

RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL: USO EM PAVIMENTOS ECONÔMICOS A PARTIR DE MISTURAS COM SOLO ARGILOSO

Liliane Bonadiman Buligon*, Selton Fernandes de Sousa Lima, Joceane Azolim

* Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – libbonadimam@gmail.com

RESUMO

O transporte rodoviário é considerado o modal mais importante no Brasil, e mesmo assim, apenas uma pequena parcela das rodovias são pavimentadas. Diversos fatores como a grande quantidade de pequenas propriedades rurais, escassez de recursos públicos, além do alto custo de implantação, operação e manutenção da pavimentação, são responsáveis por este cenário. Concomitante as inviabilidades técnicas encontradas nas obras de infraestrutura viária, nos deparamos com outro problema, a escassez de áreas de deposição de resíduos de construção, causada pela ocupação e valorização de áreas urbanas, altos custos sociais no gerenciamento de resíduos, problemas de saneamento público e contaminação ambiental. Com o conhecimento do grande volume anual de resíduos gerados e a intenção de diminuir os pontos de disposição clandestinos, esses fatores, nos levam a buscar alternativas para minimizar o impacto ambiental gerado pela indústria da construção civil, é dessa forma que o presente trabalho visa uma solução alternativa para a pavimentação, com o objetivo de tornar obras rodoviárias mais acessíveis economicamente, especialmente para os baixos orçamentos das prefeituras, e um mecanismo sustentável para minimizar os problemas da grande geração de resíduos de construção. Dessa forma, o trabalho buscou avaliar a mistura de solo natural com agregado miúdo, obtido através da reciclagem dos resíduos da construção civil (RCC – Classe A), para utilização em bases e sub-bases de pavimentos econômicos. A pesquisa realizada e relatada neste artigo, utiliza a metodologia MCT, proposta por Villibor e Nogami, e foi desenvolvida especificamente para solos tropicais, caso do solo estudado, localizado no município de Ijuí-RS. O estudo foi composto de três porcentagens de misturas de solo e RCC, nas porcentagens de 20%, 30% e 40%, nas quais, após analisadas apresentaram resultados parcialmente satisfatórios.

PALAVRAS-CHAVE: RCC, Pavimentos Econômicos, Materiais Alternativos, MCT.

ABSTRACT

Road transportation is considered the most important modal in Brazil, and even then, only a small portion of the highways are paved. Several factors, such as the large number of small farms, the scarcity of public resources, and the high cost of constructing, operating and maintaining paving, are responsible for this scenario. Concomitant with the technical unfeasibility found in road infrastructure works, we are faced with another problem, the scarcity of areas of construction waste deposition, caused by the occupation and valorization of urban areas, high social costs in waste management, problems of public sanitation and contamination. By knowing the large annual volume of waste generated and the intention to reduce clandestine disposal points, these factors lead us to seek alternatives to minimize the environmental impact generated by the construction industry, such as an alternative solution for paving, with the aim of making road works more economically accessible, especially for the low budgets of city halls, and a sustainable mechanism to minimize the problems of the great generation of construction waste. Thus, the work sought to evaluate the mixture of natural soil with small aggregate, obtained through the recycling of construction waste (CW - Class A), for use in bases and subbases of economic pavements. The research performed and reported in this article, uses the methodology MCT, proposed by Villibor and Nogami, and was developed specifically for tropical soils, case of the studied soil, located in the city of Ijuí-RS. The study was composed of three percentages of soil mixtures and RCC, in the percentages of 20%, 30% and 40%, in which, after being analyzed, they presented partially satisfactory results.

KEY WORDS: CW, Economic Pavements, Alternative Materials, MCT.

INTRODUÇÃO

A construção civil é reconhecida como uma das maiores geradoras de impactos ambientais, quer seja pelo consumo de recursos naturais ou pela geração de resíduos. Dentre os principais impactos ocasionados pelo setor, destaca-se a geração de resíduos de construção civil (RCC), a qual é intensificada em função do desenvolvimento de grandes centros e a consequente necessidade de implantação de empreendimentos de infraestrutura. Estes problemas se agravam ainda mais, com a escassez de áreas de deposição de resíduos causada pela ocupação e valorização de áreas urbanas, altos custos sociais no gerenciamento de resíduos, problemas de saneamento público e contaminação ambiental.



1º Congresso Sul-Americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade

GRAMADO-RS

12 a 14 de junho de 2018

De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) os resíduos da construção civil (RCC) podem ser definidos como: gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluindo os resultantes da escavação de terrenos para obras civis (BRASIL, 2010a). Esses resíduos, são compostos geralmente por restos de tijolos, argamassas, concreto, metais, solos, madeiras, tintas, solventes, colas, gesso e plásticos.

Segundo a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), o Brasil produziu no ano de 2010 cerca de 60,8 milhões de toneladas de Resíduos de Construção Civil (RCC) (ABRELPE, 2012). Concomitante a essa produção, a sociedade passou a fazer uso de áreas de disposição clandestina ao entorno do perímetro urbano como método de disposições finais desses resíduos.

Dessa forma, a fim de disciplinar esses problemas, surgiu a resolução nº 307/2002 e a resolução CONAMA nº 448/2012 que instituíram os municípios a proibição da destinação de resíduos da construção civil (RCC) em aterros de resíduos sólidos urbanos, áreas de “bota fora”, em encostas, corpos d’água, lotes vagos e em áreas protegidas por Lei. Com isso, os municípios ficaram incumbidos de estabelecer procedimentos para o manejo e destinação ambientalmente adequada desses resíduos.

Nesse contexto, os RCC Classe A, após triagem, devem ser destinados à reutilização ou reciclagem na forma de agregados. Um destes materiais é o agregado miúdo reciclado, que em substituição ao agregado natural, diminui os impactos provocados pela extração dos recursos naturais. É considerável também ressaltar a viabilidade logística e de transporte, em um aspecto de ordem econômica, pois existe a necessidade de aproximar as fontes de produção do agregado com o local do consumo, diminuindo assim o seu custo.

Analisando as discussões previamente apresentadas, torna-se necessário estudar e buscar alternativas para minimizar o impacto ambiental gerado pela indústria da construção civil. Com base em experiências anteriores e bibliografias sobre o uso de misturas ALA (Argila Laterítica com Areia), se buscou avaliar a mistura de solo natural com agregado miúdo obtido através da reciclagem dos resíduos da construção civil (RCC – Classe A), para uso em bases e sub-bases de pavimentos econômicos. É dessa forma que o presente estudo visa uma solução alternativa para a pavimentação, com o objetivo de tornar obras rodoviárias mais acessíveis economicamente, e um mecanismo sustentável para minimizar os problemas da grande geração de resíduos de construção.

OBJETIVOS

O presente trabalho tem como objetivo principal avaliar a mistura de solo natural com agregado miúdo, obtido através da reciclagem dos resíduos da construção civil (RCC), para utilização em bases e sub-bases de pavimentos econômicos de acordo com a metodologia MCT – Miniatura Compactada Tropical.

METODOLOGIA

A metodologia desta pesquisa é definida de acordo com o proposto por Villibor e Nogami (2009) para bases de graduação fina, através de misturas ALA (Argila Laterítica - Areia) de acordo com a metodologia MCT – Miniatura Compactada Tropical.

O trabalho delimita-se ao estudo desenvolvido em três diferentes porcentagens de misturas de solo laterítico argiloso e agregado miúdo reciclado (RCC – Classe A), sendo elas 20%, 30% e 40%.

Inicialmente foi realizado um levantamento teórico acerca de metodologias e materiais alternativos que pudessem substituir a areia nas proporções das misturas indicadas por Villibor e Nogami (2009). Em seguida, amostras de materiais, solo natural e resíduo de construção civil moído foram coletadas, preparadas e caracterizadas para a sua utilização nos ensaios laboratoriais. Foram determinadas as misturas de solo e RCC, em proporções definidas em 20%, 30% e 40%. Estas misturas foram então submetidas a ensaios laboratoriais para a avaliação das suas propriedades físico-mecânicas relevantes à aplicação em camadas de base e sub-base de pavimentos econômicos.

O solo utilizado para o estudo dessa pesquisa foi retirado de um corte próximo ao prédio do Hospital Veterinário, que está inserido no campus UNIJUÍ, na cidade de Ijuí/RS. A profundidade de extração das amostras ocorreu em torno de 2 metros da superfície, pertencente ao horizonte B, evitando assim a presença de matéria orgânica que poderiam interferir no resultado dos ensaios.

O Resíduo da Construção Civil (RCC), é proveniente de uma central de triagem e reciclagem de resíduos de construção civil no município de Santa Rosa, localizada a 102 km de distância de Ijuí. O RCC passou por uma triagem inicial, na qual apenas foram considerados os resíduo de classe A (resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, de acordo com a resolução do Conama n. 307), e em seguida por um processo de esteira de vibração (com separação do material fino) e processo de britagem, reduzindo o material em várias granulometrias.

O RCC utilizado para as misturas é denominado areião, possui graduação fina com material de até 4,60 mm, e foi escolhido devido a semelhança granulométrica com a areia média utilizada em pesquisa de misturas ALA.

Para o estudo relatado neste artigo, as misturas, foram denominadas de ALARC (Argila Laterítica e Areião de RCC), e seguiram a metodologia apresentada por Villibor e Nogami (2009) para misturas ALA, nos teores de 20, 30 e 40% em peso de areião.

Em laboratório foi realizada a preparação das amostras possibilitando a execução dos ensaios necessários da classificação e da metodologia MCT. A preparação das amostras se deu conforme NBR 6457 (1986), NBR 7181 (1984) - Análise Granulométrica. Na sequência foram realizados os ensaios da classificação da metodologia MCT baseados no proposto por Villibor e Nogami (2009) que engloba os ensaios classificatórios da MCT (M5 - Ensaio de Compactação Mini-MCV; M8 - Ensaio de Perda de Massa por Imersão; e o procedimento M9 - Classificação Geotécnica MCT).

RESULTADOS

As curvas granulométricas do solo, do RCC e das misturas de solo e agregado miúdo reciclado apresentam-se na Figura 1, onde observa-se que a porcentagem passante na peneira nº 200 do solo é de aproximadamente 95% e a granulometria do RCC ficou compreendida quase em sua totalidade entre as peneiras nº 10 e 200. Percebe-se que as misturas ALARC apresentaram curvas intermediárias entre o solo e o RCC, como esperado.

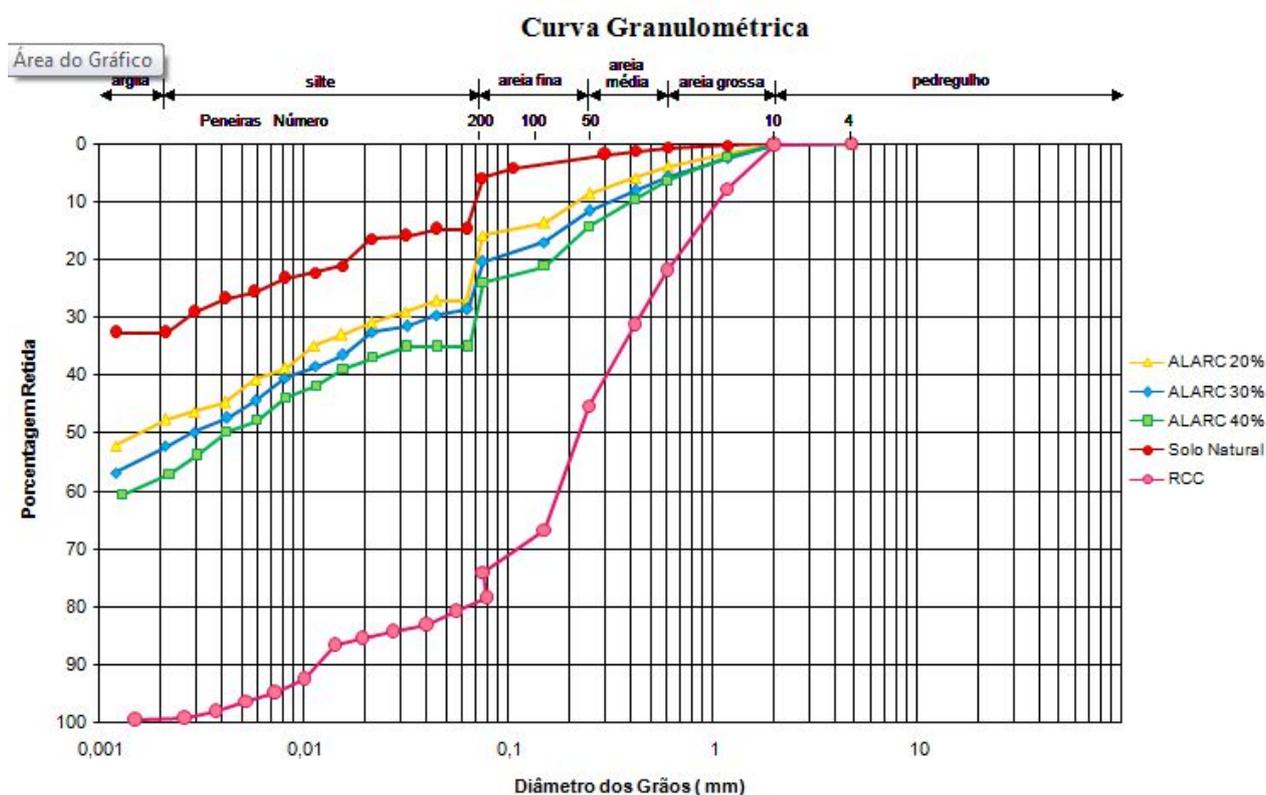


Figura 1: Curva granulométrica das amostras. Fonte: Autor do Trabalho

Para os ensaios da metodologia MCT, foram realizados os ensaios M5 e M8 e o procedimento M9 para a classificação. As amostras para a realização dos ensaios foram preparadas conforme especificações de Villibor e Nogami (2009). O RCC e solo natural foram coletados e secos em estufa a 110°C por 24 horas. Todo o material passou pela peneira de nº

10, e posteriormente, as misturas que seriam utilizadas para realização desses ensaios foram separadas e novamente passadas na peneira nº 10 (2,00 mm), sendo descartado todo o material retido.

O ensaio M5, também chamado de compactação mini - MCV foi realizado de acordo com a norma DNER-ME 258/94, para a realização dos ensaios foram moldados cinco corpos de provas que nos forneceram os coeficientes “c'” e “d'” Para os ensaios da perda de massa por imersão (M8) foram moldados também cinco corpos de prova para cada umidade e deixados em imersão por 20 horas. A partir dos valores calculados para cada teor de umidade, uma curva Mini-MCV x PI foi traçada.

Na Tabela 1 a seguir, são apresentados os resultados obtidos para os coeficientes “d'” e “c'” de todas as amostras ensaiadas, assim como os valores de PI e coeficiente e'. Através desta tabela, observa-se que ocorre uma variação do coeficiente c', comandada pela granulometria, assim, quanto mais fino o material, maior o coeficiente.

O PI adotado para fins de classificação do solo é obtido através da curva Mini-MCV x PI, para valores de Mini-MCV igual a 10 ou 15, dependendo se a massa específica aparente for considerada baixa (10) ou alta (15).

Tabela 1: Coeficientes d', c', e' e valores de PI. Fonte: Autor do Trabalho

AMOSTRA	d'	c'	PI	e'
Solo Natural	41,5	2,86	0	0,78
ALARC 20%	39,2	1,72	8	0,84
ALARC 30%	37,3	1,71	68	1,07
ALARC 40%	94,8	1,33	49	0,89

Os resultados obtidos a partir da perda de massa por imersão do solo, conforme apresentado acima, em conjunto com o valor do coeficiente d', permitem a determinação do segundo coeficiente classificatório necessário para enquadramento de um solo no ábaco da Classificação MCT, o coeficiente “e'” - índice de laterização. Com os resultados do índice “e'” e o coeficiente “c'” é possível classificar as amostras através dos gráficos da Classificação MCT. Os resultados obtidos foram plotados no gráfico da Classificação MCT, conforme apresenta-se na Figura 2.

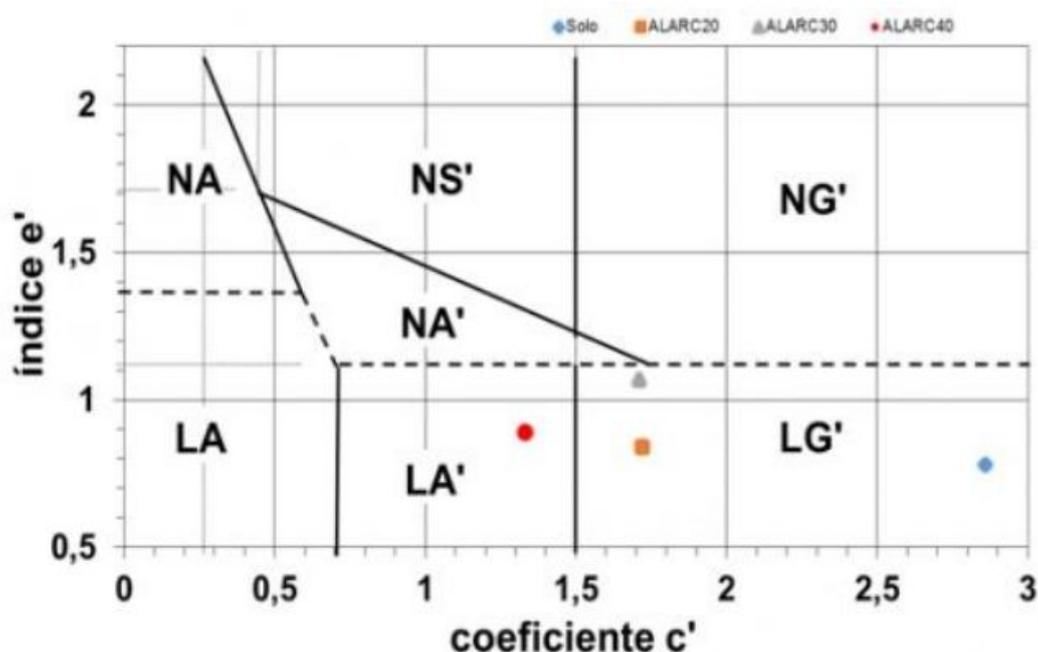


Figura 2: Gráfico da Classificação MCT. Fonte: Autor do Trabalho

O gráfico tem no eixo das ordenadas o índice e' obtido de cálculo que envolve o valor advindo do ensaio M8 e da deformabilidade de curvas de compactação do ensaio M5. No eixo das ordenadas o gráfico tem o índice c' que é comandado pela granulometria, sendo quanto maior mais fino o solo ou mistura. Assim, os pesquisadores Villibor e Nogami (2009) sugerem como região satisfatória de materiais para uso em bases de pavimentos quando o solo valores de c' fiquem entre 0,7 e 1,9 e para e' entre 0,5 e 1,1. Também propuseram uma região recomendável para valores de c' entre 1,1 e 1,75 e para e' entre 0,5 e 1.

CONCLUSÕES

- Analisando o gráfico da Classificação MCT (Figura 2), é possível perceber que o solo natural e as misturas ALARC 20% e 30% são considerados solos LG⁷ – solos lateríticos argilosos; A mistura ALARC 40% foi classificada como LA⁷ - solo laterítico arenoso.
- A partir dos ensaios da sistemática MCT e a metodologia proposta por Villibor e Nogami (2009), conclui-se que: o solo natural encontra-se fora da região satisfatória do Gráfico de Classificação MCT proposta pelos pesquisadores da metodologia. Já as misturas ALARC 20 % e 30% encontram-se na região satisfatória e a mistura ALARC 40% encontra-se na região recomendável;
- Mesmo a partir de uma estudo inicial, o uso de agregado miúdo reciclado (RCC), que compõem as misturas ALARC, são alternativas para minimizar o impacto ambiental gerado pela indústria da construção civil. A substituição do agregado natural, por RCC, diminui os impactos provocados pela extração dos recursos naturais e colaboram para aliviar as áreas de transbordo desses resíduos, assim como, pelos altos custos sociais no seu gerenciamento, problemas de saneamento público e contaminação ambiental.
- Entretanto, é considerável também ressaltar a viabilidade logística e de transportes, em um aspecto de ordem econômica e ambiental, pois existe a necessidade de aproximar as fontes de produção do agregado com o local do consumo, diminuindo assim o seu custo.
- Finalizando, a reciclagem é, sem dúvida, a melhor alternativa para reduzir o impacto que o ambiente pode sofrer com o consumo de matéria prima e a geração desordenada de resíduos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABRELPE. Associação brasileira de empresas de limpeza pública de resíduos especiais. **Recuperação energética – Caderno informativo – Resíduos Sólidos Urbanos**. 2012.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6457: **Amostras de solo – preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização**. Rio de Janeiro, 1986. 9p.
3. _____. NBR 7181: **Solo – análise granulométrica**. Rio de Janeiro, 1984versão corrigida 1988. 13p.
4. BRASIL. Lei 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e da outras providencias. Brasília, DF, 2010a. Disponível em:<<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=636>>. Acesso em 5 de maio. 2018.
5. Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução nº 307 de 23 de janeiro de 1986**. Diário oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 17 jul. 2002.
6. _____. Resolução n. 448 de 19 de janeiro de 2012. **Altera a Resolução CONAMA n. 307, de 5 de julho de 2002**, alterando os artigos 2º, 4º, 5º, 6º, 8º, 9º, 10º e 11º. Brasília, 2012.
7. DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. **DNER-ME 258/94: solos compactados em equipamentos miniatura – Mini-MCV**. Rio de Janeiro, 1994, 14p.
8. VILLIBOR, D. F.; NOGAMI, J. S. **Pavimentos econômicos: tecnologia do uso dos solos finos lateríticos**. São Paulo: Arte & Ciência, 2009. 292 p. il.