



INSTITUTO FEDERAL
MINAS GERAIS
Reitoria

Pró-Reitoria de Pesquisa, Inovação
e Pós-Graduação



SEMINÁRIO DE
INICIAÇÃO CIENTÍFICA

Resumo Expandido

Título da Pesquisa: Utilização dos Resíduos de Quartzito na Construção Rodoviária		
Palavras-chave: resíduo de quartzito, pavimentação rodoviária, agregados.		
Campus: Congonhas	Tipo de Bolsa: PIBIC-Jr	Financiador: CNPq
Bolsista (as): Hemilly Cristine Lobo Fernandes e Silas César Reis		
Professor Orientador: Rodolfo Gonçalves Oliveira da Silva		
Área de Conhecimento: Engenharia Civil / Construção Civil		

Resumo: A crescente preocupação com a escassez de recursos naturais e com os impactos que a extração de matérias-primas naturais pode provocar ao meio ambiente tem mobilizado a indústria da construção civil a buscar alternativas que atenuem os danos ambientais, através do melhor aplicação dos materiais, a redução da geração e o reaproveitamento dos resíduos gerados e sua devida disposição. Para o presente trabalho, uma das alternativas ao uso de agregados em estrutura de pavimentos consistiu na adoção do resíduo de quartzito, em proporções variadas, como material alternativo utilizado na camada de sub-base. Para a caracterização física e mecânica foram realizados ensaios de análise granulometria, massa unitária no estado solto, compactação, limites de consistência e ISC. Através dos resultados, constatou-se a potencialidade do uso do resíduo de quartzito como agregado alternativo a ser utilizado na execução de camadas de pavimentos rodoviários.

INTRODUÇÃO:

Atualmente, o desenvolvimento econômico tem motivado um aumento da demanda por agregados naturais, que são insumos minerais vitais empregados na construção civil, principalmente na construção de estradas. A preocupação com a escassez de recursos naturais e com os impactos que a extração de matérias-primas naturais pode provocar ao meio ambiente tem mobilizado a indústria da construção civil a buscar alternativas que atenuem os danos ambientais, através do melhor aplicação dos materiais, a redução da geração e o reaproveitamento dos resíduos gerados e sua devida disposição.

A exploração de jazidas minerais para a produção de agregados naturais é responsável por grandes impactos ambientais, verificando-se entre eles poeira, poluição visual e sonora, tráfego ou ainda poluição de recursos hídricos e assoreamento dos mesmos. Portanto, o estudo de materiais alternativos, como resíduos de quartzito, em substituição aos agregados naturais empregados na construção de infra-estrutura rodoviária torna-se necessário, uma vez que a utilização desses materiais poderá contribuir para a redução do passivo ambiental.

Dentro desse contexto, SARAIVA (2006) destaca que uma das alternativas ao uso de agregados em estrutura de pavimentos consiste na adoção de materiais alternativos de inserção regional que, mesmo não se enquadrando totalmente às condicionantes normativas, assegurem um desempenho estrutural tão satisfatório quanto aos sistemas convencionalmente adotados. Neste contexto, além dos resíduos de mineração, incluem-se os solos residuais, escórias e materiais sintéticos.

A exploração de quartzito desenvolvida no Brasil tem proporcionado uma grande geração de resíduos, sendo que, em determinadas regiões, não há uma prática de disposição e aproveitamento adequados do resíduo. No estado de Minas Gerais, por exemplo, houve um aumento de 37,6% na produção de quartzito entre os anos de 2003 e 2004. Alguns profissionais da área ambiental qualificam esse tipo de atividade como predatória, pois o aproveitamento deste minério, utilizado na construção civil como revestimento e ornamentação de ambientes internos e externos, está entre 8 a 10% (ALECRIN et al., 2009).

De modo geral, a extração e o beneficiamento de rochas ornamentais produzem significativa geração de resíduos grosseiros, gerado pela quebra das peças durante o corte, e rejeitos finos que aparecem na forma de lama e que são lançados sem nenhum tipo de tratamento no meio ambiente. O pó, resultante da evaporação da água, pode-se espalhar pelo ambiente contaminando o ar e os recursos hídricos.

De acordo com AIREY et al. (2004), uma das formas de diminuir o desperdício gerado com o uso indiscriminado dos agregados convencionais seria incorporar resíduos na pavimentação visando o desenvolvimento sustentável e trazendo benefícios à sociedade.

METODOLOGIA:

O projeto de pesquisa proposto teve como objetivo geral analisar laboratorialmente aspectos físicos e de comportamento mecânico de misturas de solo contendo resíduos de quartzito em variadas proporções, como agregado alternativo, para avaliar a potencialidade técnica do emprego ou não do material em camadas de sub-base de pavimentação rodoviária, conforme indicado na Figura 1.

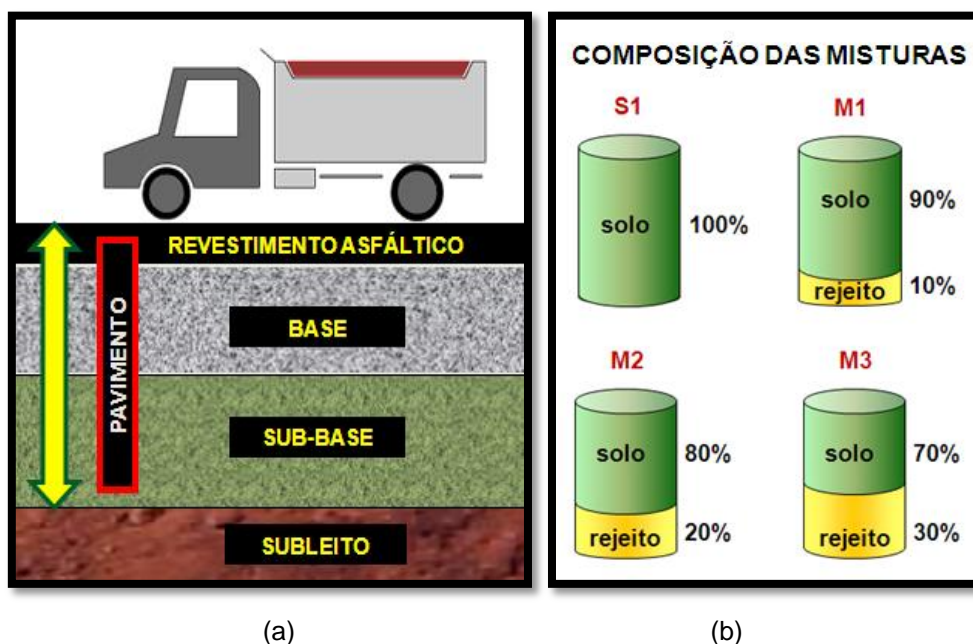


Figura 1: (a) camadas do pavimento rodoviário; (b) composição das misturas ensaiadas.

Foram realizados ensaios para a caracterização física e mecânica de diversas misturas de solo e resíduo de quartzito em proporções variadas, com a granulometria fixada dentro dos limites estabelecidos pelos órgãos normalizadores, e seu desempenho comparado com as misturas de solos e agregados convencionalmente utilizados na região, mediante os ensaios:

- Análise granulométrica por peneiramento;
- Massa específica aparente dos sólidos;
- Limites de consistência (ensaios de Limite de Liquidez e Plasticidade necessários para a classificação dos solos pelo sistema unificado e HRB);
- Ensaio de compactação Proctor;
- Ensaio de compactação CBR (para determinação Índice de Suporte Califórnia e expansão).

Após a conclusão dos ensaios, realizou-se uma avaliação das misturas para poder determinar a potencialidade, qualidade e eficácia do resíduo como agregado alternativo em substituição aos agregados pétreos normalmente utilizados na execução da camada de sub-base de pavimentos rodoviários.

RESULTADOS E DISCUSSÕES:

As misturas foram confeccionadas de modo a apresentarem os requisitos prescritos na norma DNER-ES 301/97 como material de sub-base. Os resultados foram comparados com os valores do solo convencional da região (S1) utilizado em camadas de sub-base, sendo obtidos por meio dos ensaios de granulometria por peneiramento, limite de liquidez, limite de plasticidade, compactação Proctor, massa unitária e ICS. A Tabela 1 apresenta a granulometria das diversas misturas analisadas e na Tabela 2 estão dispostos os valores obtidos para os índices de consistência e a massa unitária.

Tabela 1 – Análise granulométrica (DNER-ME 080/94)

Tipo	Peneiras (mm)	Porcentagem em peso que passa (%)			
		M1	M2	M3	S1
2"	50,8	100,0	100,0	100,0	100,0
1"	25,4	100,0	100,0	100,0	100,0
3,8"	9,50	99,6	100,0	99,8	100,0
n° 4	4,75	96,3	98,3	97,2	99,0
n° 10	2,00	84,1	88,3	85,4	88,5
n° 40	0,425	48,9	54,3	54,1	42,0
n° 200	0,075	16,6	27,3	28,5	7,9

Tabela 2 – Índices e Consistência e massa unitária no estado solto (NBR 6459; DNER-ME 082/94)

Mistura	Índices de Consistência (%)			Massa unitária (kg/dm ³)
	LL	LP	IP	
M1	NP	NP	-	1,11
M2	26,1	NP	-	1,19
M3	29,9	NP	-	1,25
S1	NP	NP	-	1,07

A Tabela 3 apresenta os valores obtidos para a umidade ótima (w_{ot}) e o peso específico aparente seco máximo ($\gamma_{dm\acute{a}x}$) correspondente a cada mistura. Na Tabela 4 encontra-se a classificação das misturas pelo Sistema Unificado e o Sistema HRB.

Tabela 3 – Ensaio de compactação Proctor (DNER-ME 129/94)

Mistura	Compactação		
	Proctor	w_{ot} (%)	$\gamma_{dm\acute{a}x}$ (g/cm ³)
M1	Intermediário	24,5	1,440
M2	Intermediário	19,0	1,594
M3	Intermediário	20,9	1,598
S1	Intermediário	20,0	1,550

Tabela 4 – Classificação dos solos

Mistura	Classificação	
	Sistema Unificado	HRB
M1	SC-SM	A2
M2	SC-SM	A2
M3	SC-SM	A2
S1	SW-SM	A2

As Figuras 2 e 3 apresentam respectivamente os resultados dos valores de ISC e expansão encontrados para as misturas estudadas.

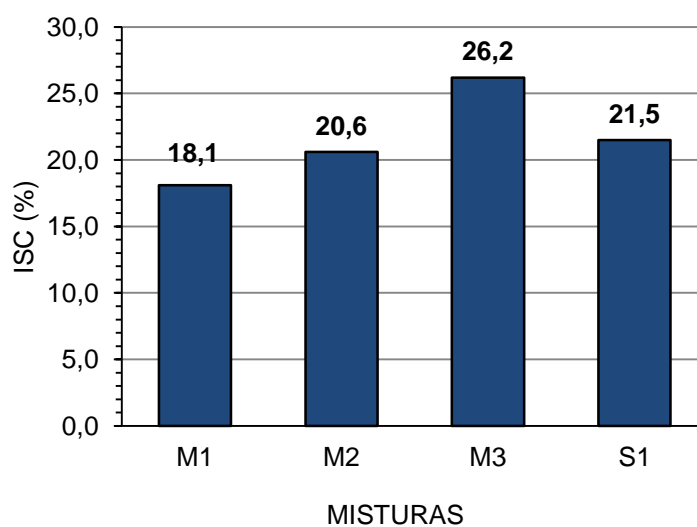


Figura 2 – Valores de ISC obtidos para as misturas segundo a norma DNER-ME 049/94

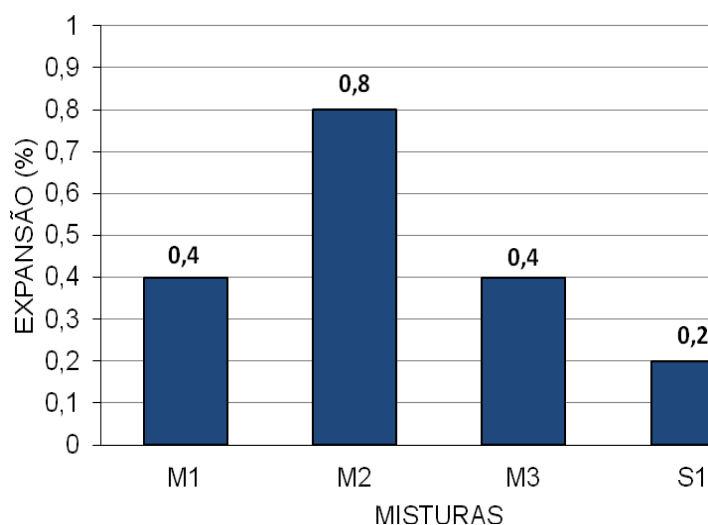


Figura 3 – Valores de expansão obtidos para as misturas segundo a norma DNER-ME 049/94

A mistura contendo 10% de resíduo de quartzito (M1) apresentou o maior valor de umidade ótima e o menor valor de peso específico aparente seco máximo. A mistura M3 (30% de resíduo) obteve o maior valor de $\gamma_{S_{Max}}$ e a amostra M2 (20% de resíduo) o menor valor para a umidade ótima. A mistura com maior porcentagem de resíduo incorporada ao solo (M3) apresenta o maior valor de massa unitária no estado solto.

Somente a mistura M1 apresentou valor de ISC abaixo do valor mínimo exigido pela norma DNER-ES 301/97.

CONCLUSÕES:

A adição do resíduo a massa de solo conferiu ganho de plasticidade ao mesmo, visto que a incorporação do rejeito aumentou a fração de particulado fino (silte e argila) nas misturas.

Analisando somente as misturas contendo resíduo de quartzito (M1, M2 e M3), observa-se pelos resultados dos ensaios de ISC, que o aumento da porcentagem do rejeito nas misturas provoca um aumento de resistência nas mesmas. Somente a mistura M3 apresentou um valor de ISC acima do valor determinado para o solo convencional. A adição de 30% do rejeito ao solo apresentou um aumento de aproximadamente 22% no valor no ISC. Somente a mistura M1 apresentou valor de ISC abaixo do valor mínimo exigido pela norma DNER-ES 301/97.

Em relação ao comportamento expansivo, as misturas M2 e S1 apresentaram o maior e o menor valor, respectivamente. As misturas M1 e M3 obtiveram os mesmos valores de expansão. Todas as misturas estudadas apresentaram valores de expansão dentro dos limites estabelecidos pela norma DNER-ES 301/97 (Sub-base estabilizada granulometricamente).

Verificou-se, através dos resultados, a potencialidade e qualidade do resíduo de quartzito como agregado alternativo, em substituição aos agregados pétreos normalmente utilizados na construção da camada de sub-base de pavimentos rodoviários.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA:

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas (1984). NBR 6459. Solo – Determinação do Limite de Liquidez.

AIREY, G. D., COLLOP, A. C., THOM, N. H. (2004). Mechanical Performance of Asphalt Mixtures Incorporating Slag and Glass Secondary Aggregates. In: 8th Conference on Asphalt Pavements for Southern Africa, v.1, p. 1-13.

ALECRIM, A. V., FABBRI, G. T. P, BERNUCCI, L. B., MOURA, E. (2009). Estudo do Resíduo de Quartzito para emprego em sub-base e base de pavimentos. In: 16ª Reunião de Pavimentação Urbana, Belo Horizonte, MG.

DNER – Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (1994). ME 049, Solos – determinação do Índice de Suporte Califórnia utilizando amostras não trabalhadas.

DNER – Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (1994). ME 080, Solo – análise granulométrica por peneiramento.

DNER – Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (1994). ME 082, Solos – determinação do limite de plasticidade.

DNER – Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (1994). ME 129, Solos – compactação utilizando amostras não trabalhadas.

SARAIVA, S. L. C. (2006). Metodologia e Análise Experimental do Comportamento Geotécnico da Estrutura de Pavimentos Rodoviários. Tese de M. Sc., Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, MG. 123p.

PARTICIPAÇÃO EM CONGRESSOS, PUBLICAÇÕES E/OU PEDIDOS DE PROTEÇÃO INTELECTUAL:

FERNANDES, H. C. L.; CABELLO, M. L. R.; SILVA, R. G. O.; REIS, S. C. (2012). “Utilização dos Resíduos de Quartzito na Construção Rodoviária”. *II Fórum Mundial de Educação Profissional e Tecnológica*, Florianópolis, SC.

Mazon A. A., SILVA, R. G. O., SOUZA, H. A (2006). Estudo da ventilação em coberturas metálicas através do uso de lanternins. REM. Revista Escola de Minas (Impresso). , v.59, p.179 – 184.