentes – UNIT.

E-mail: jonas_lima44@hotmail.com

