

APLICAÇÃO DE MISTURAS DE FOSFOGESSO E SOLOS TROPICAIS FINOS NA PAVIMENTAÇÃO

MESQUITA, Glaucia Machado¹; **REZENDE**, Lilian Ribeiro de²

PALAVRAS CHAVE: Resíduo sólido. Pavimentação. Fosfogesso.

1. INTRODUÇÃO

No Estado de Goiás, assim como em todo o Brasil e em outros países, existem indústrias que utilizam processamento químico de rochas fosfáticas com a finalidade de se obter o ácido fosfórico, o qual é utilizado na produção de fertilizantes. No decorrer deste processo químico, origina-se o fosfogesso, um sub-produto sólido, também conhecido como gesso químico.

A rocha fosfática, finamente pulverizada, tem uso limitado como fertilizantes, sobretudo por ser relativamente baixa à disponibilidade de P₂O₅ (pentóxido de fósforo). Seu principal consumo, entretanto, é na forma de matéria-prima para a manufatura de ácido fosfórico, de superfosfato, de fósforo e de compostos de fósforo (SHREVE; BRINK Junior, 1997).

As indústrias que se dedicam à fabricação do ácido fosfórico têm se preocupado em encontrar aplicações para o fosfogesso e assim evitar o acúmulo deste resíduo. A estocagem de grande quantidade deste material envolve uma série de problemas entre os quais se destacam a necessidade de dispor-se de grandes áreas para o seu armazenamento e monitoramento, por se tratar de um produto que apresenta elementos radioativos e alguns traços de metais pesados, podendo causar riscos à saúde humana e ao meio ambiente.

A utilização do fosfogesso na construção rodoviária visa estudar o comportamento do fosfogesso, resíduo industrial da fabricação de adubos, e avaliar o seu uso na construção rodoviária. O fosfogesso tem potencial uso como material de construção de bases ou sub-bases de pavimentos; por isto suas propriedades mecânicas têm sido objeto de estudos em diversos centros de pesquisas. Contudo, o fosfogesso apresenta baixa resistência à compressão simples e pouca durabilidade quanto sujeito somente à estabilidade mecânica (GUTTI et al., 1996).

Os materiais tradicionalmente utilizados na composição de sub-base e base de pavimentos são granulares e geralmente apresentam elevada capacidade de suporte. No entanto, os solos abundantes no Brasil são os tropicais finos. Estudos recentes mostram a viabilidade técnica e econômica da utilização desses solos finos lateríticos em pavimentação conforme descrito por Nogami e Villibor (1995), citado por Rezende (2003).

A estocagem de grandes quantidades de fosfogesso envolve uma série de problemas, entre os quais se destacam a necessidade de dispor-se de grandes áreas para o seu armazenamento, assim como a possibilidade, por se tratar de um produto de natureza ácida, de agredir o meio ambiente. É importante ressaltar que as leis de proteção ao meio ambiente, tanto no Brasil como em todo o mundo, tornam-se cada vez mais rigorosas ao que se refere aos cuidados a serem observados na estocagem de materiais com estas características.

Os objetivos principais deste trabalho são quantificar e caracterizar o fosfogesso produzido na região de Catalão, estudar a incorporação do sub-produto nos solos finos locais abundantes no Estado de Goiás e analisar a viabilidade técnica e econômica da utilização desta mistura em pavimentação.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Neste trabalho, está sendo realizado um estudo sobre a aplicação de misturas de fosfogesso e solos tropicais em pavimentação. Para tanto estão sendo executadas as seguintes etapas:

Etapa 1- Visita a indústria Copebrás, localizada na cidade de Catalão, Estado de Goiás, visando acompanhar o processo de obtenção e deposição do fosfogesso;

Etapa 2- Coleta de amostras do fosfogesso para realizar sua caracterização, análise química, granulométrica e limites de Atterberg (limite de liquidez, limite de plasticidade e índice de plasticidade);

Etapa 3- Avaliação da capacidade radioativa das amostras coletadas, utilizando-se do equipamento contador Geiger para medir o nível de radiação;

Etapa 4- Estudo da contaminação do fosfogesso ao meio ambiente, por meio dos ensaios lixiviação, de acordo com a norma NBR 10005 (ABNT, 2004a) e solubilização de acordo com a norma NBR 10006 (ABNT, 2004b);

Etapa 5- Escolha de um solo fino tropical local e identificação de suas propriedades, por meio de ensaios de granulometria, limite de liquidez, limite de plasticidade, compactação, CBR (*California Bearing Ratio*), MR (Módulo de resiliência) metodologia MTC (Miniatura Compactado Tropical) e análise química.

Etapa 6- Estudo de misturas de fosfogesso e solo nas seguintes proporções: 80% solo + 20% fosfogesso, 50% solo + 50% fosfogesso, 20% solo + 80% fosfogesso; onde todos os ensaios realizados com o solo, serão também realizados para as amostras das misturas.

Para a realização das especificações dos materiais, é necessário realizar a análise granulométrica, que se refere à textura. As especificações do extinto Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER), atualmente denominado Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes (DNIT), estabelecem faixas em que a curva granulométrica do material deve estar contida para utilização em camadas de pavimentos. Para a realização dos ensaios de laboratório e necessária a coleta de amostras deformadas representativas dos materiais. Estas amostras devem ser ensacadas e identificadas, passando por um processo de quarteamento, que visa separar as partes destinadas a várias finalidades, sendo uma dessa destinada ao arquivo de materiais. A maioria dos ensaios está sendo realizada no Laboratório de Mecânica dos Solos da Escola de Engenharia Civil da Universidade Federal de Goiás. Os ensaios de solubilização, lixiviação e análise química serão realizados em laboratórios particulares devidamente credenciados. Os ensaios para determinação do MR e da Metodologia MCT serão realizados no Laboratório de Pavimentação da Universidade de São Paulo.

3. RESULTADOS PARCIAIS

3.1 Visita na Indústria

A Unidade da Copebrás Catalão está localizada na Fazenda Ouvidor Cláudio, zona rural, Catalão-Goiás (Figura 1). Por uma tonelada produzida de ácido fosfórico (H_3PO_5) são geradas cerca de cinco toneladas de gesso/fosfogesso ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$). A quantidade produzida é variável e depende da relação Ca/P_2O_5 da fábrica de ácido fosfórico. O fosfogesso comercializado no ano de 2005 para a agricultura obteve o volume de venda de 278.500 toneladas, sendo que deste total, 137.000 toneladas foram vendidas para clientes do Estado de Goiás. Para a indústria (fábrica de cimento) foram comercializadas 47.800 toneladas em todo o País.

Durante a coleta das amostras de fosfogesso (Figura 2) foi realizado o levantamento radiométrico da pilha com o contador Geiger (Figura 3). Os valores obtidos nesta

MESQUITA, G.M.; REZENDE, L.R. Aplicação de misturas de fosfogesso em solos tropicais finos na pavimentação. In: CONGRESSO DE PESQUISA, ENSINO E EXTENSÃO DA UFG – CONPEEX, 2., 2005, Goiânia. Anais eletrônicos do XIII Seminário de Iniciação Científica [CR-ROM]. Goiânia: UFG, 2005, 3.p.

medida estão apresentados na Tabela 1. Verifica-se que a taxa média de exposição obtida foi de 0,086 mR/h. Esta taxa esta em acordo com as leis regulamentadoras.

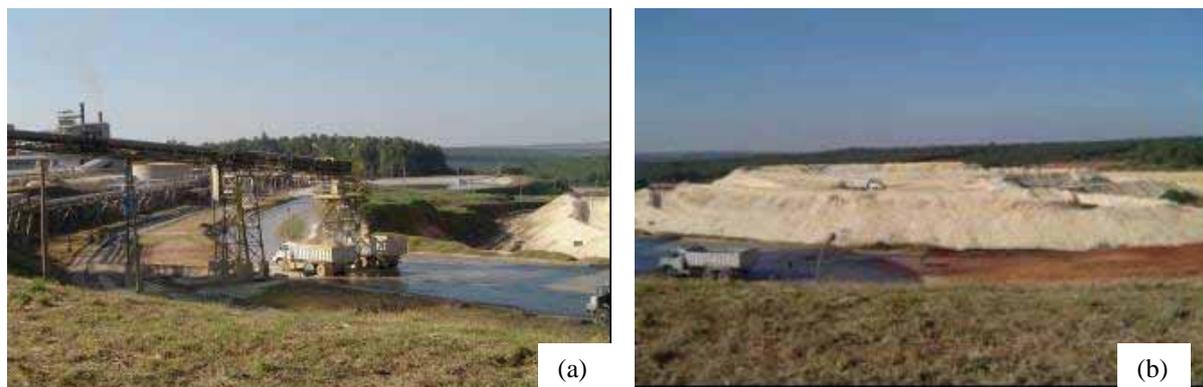


Figura 1- Unidade da Copebrás Catalão-GO: (a) Geração do sub-produto; (b) Formação da pilha de fosfogesso



Figura 2- Coleta de amostras do fosfogesso



Figura 3- Medição da taxa de exposição com contador Geiger no momento da coleta

Tabela 1- Resultados da medição com o contator Geiger

PONTO	TAXA DE EXPOSIÇÃO mR/h
1	0,10
2	0,10
3	0,11
4	0,09
5	0,10
6	0,08

OBS: No ponto 6 foi medido o Background próximo a portaria industrial.

3.2 Ensaio de Laboratório

Inicialmente, foram realizados ensaios de laboratório para caracterização dos materiais (limites de Atterberg) e compactação, conforme visto na Tabela 2. Observou-se que o fosfogesso não é moldável e não apresenta trabalhabilidade necessária para realização dos Limites de Atterberg (Figura 4). Assim, o fosfogesso é um material não plástico. Quanto à compactação, o fosfogesso apresenta elevado valor de umidade ótima (w_{ot}) e baixo peso específico aparente seco máximo (γ_{dmax}).

Tabela 2- Resultados dos Limites de Atterberg e da compactação dos materiais

PROPRIEDADE	SOLO	FOSFOGESSO
w_L (%)	37,5	-
w_p (%)	26,9	-
IP (%)	10,6	NP
ρ (g/cm ³)	2,869	-
w_{ot} (%)	-	34,2
$\gamma_{d max}$ (kN/m ³)	-	10,8



Figura 4 – Aspecto do fosfogesso durante a realização dos ensaios de limite de Atterberg

4. CONCLUSÕES PARCIAIS

Os demais ensaios ainda estão sendo realizados. Até o momento, é possível verificar que o fosfogesso não oferece risco de contaminação radioativa. O sub-produto caracteriza-se como um material sem plasticidade e que apresenta elevado valor de umidade ótima e baixo peso específico aparente seco máximo.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10005: **Procedimento para obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro, 2004a. 16p.

MESQUITA, G.M.; REZENDE, L.R. Aplicação de misturas de fosfogesso em solos tropicais finos na pavimentação. In: CONGRESSO DE PESQUISA, ENSINO E EXTENSÃO DA UFG – CONPEEX, 2., 2005, Goiânia. **Anais eletrônicos do XIII Seminário de Iniciação Científica [CR-ROM]**. Goiânia: UFG, 2005, 3.p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10006: **Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro, 2004b. 3p.

GUTTI, C.S.; ROY, A.; METCALF, J.B.; SEALS, R.K. “**The influence of admixtures on the strength and linear expansion of cement-stabilized phosphogypsum**”. Cem. Concr. Res, 26(7), 1083-1094, 1996.

REZENDE, L. R. **Estudo do Comportamento de Materiais Alternativos Utilizados em Estruturas de Pavimentos Flexíveis**. Tese de Doutorado. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2003, 372p.

SHREVE, R.N.; BRINK Junior, J.A. **Indústrias de processos químicos**. Editora Guanabara Koogan, S.A., Rio de Janeiro, RJ, 1997, p 217-232.

¹ Mestranda/Escola Engenharia Civil – UFG/Programa de Pós-Graduação em Engenharia do Meio Ambiente glauciammesquita@yahoo.com.br

² Orientadora/Escola Engenharia Civil - UFG/Programa de Pós-Graduação em Engenharia do Meio Ambiente lrezende@eec.ufg.br