10º FEPEG FÓRUM ENSINO · PESQUISA EXTENSÃO · GESTÃO
RESPONSABILIDADE SOCIAL: INDISSOCIABILIDADE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA
Realização: Unimontes, Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Ciência, Tecnologia e Ensino Superior, Minas Gerais
Apoio: FAPEMIG, FADENOR
ISSN 1806-549 X

Autor(es): ÁLVARO BARBOSA DE CARVALHO JÚNIOR, NARA MIRANDA DE OLIVEIRA CANGUSSU, LUIZ HENRIQUE ARIMURA FIGUEIREDO, LETÍCIA DAYANE PEREIRA SANTOS, LÁZARO JOSÉ RODRIGUES, JHALLISON LÁZARO SOARES DE LIMA, SÍLVIA CARLA PEREIRA SANTOS

Caracterização física e mecânica do resíduo de ardósia para uso como subleito de rodovia

Resumo

A mineração da ardósia no estado de Minas Gerais tem papel importante no desenvolvimento do país. Essa prática gera um grande montante de resíduos, os chamados "bota-foras", capazes de provocar danos ao meio ambiente. Como alternativa de reuso, este trabalho aborda o estudo de um solo, oriundo de resíduos de ardósia provenientes da cidade de Pompéu (MG), para aproveitamento em camada de subleito rodoviário. A caracterização do mesmo é de suma importância para viabilização da sua utilização ou reaproveitamento nesse processo. Trata-se de pesquisa necessariamente laboratorial, que visa a caracterização física e mecânica do solo residual estudado, por meio das análises de granulometria, consistência, compacidade, expansibilidade e resistência à penetração. Todos os ensaios foram realizados seguindo as especificações do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte – DNIT. Para a prática em questão, os resultados apontam para a inviabilidade do uso do solo, visto que o mesmo não atende a maioria dos requisitos mínimos exigidos pelas normas aplicadas.

Palavras Chaves: Reutilização; Composição Granulométrica; Plasticidade

Introdução

Segundo Chiocci[3], solo é o material resultante da decomposição e desintegração da rocha pela ação de agentes atmosféricos (intemperismos). Os intemperismos são conjuntos de processos mecânicos, químicos e biológicos que ocasionam a desintegração e a decomposição das rochas. Sendo então suas propriedades e composições ligadas às rochas que lhe deram origem. O processo de formação dos solos se constitui de forma vagarosa, moldando suas características com o passar do tempo. A classificação dos solos, através de suas propriedades físicas, químicas e mineralógicas, é abordada e estudada em campos ligados Geologia, Mecânica dos Solos e Fundações, Estradas, dentre outros. As suas pricipais propriedades são: Composição Granulométrica, Plasticidade, Retração, expansibilidade.

A ardósia, rocha metamórfica compacta, de granulação fina, coloração predominante cinza e com alto poder de clivagem é um material amplamente utilizado no Brasil. A sua exploração tem grande relevância no desenvolvimento econômico nacional. No entanto tem gerado, a partir da dispersão de um grande montante de resíduos, os chamados "bota-foras" que tem causado notáveis prejuízos econômicos e ambientais.

Minas Gerais é o maior produtor nacional de ardósias; sua produção provém dos municípios de Papagaios, Curvelo, Pompéu, Paraopeba, Caetanópolis, Felixlândia, Leandro Ferreira e Martinho Campos. As ardósias são da Formação Santa Helena, do Supergrupo Bambuí. As principais variedades comerciais são denominadas pela cor: Cinza, Verde, Roxa, Grafite, Preta e Ferrugem, além de uma variedade litológica chamada matacão [8].

Como forma de reutilização desses resíduos foi indicado a sua utilização em subleitos de rodovia como solo de empréstimos. A fim de verificar a conformidade do solo, o estudo objetivou a caracterização o resíduo. Desta maneira, é possível julgar a viabilidade de utilizar ou não o resíduo na composição de uma plataforma de estrada de rodagem

Material e Métodos

O resíduo originário do polimento da ardósia foi coletado na empresa Ardósia Nacional na cidade de Pompéu, onde foi coletado aproximadamente 50 kg de solo e encaminhado para o laboratório de Geotecnia da Unimontes, onde foi seco em temperatura ambiente e na sombra. Após secagem foi encaminhado para 30 kg de solo para a Empresa *Top Soil* para a realização das seguintes analises:

- Determinação das frações argila e silte, realizado pelo método da pipeta, segundo orientações do Manual de análise de solos da EMBRAPA (1997);
- Fracionamento da areia, por peneiramento via seca, de acordo o método da EMBRAPA (1997);
- Determinação dos Limites de Liquidez e Plasticidade do solo, realizados segundo especificações da EMBRAPA (1997);
- Ensaio *Proctor* normal, seguindo as delimitações da norma DNER-ME 129/94 (1994), sendo o ensaio realizado com soquete de 4,5 kg, com altura de queda de 45cm, em cinco camadas igualmente distribuídas;
- Ensaio de expansão, que contemplou a imersão dos corpos de prova por 96 horas em um tanque contendo somente água e medido a expansão por meio do extensômetro (DNER-ME 49/94, 1994);

ISSN 1806-549 X

- *California Bearing Ratio* (CBR) Padrão, com uso de prensa manual (DNER-ME 49/94, 1994

Resultados e discussão

A porcentagem de material que passou na peneira de 200 mesh foi de 99 % da amostra analisado, isto indica que a maioria das partículas do resíduo são muito fina, que caracteriza um material com distribuição granulometria disforme, concentrando apenas na classe de muito fina. Esta má distribuição granulométrica afeta negativamente o processo de compactação do solo, por que dificulta o melhor arranjo das partículas presente no material. A porcentagem de material fino se divide em silte e argila, sendo constituída por 95% de silte e 4% de argila.

Para a análise de consistência do resíduo, o Manual de pavimentação do DNIT (2006) estipula os valores máximos de 25% para o limite de liquidez e 6% de Índice de Plasticidade. Observa-se pela tabela 1, que o resíduo apresenta um limite de liquidez de 32%, estando acima da faixa estabelecido pelo DNIT. O limite de plasticidade apresentou valor de 23 %, sendo este valor utilizado para a obtenção do índice de plasticidade, com relação a este índice, o material apresentou o valor de 9%, extrapolando o limite fixado pelo DNIT.

O ensaio de expansão seguindo os métodos do Manual de pavimentação do DNIT (2006) fixa em 2% o valor máximo da expansão do solo, pode visualizar pela tabela 1 que o solo analisado apresentou uma expansão de 1,07% tornando apto para a utilização em camadas de subleito de rodovias.

O ensaio de compactação serve para verificar o teor adequado de umidade para o qual se obtenha a máxima densidade do solo. Nota pela tabela 1 que o solo analisado apresentou 25,5% como umidade ótima alcançando uma densidade máxima de 1503 $g.cm^{-3}$, este resultado está em conformidade com a análise granulométrica, que material fino apresentam menores teores de umidade e a densidade máxima de compactação atende aos requisitos exigidos pelo DNIT.

O ensaio de CBR visa quantificar a capacidade de carga que o solo saturado previamente compactado pode suportar a penetração por um cilindro metálico por dimensões padronizadas. O manual de pavimentação do DNIT define em 10% o valor mínimo de CBR para Subleito de rodovias. Observa-se pela tabela 1 que o CBR do resíduo estudado teve com valor 5%, ou seja, não atende a perfeita as normas do DNIT.

Conclusões

O resíduo da ardósia não atende as propriedades mecânicas presentes nas normas do Manual de pavimentação do DNIT para subleito, sendo assim sendo inviabilizado a sua utilização neste segmento, mas não excluindo a sua utilização em outras práticas ou áreas.

Agradecimento

A Empresa *TOP SOIL CONSULTORIA*, por ceder as suas instalações e equipamentos para a realizações das análises.

Referência Bibliográfica

[1] CAPUTO, Homero Pinto. **Mecânica dos Solos e Suas Aplicações**. Rio de Janeiro; LTC, 6ª edição,1996.
[2] CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS – CETEC. **Mapa de solos do Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte,2009.
[3]CHIOSSI, NIVALDO JOSÉ. **Geologia Aplicado a Engenharia**. São Paulo; Universidade De São Paulo, 1975, p 194.
[4] DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. DNER-ME 129/94: **Solos – Compactação utilizando amostras não trabalhadas**. Rio de Janeiro, 1994.
[5] DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. DNER-ME 049/94: **Solos – determinação do Índice de Suporte Califórnia utilizando amostras não trabalhadas**. Rio de Janeiro, 1994.
[6] DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. DNIT – IPR 719. **Manual de Pavimentação**. 3ª Edição. Rio de Janeiro, 2006.
[7] EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de solo. **Manual de métodos de análise de solo.** 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1997.
[8] GROSSI-SAD, J. H.; CHIODI FILHO, C.; CHIODI. D.K. **Panorama do Setor de Ardósias do Estado de Minas Gerais, Brasil**. Belo Horizonte: Cia. Mineradora de Minas Gerais – COMIG, 1998. 2 v. (versão em CD-ROM, 2002)
[9]KISTEMANN, Denise Chiodi. CHIODI, Cid Filho. **Plano de Ação Para Sustentabilidade do Setor Rochas Ornamentais – Ardósia em Papagaios.** Implementação do Plano de Ação. Volume 1 – Texto. Setembro/2014.

ISSN 1806-549 X

Tabela 1. Propriedades físicas e mecânicas de um solo oriundo de resíduos de ardósia provenientes da cidade de Pompéu (MG)

Propriedades	**Valores**
Limite de Liquidez (%)	32
Limite de Plasticidade (%)	23
Índice de Plasticidade	9
Granulometria (%)	
2”	100
1”	100
3/8”	100
4 mesh	100
40 mesh	100
200 mesh	99
Silte	95
Argila	4
Umidade òtima (%)	25,5
Densidade Máxima (g/cm³)	1,503
Expansão (%)	1,07
CBR (%)	5