



# CRICTE 2017

XXVIII Congresso Regional de Iniciação Científica e Tecnológica em Engenharia



## ANÁLISE DA VIABILIDADE TÉCNICA PARA A UTILIZAÇÃO DE RCC EM BASE DE PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA, COM E SEM ESTABILIZAÇÃO GRANULOMÉTRICA COM PÓ DE PEDRA DE BRITA GRADUADA

**Joice Moura da Silva**

Acadêmica do Curso de Engenharia Civil - Unijui

email: joice.moura@hotmail.com

**Lucas Carvalho Vier**

Acadêmico do Curso de Engenharia Civil - Unijui

email: lucascarvalho051@gmail.com

**Camila Taciane Rossi**

Acadêmica do Curso de Engenharia Civil – Unijui

email: camilatacianerossi@hotmail.com

**Rafael Reinheimer dos Santos**

Acadêmico do Curso de Engenharia Civil - Unijui

email: reinheimerr@yahoo.com.

**André Luiz Bock**

Doutor e Docente do Curso de Engenharia Civil - Unijui

email: andre.bock@unijui.edu.br

**Resumo.** A reciclagem de resíduos é incentivada mundialmente e nos últimos anos vem ganhando um destaque especial, principalmente devido a questões políticas, econômicas e ecológicas. Dito isso, tem-se a construção civil e seu uso desenfreado de recursos naturais e a gigantesca geração de resíduos sólidos sem uma destinação adequada, acarretando muitas vezes em entulhos nas vias urbanas e problemas ambientais sem precedentes. Desta forma, o presente artigo apresenta um estudo sobre a viabilidade da utilização de resíduos da construção civil em bases de pavimentos flexíveis, a partir da realização de estabilização granulométrica com pó de brita. Como uma análise preliminar, será adotada a faixa A do DNIT para determinação da composição granulométrica a ser utilizada. Em seguida, será realizada uma comparação dos resultados de compactação, Proctor Normal e Modificado e posteriormente a determinação do CBR (California Bearing

Ratio) com normas existentes e suas exigências. Foi possível concluir, através deste estudo prévio, que o agregado pesquisado não atendeu aos requisitos mínimos exigidos de resistência (CBR), porém sugere-se estudos posteriores para a realização de adequação do material através de adição de cimento Portland ou outro material para estabilização química a fim de melhorar o comportamento do agregado.

**Palavras-chave:** Resíduos da Construção Civil. Ensaio. Estabilização Química.

### INTRODUÇÃO

Fica cada vez mais evidente que existem problemas que necessitam de solução urgente, principalmente no que diz respeito aos meios urbanos e ao gerenciamento dos resíduos por ele gerado.

Diante disso, uma política que vise a gestão sustentável de resíduos sólidos

urbanos deve privilegiar a diminuição da geração de resíduos na fonte. Quando tal redução não for possível, ou seja, quando existir a geração, deve-se então buscar a reciclagem ou a reutilização.

Segundo Andere e Santos (2008), o poder público deve estimular a reciclagem, considerando-se o potencial que existe em produzir novos materiais/produtos a partir dos resíduos sólidos oriundos da indústria da construção. Um processo de reciclagem de qualidade requer um resíduo de qualidade, o que implica segregar os resíduos junto à fonte geradora, ou seja, nos próprios canteiros de obra.

Embora o ramo da construção civil tenha apresentado uma diminuição em suas atividades nos últimos anos, ainda é o principal consumidor de recursos naturais e também o principal gerador de resíduos. Mesquita (2012) estima que 20 a 50% de recursos naturais sejam consumidos pela sociedade e que o entulho chegue a representar 60% dos resíduos sólidos urbanos.

Desta forma é imprescindível que sejam adotadas alternativas para destinação e reutilização destes materiais. O total de geração de resíduos varia de 163 a mais de 300 quilos por habitante/ano (PINTO, 2005).

De acordo com Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2014), o depósito de resíduos sólidos em locais inadequados é um dos piores impactos causados ao meio ambiente, pois estes contaminam diretamente o solo, as águas, o ar e, pior do que tudo, as pessoas. Além disso trata-se de uma prática ilegal que apresenta custos elevados para posterior controle e remediação.

A reciclagem de resíduos tem sido incentivada mundialmente, principalmente nos últimos anos, sendo esta por diversos fatores, ora políticos, econômicos e principalmente ecológicos. Ela pode minimizar os problemas com o gerenciamento dos resíduos sólidos pelos municípios, diminuir o descarte em locais

inadequados, aumentar a vida útil dos aterros e ainda reduzir os custos com o gerenciamento de resíduos (LEITE, 2001).

Desta forma, o presente artigo apresenta um estudo sobre a viabilidade da utilização de resíduos da construção civil em bases de pavimentos flexíveis, assim como o comportamento destes agregados junto ao pavimento, buscando criar uma alternativa viável para descarte deste material. Como uma análise preliminar, será adotada a faixa A do DNIT para determinação da composição granulométrica a ser utilizada. Em seguida, será realizada uma comparação dos resultados de compactação, Proctor Normal e Modificado e posteriormente a determinação do CBR (California Bearing Ratio) com normas existentes e suas exigências.

## **COLETA DO MATERIAL, REALIZAÇÃO DOS ENSAIOS E RESULTADOS**

O Resíduo da Construção e Demolição, denominado como RCD, que foi utilizado nesta pesquisa é proveniente da empresa RESICON – Central de Triagem de Resíduos da Construção Civil do Noroeste do Estado do RS, que está localizado no município de Santa Rosa – RS, km 36,5, ERS 344.

A empresa trabalha com quatro granulometrias diferentes do material. Para a realização dos ensaios referentes à pesquisa foram utilizadas amostras do material em três granulometrias diferentes: Brita (possui uma granulometria entre 9,5 e 4,75 mm), Pedrisco (grãos de granulometria entre 4,75 e 2 mm) e o Areião (granulometria entre 2 e 0,075 mm), como mostra a Figura 1.

Figura 1 - Materiais utilizados.



Fonte: autoria própria. (2017)

## Preparação do material

Inicialmente, o material recolhido na empresa foi levado ao laboratório e separado em bandejas para posterior secagem em estufa. Decorridas vinte e quatro horas (24 horas), a amostra de material foi retirada da estufa e realizada a separação de amostras através do método de quarteamento realizado primeiramente com o quarteador.

## Ensaio de Compactação

A norma DNIT-ES 141/2010 – Base Estabilizada Granulometricamente, estabelece que uma base estabilizada é aquela executada com a utilização do processo de estabilização granulométrica, ou seja, é um processo que busca melhorar a capacidade dos materiais, ou mistura de materiais, quando estes são submetidos a uma energia de compactação adequada, obtendo um produto com propriedades adequadas de estabilidade e durabilidade.

Ainda conforme a norma, para que o material utilizado se enquadre nos requisitos referentes à base estabilizada, este deve apresentar certas características, dentre elas, possuir composição granulométrica que satisfaça uma das faixas (A, B, C, D, E ou F), considerando o Número N de tráfego.

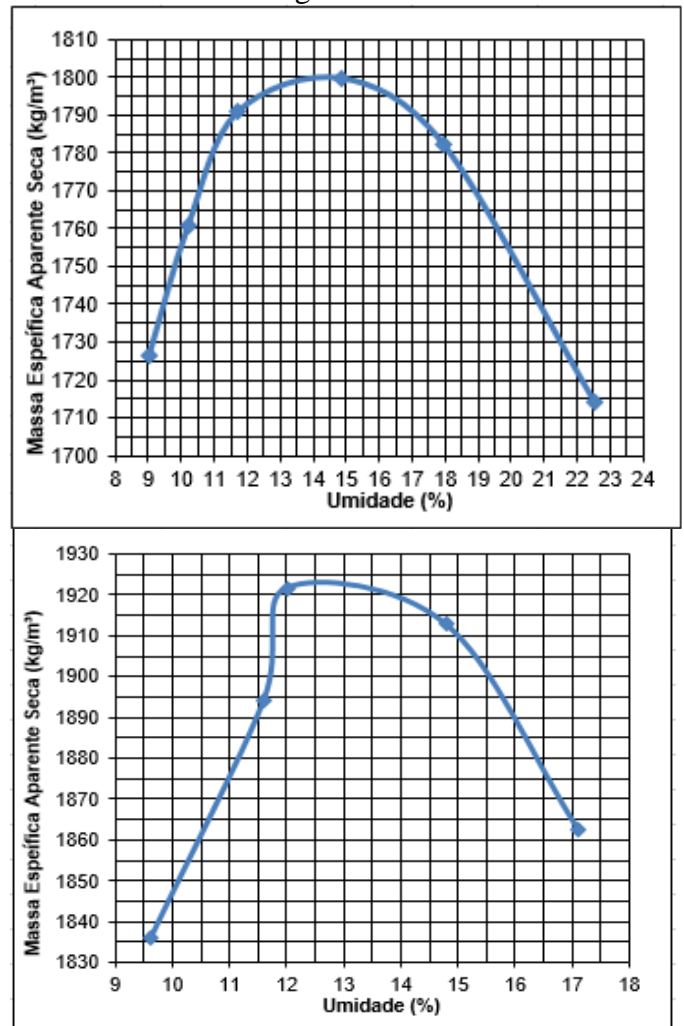
O material foi peneirado e misturado de acordo com as porcentagens definidas para a Faixa A de tráfego, sendo que do total de 100%, 40% de brita, 18% do pó de pedra e 42% do areião. Em seguida foram separadas 7 amostras de 2,5 kg e retirada toda a umidade higroscópica e 7 amostras de 6 kg da mesma forma.

Para a realização dos ensaios foi utilizado um cilindro pequeno (para energia normal, com 12 golpes) e um cilindro grande (para energia modificada, com 55 golpes) e um soquete pequeno e grande conforme especificações da norma NBR 7182 – Ensaio de Compactação (ABNT, 1986 versão corrigida 2016).

Após a realização de ambos os ensaios, os dados foram organizados em uma Tabela

e assim foi possível a determinação da umidade ótima e da massa específica aparente seca, para ambas energias, conforme Figura 2.

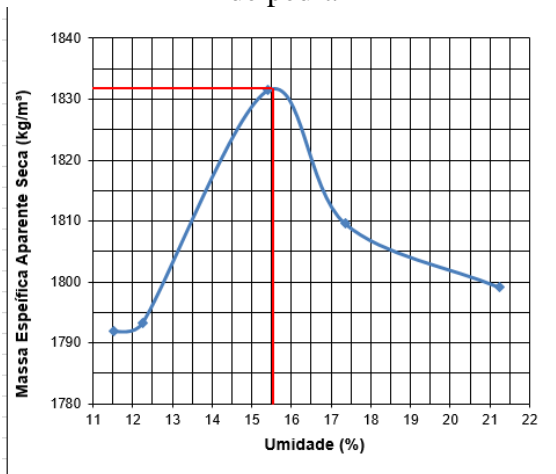
Figura 2 – Curva de compactação Energia Normal e Energia Modificada



Fonte: autoria própria (2017).

Foi realizado um ensaio posterior, adotando-se uma faixa E de tráfego (uma vez que a Faixa A não atendeu o mínimo exigido e desta forma optou por uma valor de trafego mais leve), e para a granulometria de um total de 100%, 15% de brita, 15% do pó de pedra e 65% de areião (RCC) e 5% de pó de pedra (Brita Graduada). Em seguida foram separadas 7 amostras de 6 kg retirada toda a umidade higroscópica. Os resultados da umidade ótima podem ser verificados da Figura 3.

Figura 3 – Curva de compactação Energia Modificada do Material Estabilizado com Pó de pedra



Fonte: autoria própria (2017).

## RESULTADOS

Realizando a análise dos gráficos, obtêm-se os valores de umidade ótima para os três ensaios realizados, sendo um valor aproximado de 14,5% para energia normal e 12,5% para energia modificada (ambos para o material sem estabilização) e 15,5% para o material estabilizado com pó de pedra e de massa específica aparente seca máxima  $\gamma_d$  máx= 1800 Kg/m<sup>3</sup> para energia normal,  $\gamma_d$  máx= 1925 Kg/m<sup>3</sup> para energia modificada e  $\gamma_d$  máx= 1840 Kg/m<sup>3</sup> para o material estabilizado.

Após a obtenção destes valores foram realizados dois ensaios de CBR com o material que não havia sido estabilizado, com umidade ótima de 12,5% e também dois ensaios de CBR com o material estabilizado com pó de pedra e umidade de 15,5%. Os resultados são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Resultados finais do ensaio

<b>Material em estado natural com Granulometria Faixa A – Energia Modificada</b>		
MEASM	1.90	Kg/m <sup>3</sup>
I. S. C.	46.55	%
Expansão	0.02	%
<b>Material em estado natural com Granulometria Faixa A – Energia Modificada</b>		
MEASM	1.93	Kg/m <sup>3</sup>

I. S. C.	67.41	%
Expansão	0.03	%
<b>Material estabilizado com Granulometria Faixa E – Energia Modificada</b>		
MEASM	1.82	Kg/m <sup>3</sup>
I. S. C.	31.44	%
Expansão	0.03	%
<b>Material estabilizado com Granulometria Faixa E – Energia Modificada</b>		
MEASM	1.84	Kg/m <sup>3</sup>
I. S. C.	33.66	%
Expansão	0.04	%

Fonte: autoria própria. (2017)

Segundo a norma do DNIT 141/2010, quando o material é enquadrado para um tráfego de  $N \leq 5 \times 10^6$ , o ISC deve apresentar um valor  $ISC \geq 60\%$ , já para um tráfego com  $N > 5 \times 10^6$  o ISC deve ser  $ISC \geq 80\%$  e ainda, a Expansão deve ser  $\leq 0,5\%$ .

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2014**. São Paulo, 2014. 120p. Disponível em: <http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2014.pdf>. Acesso em 02 set. 2016.

ANDERE, Pedro Augusto Ramos; SANTOS, Harlen Inácio. **Disposição Final de Resíduos da Construção Civil estudo de caso**. Universidade Católica de Goiás. Goiânia, 2009. Disponível em: <http://www.seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/viewFile/7183/4909>. Acesso em: 30 out. 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7182: Solo – Ensaio de compactação**. 2 ed. Rio de Janeiro, 2016. 13p.

BRASIL. Ministério dos transportes. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria-Geral e Executiva.

Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Norma DNIT 141/2012 – ES – Pavimentação – Base estabilizada granulometricamente – Especificação de serviço**. Rio de Janeiro, 2010. 9p.

atender a todos os quesitos especificados para sua utilização em camadas de base de pavimentos.

LEITE, Mônica Batista. **Avaliação de propriedades mecânicas de concretos produzidos com agregados reciclados de resíduos de construção e demolição**. 2001. 266 f. Tese (Doutorado – Escola de Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/21839>>. Acesso em: 20 nov. 2016.

MESQUITA, Atila S. G. **Análise da geração de resíduos sólidos da construção civil em Teresina, PIAUÍ**. Instituto Federal do Piauí. In: HOLOS, v. 2, p. 58-65, 2012. Disponível em: <http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/viewFile/835/530>. Acesso em: 22 out. 2016.

PINTO, Tarcísio de Paulo. **Gestão ambiental de resíduos da construção civil: A experiência do Sinduscon-SP**. São Paulo: Sinduscon, 2005. 48p.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados apresentados pode-se concluir que o material não atende aos requisitos exigidos pela norma, uma vez que o CBR apresentou um valor muito inferior ao que é recomendado embora a expansão tenha atendido. Sendo assim, a utilização do material em seu estado natural e estabilizado com pó de pedra da brita graduada, não é recomendável para utilização em camadas de base de pavimentos.

Porém, recomenda-se que seja realizada uma estabilização química de outro material como cimento Portland, por exemplo, havendo um aumento da quantidade de material fino e aumento da resistência, e desta forma talvez a mistura pode ser enquadrada para um tráfego mais baixo e