



PRODUÇÃO DE AGREGADOS DE ARGILA CALCINADA COM SOLOS DA REGIÃO AMAZÔNICA

Fernando Gomes da Silva Batista

Luiz Antônio Silveira Lopes

Álvaro Vieira

Instituto Militar de Engenharia - IME

Pós-Graduação em Engenharia de Transportes

RESUMO

O artigo refere-se à dissertação de mestrado do primeiro autor, em andamento na área de Infraestrutura em Transportes. São estudadas amostras de solos do subleito da rodovia BR-163/PA (Cuiabá-Santarém), cuja importância no contexto regional destaca-se por atravessar região de alto potencial econômico. Desde 1997 o Instituto Militar de Engenharia – IME vem desenvolvendo estudos com solos tropicais finos da Amazônia visando a sua utilização na produção de agregados alternativos, em função da carência de agregados naturais nesta região. Para moldagem dos agregados foi utilizado um equipamento de extrusão (maromba) a vácuo, com boquilhas de saída de diversos formatos, até se obter agregados na forma desejada. A calcinação foi feita a diversas temperaturas e vários tempos de queima, até se obterem agregados com características técnicas adequadas. Este trabalho apresenta os resultados iniciais obtidos com diversas amostras de solo colhidas no trecho Santarém/PA-Rurópolis/PA, caracterizadas e submetidas a ensaios físicos e mecânicos. Com os resultados, pretende-se indicar os parâmetros necessários à produção de agregados artificiais com características adequadas para utilização em pavimentação asfáltica.

ABSTRACT

This article refers to a master degree thesis of the first author on transportation infrastructure. The research refers to the Brazilian BR-163 highway, which is distinguished in the regional context by crossing a region with a high economical potential. Since 1997 the Institute of Military Engineer – IME has developed many researches with tropical soils of the Amazon Region in order to produce artificial aggregates due to the lack of natural aggregates in the region. The aggregates were produced by using different soils at vary temperatures, to study the basic requirement to produce the aggregates. The thesis will present the first results obtained with the samples from the subgrade between the cities of Santarém/PA-Rurópolis/PA. The samples were characterized and submitted to physical and mechanical tests. Based on the results, it would be indicated the parameters to produce artificial aggregates for asphalt pavements.

1. INTRODUÇÃO

Os grandes centros consumidores de agregados no Brasil encontram-se em regiões geologicamente favoráveis à ocorrência de rochas de boa qualidade. A participação dos tipos litológicos mais utilizadas na produção de pedra britada é, segundo CHIARI [2002], de 85% de granito e gnaiss, 10% de calcário e dolomito e 5% de basalto e diabásio. Algumas regiões, entretanto, não possuem ocorrências suficientes de rochas adequadas para britagem. Entre elas, podemos citar as cidades situadas na Bacia do Paraná, onde não raramente a pedra britada tem que ser transportada por distâncias superiores a 100 km.

Na região amazônica o problema é muito mais grave. As poucas ocorrências de agregado natural estão situadas em regiões de difícil acesso e afastadas dos centros consumidores, exigindo, muitas vezes, o transporte aquaviário por distâncias de até 3.000 km – como no estado do Acre – utilizando-se infra-estrutura de transportes precária e ineficiente. Essa escassez de agregados gera um aumento considerável nos custos da construção civil na região,



tornando economicamente atraente o estudo para produção de agregados artificiais com o uso de matéria prima local em obras como a pavimentação da rodovia BR-163.

O desenvolvimento de estudos relacionados à produção de agregados artificiais no Brasil – particularmente para emprego em serviços de pavimentação rodoviária na região amazônica - tem-se direcionado à obtenção de agregados de argila calcinada e não expandida, pois esta necessita de maiores temperaturas de aquecimento para atingir o início do processo de pré-fusão, encarecendo o seu custo.

A matéria prima para a produção industrial dos agregados leves de argila expandida, de acordo com estudos realizados pelo DNER e relatados na PESQUISA DE VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO DA FÁBRICA DE ARGILA EXPANDIDA NA REGIÃO AMAZÔNICA [1981], é composta por argilas e folhelhos argilosos. Estas possuem características mineralógicas expansivas e, depois de beneficiadas, são queimadas a temperaturas acima de 1100°C. Durante a queima, são liberados gases, em um processo de fusão incipiente, que provocam a expansão do material beneficiado. A argila expandida é produzida em grandes fornos rotativos, transformando a matéria prima em um produto leve, de elevada resistência mecânica, ao fogo e aos principais ambientes alcalinos e ácidos, como os demais materiais cerâmicos. Ela se apresenta sob a forma de bolinhas de cerâmica leves e arredondadas, com uma estrutura interna formada por uma espuma cerâmica com micro poros e com uma casca rígida e resistente.

Já a produção de argila calcinada não requer matéria prima com características expansivas e sua obtenção pode ser feita a temperaturas de cerca de 900° C. Não sendo necessária a presença de minerais expansivos, torna viável o emprego, como matéria prima, da maioria dos solos tropicais argilosos.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para o desenvolvimento do presente estudo, foram obtidas 55 (cinquenta e cinco) amostras de solos do subleito da rodovia BR-163, trecho Santarém/PA – Rurópolis/PA, obtidas a intervalos de 1 km entre os km 163 e 217.

Após a realização dos ensaios de caracterização, foi possível selecionar quais solos seriam utilizados para a produção inicial de agregados, uma vez que os estudos realizados pelo DNER [1981] mostraram que para se obter um agregado de boa qualidade dever-se-ia utilizar um solo argiloso com Índice de Plasticidade maior que 20 ($IP > 20$). Analisando-se os resultados obtidos na caracterização, foram escolhidas, inicialmente, as amostras referentes aos km 164, 172 e 190, cujos resultados dos ensaios são apresentados na tabela 1.

Estudos realizados no IME por SOARES, BATISTA e CABRAL [1998] e COSTA, VIEIRA DA SILVA e MELLO [2000] com solos oriundos da BR-364/AC e da região de Urucu/AM demonstraram a viabilidade da utilização da maioria dos solos finos para a produção de agregados de argila calcinada. Não ficaram, porém, perfeitamente identificadas, quais as propriedades indispensáveis ao solo para obtenção de agregado de boa qualidade. Os estudos têm se dedicado, até agora, às suas características mineralógicas, granulométricas e de plasticidade.

**Tabela 1** – Resultados dos ensaios de caracterização das amostras utilizadas no estudo.

Km	ENSAIOS FÍSICOS			GRANULOMETRIA (FINOS)			COMPACTAÇÃO			CBR
	LL %	LP%	IP%	#200	% SILT E	% ARGILA	HRB	UMIDADE ÓTIMA %	DENSIDADE MÁX. SECO (g/cm ²)	
164	49	26.2	22.8	62.91	25.24	37.67	A-7-6	21.10	1.600	1
172	54	32.6	21.4	79.82	11.91	67.91	A-7-5	26.10	1.782	5
190	55	42.4	12.6	92.72	34.99	57.73	A-7-5	26.70	1.550	3

No presente estudo, já se visando a industrialização do processo, a moldagem dos prismas foi feita utilizando-se uma pequena extrusora (maromba) a vácuo, com a boquilha de saída adaptada para o formato do agregado desejado. Este processo permite a variação do formato da seção da barra prismática produzida. Além disso, a extrusora produz uma barra bastante compactada, reduzindo o índice de vazios do agregado e possibilitando uma velocidade muito maior de produção.

Os primeiros resultados obtidos com os solos em estudo produziram agregados frágeis, quebráveis manualmente. Após pesquisa e análise do ocorrido, chegou-se a conclusão que um dos fatores que influenciaram nos resultados foi o tempo de secagem prévia dos agregados ao ar, que inicialmente foi de 24 a 48h, chegando à conclusão que este deve ser de no mínimo 3 a 4 dias, podendo chegar a até 10 dias dependendo das condições climáticas.

Outro fator constatado é que a constituição mineralógica do solo exerce uma influência fundamental nas características do agregado obtido. Solos com mesmas características de plasticidade produziram agregados com propriedades totalmente diferentes. O solo inicialmente utilizado (km 172) apresentava teor de argila em torno de 68% e IP>20, propriedades que eram por si só consideradas satisfatórias à obtenção de um agregado de boa qualidade. Os resultados obtidos, no entanto, foram desfavoráveis, levando à obtenção de um agregado quebradiço e de baixa resistência. Observou-se que a quantidade excessiva da fração argila pode se tornar desfavorável ao processo de queima, levando o agregado à fragmentação. Atenção especial foi dada ao tempo de queima da amostra e ao controle da temperatura do forno. Chegou-se à conclusão que o processo de queima anteriormente adotado, que consistia na colocação da argila no forno previamente aquecido na temperatura da queima e a sua imediata retirada após o tempo de calcinação, influenciou negativamente nos resultados, devendo o agregado ser colocado no forno a uma temperatura mais amena e retirado da mesma forma.

A partir destes resultados, realizaram-se os mesmos procedimentos e estudos com a amostra do km 164, que possui teor de argila de aproximadamente 38% e IP 23%, o que aparentemente deveria apresentar resultados satisfatórios, porém os agregados produzidos também se apresentaram frágeis e quebradiços, considerando o fim a que se destinam. Utilizou-se ainda a amostra do km 190 (teor de argila = 58% e IP = 13), com resultados



semelhantes aos descritos anteriormente, o que leva a crer que a composição mineralógica do solo possui fundamental importância no processo.

3. DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Os resultados experimentais já obtidos mostram que para produzir agregados em quantidade e de boa qualidade deve-se utilizar um equipamento do tipo maromba. Além disso, o IP e o teor de argila são fatores necessários mas não suficientes para se obter um agregado de boa resistência, o que leva à conclusão que a constituição mineralógica do solo é de fundamental importância. Os tempos de secagem ao ar e em estufa são de grande importância no processo, bem como a temperatura e tempo de calcinação no forno.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CASTRO, P. F., 1979. *Informe sobre o Projeto da Pesquisa de Viabilidade Técnica Econômica para Implantação de Fábrica de Argila Expandida na Região Amazônica*. In: Colóquio sobre Agregados para Concreto. Instituto Brasileiro do Concreto. Artigo Nº 79 agr 005. São Paulo, SP.
- DNER, 1981 – *Pesquisa de Viabilidade de Implantação da Fábrica de Argila Expandida na Região Amazônica – Relatório Final*. Instituto de Pesquisas Rodoviárias – Divisão de Pesquisa. Rio de Janeiro, RJ.
- PINTO, S., 1996. *Materiais Pétreos e Concreto Asfáltico: Conceituação e Dosagem*. Publicação do Instituto Militar de Engenharia – IME. Rio de Janeiro, RJ.
- SOARES, A.L.C.P., BATISTA, F.G.S, CABRAL, G.L.L, 1998. *Estudo da Viabilidade Técnica do Agregado de Argila Calcinada para a Pavimentação na Amazônia*, Projeto de Fim de Curso, IME, Rio de Janeiro, Brasil.
- COSTA, F.W.A, VIEIRA DA SILVA, M.A., MELLO, M.A., 2000. *Agregado de Argila Calcinada da Amazônia: Análise dos Parâmetros de Fadiga e Resiliência em Misturas Asfálticas*, Projeto de Fim de Curso, IME, Rio de Janeiro, Brasil.
- WILSON, H. S., 1963. *Production and Utilization of Lighweight Aggregates*. UNIDO. McGraw Hill Book Co., New York, p 99.
- CHIARI, L.C., 2002. *Areia Artificial – Definições, Informações Gerais*. CCDM – UFSCar/UNESP. São Carlos, SP.

ENDEREÇO DOS AUTORES

Fernando Gomes da Silva Batista

Rua Mário Agostinelli 100/307 B1.2 – Barra da Tijuca - Rio de Janeiro/RJ - CEP 22775-046

Tel: 21-2421-6209 / 21-8111-7604

e-mail: fernandogsb@yahoo.com.br

Luiz Antônio Silveira Lopes

Rua Lauro Muller 128 Apt 1002, Botafogo, Rio de Janeiro/RJ – CEP-22290-160

Tel 21 2541-0802 / 21 9911-4773

e-mail: laslopes@uol.com.br

Álvaro Vieira

Rua Uruguai, 527/102 - Tijuca, Rio de Janeiro/RJ - CEP 20510-060

Tel: 21-2288-8585 / 21-2278-2405

e-mail: d2alvaro@epq.ime.eb.br