

Análise de viabilidade técnica do emprego de resíduos de construção civil em bases estabilizadas quimicamente

Technical feasibility analysis of the use of construction waste on chemically stabilized bases

Joice Moura da Silva, Acadêmica do curso de Engenharia Civil, UNIJUI.

joice.moura@hotmail.com

Lucas Carvalho Vier, Acadêmico do curso de Engenharia Civil, UNIJUI.

lucascarvalho051@gmail.com

Samara Iasmim Schardong, Acadêmica do curso de Engenharia Civil

samiasmim@hotmail.com

Andréia Balz, Acadêmica do curso de Engenharia Civil, UNIJUI.

bzandreia@yahoo.com.br

Douglas Alan da Rocha Barbosa, Acadêmico do curso de Engenharia Civil, UNIJUI.

dodalan@hotmail.com

Fábio Henkes Huppés, Acadêmico do curso de Engenharia Civil, UNIJUI.

fabio_huppés@hotmail.com

André Luiz Bock, Professor do curso de Engenharia Civil, UNIJUI.

andre.bock@unijui.edu.br

Resumo

No Brasil, a criação das estradas deram-se a partir do final do século XVII e início do século XIX. Após este longo período de criação das primeiras estradas, o país apresenta uma extensa quantidade de estradas a serem pavimentadas ou reformadas. Como uma alternativa de materiais que podem ser utilizados na camada de base, tem-se os resíduos da construção civil, visto que os recursos naturais são finitos e os resíduos sólidos precisam de uma destinação adequada, esta seria uma alternativa para solucionar tais problemas. Este estudo tem por objetivo verificar a possibilidade de utilizar RCC estabilizado com cimento Portland para utilização em base de pavimentos, sendo esta análise realizada para uma Faixa A de trabalho conforme norma vigente. Como resultados foi possível verificar que o material após a estabilização química realizada com adição de 5% de cimento Portland atendeu ao mínimo exigido pelo DNIT no ensaio de RCS.

Palavras-chave: Resíduos da construção civil; Estabilização química; Pavimentação.

Abstract

In Brazil, the creation of the roads took place from the end of the 17th century and beginning of the 19th century. After this long period of creation of the first roads, the country presents an extensive

amount of roads to be paved or reformed. As an alternative of materials that can be used in the base layer, we have the construction waste, since the natural resources are finite and the solid waste needs a suitable destination, this would be an alternative to solve such problems. This study aims to verify the possibility of using RCC stabilized with Portland cement for use in the base of pavements, and this analysis was performed for a Working Range A according to current norm. As results it was possible to verify that the material after chemical stabilization carried out with addition of 5% of Portland cement met the minimum required by DNIT in the RCS test.

Keywords: Construction waste; Chemical stabilization; Paving.

1. Introdução

O homem no decorrer dos anos viu na procriação uma forma de perpetuar a espécie e com isso pode observar a população mundial crescer progressivamente até atingir o impensado número de 7 bilhões de habitantes (GEWEHR, 2006). Conseqüentemente, esse crescimento desenfreado vem causando inúmeros problemas, tanto contra a natureza como também ao próprio homem.

O crescimento da população mundial nunca foi tão pensado como atualmente, e assim 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, tais como matéria orgânica, plástico, papel, vidro, metais, resíduos eletrônicos e resíduos da construção civil. Além disso a retirada de matéria-prima do meio ambiente desencadeou uma grave crise ecológica promovida por conta do crescimento da população mundial.

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. 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).

Para afirmar a necessidade da busca por melhores alternativas de disposição dos resíduos gerados pela construção civil, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), criou a resolução nº 307, de 5 de julho de 2002. Nela são consideradas a implementação de diretrizes para a efetiva redução de impactos ambientais, a não disposição de resíduos em locais inadequados e a representatividade desta geração (BRASIL, 2002).

Além disso, buscando a melhoria na demanda de infraestrutura de transportes, o Governo Federal criou no ano de 2001, a Lei 10.233, que tem como principais diretrizes a criação do Sistema Nacional de Viação (SNV), que é constituído pela infraestrutura viária e pela estrutura operacional dos diferentes meios de transporte de pessoas e bens (BRASIL, 2011).

Mesmo com uma Lei que busca conferir ao país uma infraestrutura viária adequada, faz-se necessária a busca por alternativas economicamente viáveis e sustentáveis que possam suprir esta necessidade. Nessa perspectiva, diante de duas leis que definem melhores condições para a sociedade, uma através da destinação adequada dos resíduos gerados pela construção civil e outra que garante melhores condições do sistema nacional viário, serão apresentados nesta pesquisa estudos que possam analisar a possibilidade da utilização dos Resíduos da Construção Civil em bases de pavimentos asfálticos, assim como determinar o comportamento destes agregados junto a estrutura do pavimento.

2. Diagnóstico das estradas no Brasil

No Brasil, a criação das estradas deram-se a partir do final do século XVII e início do século XIX, por iniciativa do governador da capitania de São Paulo, Bernardo José de Lorena e sob a supervisão de engenheiros da Escola de Fortificações de Lisboa (BALBO, 2007).

Mesmo após todo este período de criação das primeiras estradas no Brasil, o país ainda tem uma extensa quantidade de estradas a serem pavimentadas, ou ainda, as que já foram pavimentadas apresentam-se em situação calamitosa. Segundo o SNV, a malha rodoviária pavimentada brasileira compreende 211.468 km de extensão, contrapondo-se aos 1.351.979 km de rodovias não pavimentadas (BRASIL, 2011).

Segundo pesquisa da Confederação Nacional de Transportes (CNT), apenas 12,3% das rodovias são pavimentadas, 78,6% não são pavimentadas e 9,1% são rodovias planejadas para pavimentação, sendo que parte dessas rodovias pavimentadas são consideradas inadequadas para o tráfego de bens e pessoas (CNT, 2016).

Nos últimos dez anos, a extensão da malha rodoviária federal pavimentada teve um crescimento de 14,7%, passando de 58,2 mil km no ano de 2005, para pouco mais de 66,7 mil km no ano de 2015.

3. Pavimentação Rodoviária

Segundo Santana (1993), pavimento é uma estrutura construída sobre a superfície obtida pelos serviços de terraplanagem com a função principal de fornecer ao usuário segurança e conforto, que devem ser conseguidos sob o ponto de vista da engenharia, isto é, com a máxima qualidade e o mínimo custo.

De acordo com o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (Brasil, 2006), os pavimentos são classificados em três modalidades, sendo elas flexível, semirrígido e rígidos. A Tabela 1 apresenta as principais características de cada uma destas modalidades.

Flexível	Semirrígido	Rígido
Todas as camadas sofrem deformação elástica significativa sob o carregamento aplicado e, portanto, a carga se distribui em parcelas aproximadamente equivalentes entre as camadas.	Caracteriza-se por uma base cimentada por algum aglutinante com propriedades cimentícias como por exemplo, uma camada de solo cimento revestida por uma camada asfáltica.	Aquele em que o revestimento tem uma elevada rigidez em relação às camadas inferiores e, portanto, absorve praticamente todas as tensões provenientes do carregamento aplicado.

Tabela 1 - Características dos tipos de pavimentos. Fonte: Brasil (2006).

Os tipos de camadas e a espessura de cada uma será definida de acordo com o tráfego, e deverão ter resistência a compressão e tração na flexão (BERNUCCI et al., 2008).

3.1 Camadas da pavimentação asfáltica flexível

A partir da classificação de cada tipo de pavimento, é possível denominar como será a sua composição em camadas. Estas serão dispostas sobre o subleito do terreno, e podem ser classificadas em reforço de subleito, sub-base, base e revestimento.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1982a) através da NBR 7207 - Terminologia e Classificação de Pavimentação, define que essa estrutura deve resistir e distribuir ao subleito os esforços verticais oriundos dos veículos, melhorar as condições do rolamento para maior comodidade e segurança e resistir aos esforços horizontais, tornando-o mais durável.

3.2 Materiais de base e sub-base

De acordo com Bernucci et al. (2008), existem alguns materiais de uso corrente no Brasil e estes são classificados segundo seu comportamento frente aos esforços, sendo eles granulares e solos, materiais estabilizados quimicamente ou cimentados e materiais asfálticos.

Balbo (2007) comenta que o estudo de solos para finalidades rodoviárias no Brasil exige um conhecimento da Mecânica dos Solos tradicional, visando caracterizar a formação e o comportamento deste em um clima tropical úmido, uma vez que classificações e diretrizes tradicionais (estrangeiras) podem não estar de acordo com o clima deste país.

Conforme Silva (2014), pesquisadores de diversos países, inclusive do Brasil, têm desenvolvido estudos para avaliar o comportamento dos resíduos da construção civil, sendo que uma das possibilidades para obtenção de maior resistência é a estabilização química. Esta estabilização pode ser feita por adição de aglomerantes hidráulicos ou pelo aproveitamento do potencial de reatividade existente na fração fina, o que pode produzir cimentação residual ou reação pozolâmica (devido a exposição da superfície do cimento anidro após a britagem).

4. Materiais Empregados – RCC e Cimento Portland

O resíduo que foi utilizado nesta pesquisa é proveniente da empresa RESICON – Central de Triagem de Resíduos da Construção Civil do Noroeste do Estado do RS, localizada no município de Santa Rosa – RS.

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



Figura 1 – Materiais utilizados. Fonte: próprios autores (2017).

A Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP, 2002) define que o cimento Portland é um pó fino com propriedades aglomerantes, aglutinantes ou ligantes, que sob a ação da água endurece e após endurecido, mesmo que seja submetido novamente a ação da água este não se decompõe mais.

O cimento Portland é composto, principalmente, de clínquers, sulfatos de cálcio e adições minerais. Sua produção consiste, em geral, na moagem do clínquer Portland, com adição de sulfato de cálcio (gipsita), durante a moagem, e de outros materiais aceitos pelas especificações e este não possui propriedades adesivas se não for misturado à água (MEHTA e MONTEIRO, 2008).

Existe, atualmente, no Brasil, diversos tipos de cimento Portland, que diferenciam-se entre si principalmente pela sua composição e finalidade. Desta forma, neste trabalho foi utilizado o cimento CP IV-32, nas adições das moldagens dos corpos de prova a fim de verificar a estabilização do agregado.

4.1 Preparação das amostras

Como procedimento inicial, o material coletado na empresa foi conduzido ao laboratório e separado em bandejas para posterior secagem em estufa durante um período de vinte de quatro horas (24 horas). Em seguida, as amostras foram retiradas da estufa e realizou-se a separação através do método de quartearamento realizado primeiramente com o quarteador.

Realizou-se a definição da Faixa granulométrica em que o material melhor se adequava através dos métodos indicados em normas técnicas e em seguida optou-se pela Faixa A de tráfego, sendo que a granulometria deve estar dentro das percentagens definidas pelo DNIT, Tabela 2.

Tipo	Para $N > 5 \times 10^6$				Para $N < 5 \times 10^6$	
	A	B	C	D	E	F
	% em peso passando					
2"	100	100	-	-	-	-
1"	-	75-90	100	100	100	100
3/8"	30-65	40-75	50-85	60-100	-	-
Nº 4	25-55	30-60	35-65	50-85	55-100	10-100
Nº 10	15-40	20-45	25-50	40-70	40-100	55-100
Nº 40	8-20	15-30	15-30	25-45	20-50	30-70
Nº 200	2-8	5-15	5-15	10-25	6-20	5-15

Tabela 21 – Granulometria do material. Fonte: adaptado de Brasil (2010).

Para a realização desta pesquisa foi adotada uma composição de 40% de Brita (granulometria entre 9,5 e 4,75 mm), 18% de Pedrisco (grãos de granulometria entre 4,75 e 2 mm), 37 % de Areião (granulometria entre 2 e 0,075 mm) e 5% de Cimento Portland.

5. Ensaios e resultados

Após a definição da faixa a ser adotada e composição dos materiais necessários foram realizados três ensaios principais. O primeiro foi o ensaio de Compactação (Proctor), para

definição da umidade ótima. Em seguida procedeu-se com ensaio de Índice de Suporte Califórnia (*California Bearing Ratio* – CBR) e para finalizar o ensaio de resistência à compressão simples.

Conforme Figura 2, foram organizadas 7 amostras de 6000 gramas e a umidade variando em 2%, iniciando em 8%, 10%, 12%, 14% e 16%. A energia escolhida para este ensaio foi apenas a energia modificada.



Figura 2 – Amostra de RCC com adição de cimento Portland. Fonte: próprios autores (2017).

Após concluir o ensaio e coletar as informações necessárias, os dados foram organizados, conforme Tabela 3.

Quantidade de água adicionada		480		600		720		840		960		1080			
Peso da amostra compactada mais peso cilindro - g		8350,00		8480,00		8640,00		8780,00		8820,00		8730,00			
Peso da amostra compactada - g		4202,00		4332,00		4492,00		4632,00		4672,00		4582,00			
Densidade do solo úmido (Kg/dm ³) :		2,02		2,09		2,16		2,23		2,25		2,21			
DETERMINAÇÃO	DE UMIDADE	Cápsula nº. :		53	54	4	1	35	7	2	47	50	51		
		Peso do solo úmido + cápsula		246,36	239,20	220,97	229,86	225,11	242,77	230,16	237,16	283,80	291,83	291,80	297,80
		Peso do solo seco + cápsula		226,53	218,52	198,38	208,88	200,05	217,38	201,34	208,69	246,40	251,84	253,20	254,46
		Peso da água (g)		19,83	20,68	22,59	20,98	25,06	25,39	28,82	28,47	37,40	39,99	38,60	43,34
		Peso da cápsula (g)		24,55	25,90	27,39	26,61	28,15	25,98	26,88	27,21	27,39	28,30	28,05	29,10
		Peso do solo seco (g)		201,98	192,62	170,99	182,27	171,90	191,40	174,46	181,48	219,01	223,54	225,15	225,36
Porcentagem de umidade (%)		10,28		12,36		13,92		16,10		17,48		18,19			
Densidade do solo seco (Kg/m ³)		1834,03		1855,71		1897,88		1920,26		1914,10		1866,03			

Tabela 3 – Resultados de umidade obtidos para o material estabilizado. Fonte: próprios autores (2017).

Como um dos pontos ficou muito diferente dos demais, o ensaio foi repetido e o ponto anterior descartado. A partir dos resultados obtidos na Tabela 3 foi possível traçar a curva de compactação, que demonstra a $W_{ótima}$ e a $\gamma_{dmáx}$, conforme demonstra o gráfico da Figura 3.

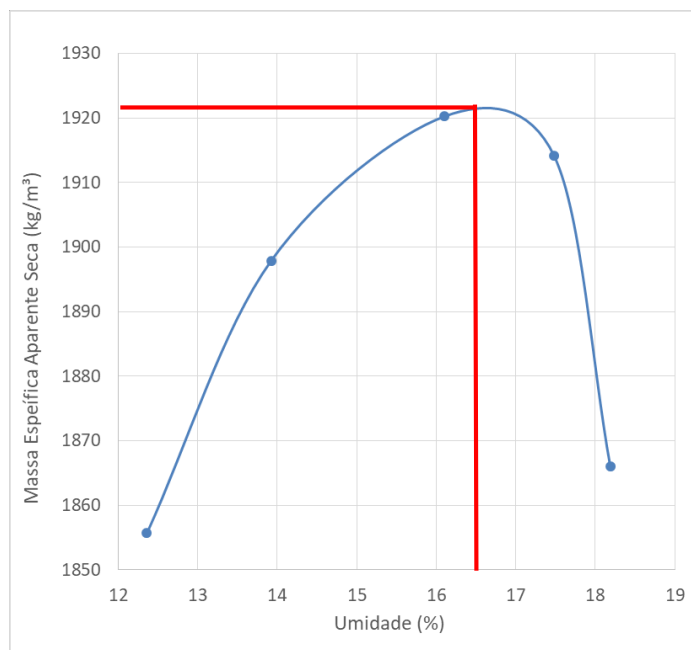


Figura 3 – Curva de Compactação Energia Modificada com cimento Portland. Fonte: próprios autores (2017).

Foi possível verificar que a umidade ótima ficou em 16,5% e que a massa específica aparente seca apresentou o valor de 1921 kg/m³.

Após obter os valores de umidade ótima, procedeu-se com o ensaio de CBR. Para estes corpos de prova moldados com a adição de 5% de cimento Portland não foi possível obter resultados de ISC, pois não ocorreu penetração (Figura 4), ou seja, o material apresentou resistência acima de 100%. Portanto, conforme exigência da norma para bases estabilizadas, procedeu-se com o ensaio de resistência à compressão simples.



Figura 4 - Corpo de prova estabilizado após realização de ensaio de CBR. Fonte: próprios autores (2017).

Vale ressaltar que de acordo com Balbo (2007) existe uma limitação quanto ao ensaio de ISC, pois a imersão da amostra por um período de 96 horas que é realizada para simular uma enorme saturação do solo durante o degelo na primavera do hemisfério norte, nem sempre é a realidade em que o pavimento irá se encontrar.

Desta forma, o resultado do ISC, posterior a imersão, possivelmente será muito inferior ao que a camada irá suportar durante sua vida útil.

Para a realização do ensaio de resistência à compressão simples (Figura 5), adotou-se a Faixa A de trabalho e procedeu-se com a estabilização adicionando 5% de cimento Portland. Foram moldados 9 corpos de prova que ficaram armazenados em câmara úmida por 7 dias. Para este experimento optou-se por variar a $W_{ótima}$ (16,5%) em 1,5%, para mais e para menos, ou seja, 15%, 16,5% e 18%.



Figura 5 - Etapas de moldagem dos corpos de prova. Fonte: próprios autores (2017).

Após o período de cura, foi realizado o rompimento dos 9 corpos de prova em uma prensa calibrada (Figura 6), que permitiu a obtenção dos resultados de resistência à compressão simples.



Figura 6 1– Ensaio de RCS após cura de 7 dias. Fonte: próprios autores (2017).

O resultado esperado para resistência era o mínimo estipulado pelo norma do DNIT, de 2,1 MPa. Na Tabela 4 é possível verificar os resultados encontrados para cada corpo de prova.

<i>Corpo de prova</i>	<i>Umidade (%)</i>	<i>RCS (MPa)</i>	<i>Média</i>
1	15,0	1,290	1,410
2	15,0	1,330	
3	15,0	1,610	
4	16,5	2,170	2,240
5	16,5	2,310	
6	16,5	1,030	
7	18,0	1,090	1,307
8	18,0	1,320	
9	18,0	1,510	

Tabela 42 – Resultado da variação de RCS para diferentes teores de umidade . Fonte: próprios autores (2017).

Conforme demonstram os valores apresentados na Tabela 4, os corpos de prova com umidade abaixo da $W_{ótima}$ (1, 2, 3) apresentaram um valor abaixo do mínimo estipulado pela norma do DNIT, porém ainda acima dos corpos de prova com umidade acima da $W_{ótima}$ (7, 8, 9). Os corpos de prova moldados com $W_{ótima}$ apresentaram o melhor resultado (3, 4, 5) ficando com média de 2,24 MPa. Vale destacar, que para a obtenção desta média, o corpo de prova 6 foi descartado por apresentar valor muito abaixo de 2,24.

O gráfico a seguir (Figura 8) demonstra a variação de resistência a compressão simples em relação aos diferentes teores de umidade (15%, 16,50% e 18%) utilizados nas três combinações e 9 corpos de prova, todas com adição de 5% de cimento Portland.

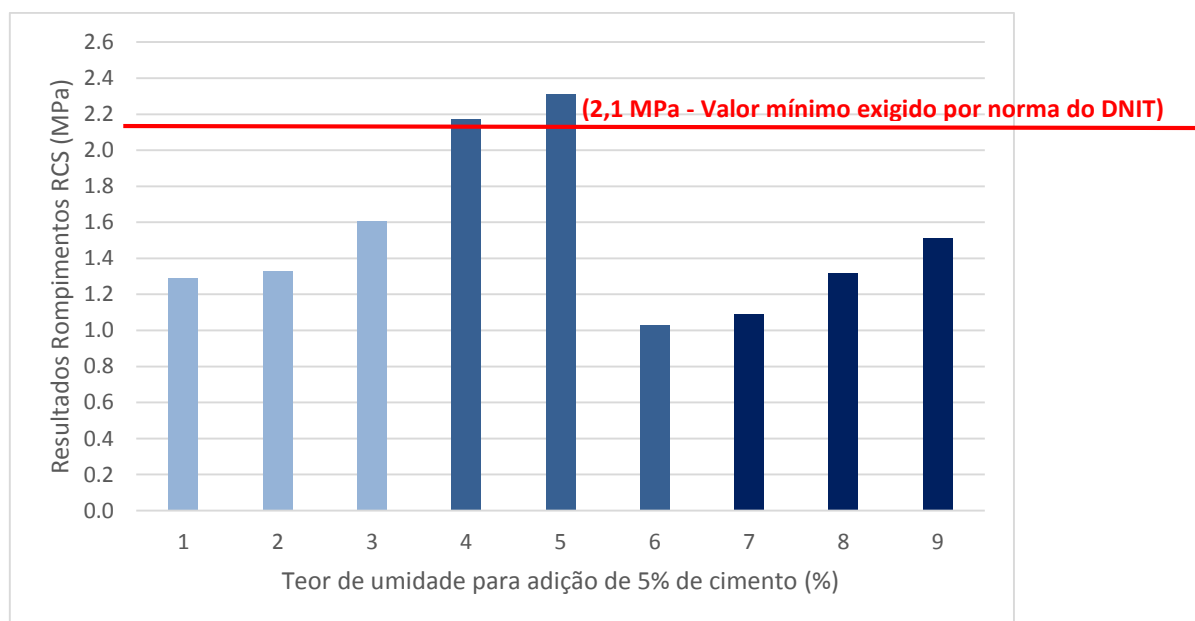


Figura 7 – Variação de RCS versus diferentes teores de umidade. Fonte: próprios autores (2017).

Em geral, o material reciclado apresenta uma certa variação na granulometria e em consequência deste aspecto pode apresentar variação nos resultados obtidos. Sendo assim, foi realizado um novo ensaio de RCS, utilizando 3 corpos de provas, para confirmar os valores de RCS das amostras na umidade ótima.

Estes foram moldados apenas com a $W_{ótima}$, ou seja, 16,5%, já que estes foram os que apresentaram melhores resultados no ensaio anterior, porém com um dos valores muito

abaixo dos demais. Os resultados estão demonstrados no gráfico, Figura 9.

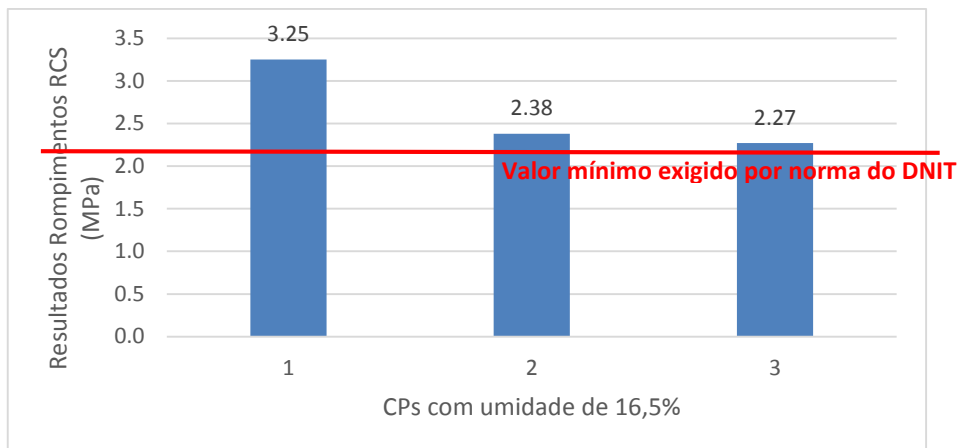


Figura 8 – RCS combinados com adição de 5% de cimento e 16,5% de água. Fonte: próprios autores (2017).

De acordo com valores expressados no gráfico acima, fica evidente que agregado combinado com 5% de adição de cimento Portland obteve excelentes resultados em rompimento realizado após cura de 7 dias.

A partir destes resultados, pode-se concluir que apesar das incertezas ainda existentes sobre a utilização do agregado reciclado em bases de pavimento, este vem apresentando resultados de resistência que atendem a exigência da norma.

6. Considerações Finais

O crescimento da população mundial ocorrido nos últimos séculos, os problemas gerados pela geração de resíduos sólidos e problemas ambientais de diversas magnitudes merecem atenção especial da sociedade principalmente no que tange a busca por alternativas que possam melhorar o meio ambiente. Desta forma, esta pesquisa buscou entender melhor o comportamento dos resíduos da construção civil, adotando como forma de destinação o aproveitamento destes agregados em base da pavimentação, uma vez que a quantidade de estradas não pavimentadas no Brasil é enorme.

Ter obtido resultados satisfatórios para os objetivos propostos no início da pesquisa, fizeram entender que a busca por soluções que possam melhorar o meio em que se vive, pode e deve ser constante no meio acadêmico, pois são soluções como estas que farão a diferença no mundo atual.

Referências

ABCP. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. Guia básico de utilização do cimento Portland. São Paulo, 2002. 28p. (BT-106). 7ª Edição. Disponível em:< http://www.abcp.org.br/cms/wp-content/uploads/2016/05/BT106_2003.pdf>. Acesso em: 13 out. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7207: terminologia e classificação de pavimentação. Rio de Janeiro, 1982.

BALBO, José Tadeu. Pavimentação Asfáltica: materiais, projeto e restauração. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. 560p.

BERNUCCI, Liedi Bariani et al. Pavimentação asfáltica: formação básica para engenheiros. 1. ed. Rio de Janeiro: Petrobras, Abeda, 2008. 504p.

BRASIL. Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. Manual de pavimentação. 3.ed. Rio de Janeiro, 2006. 274p.

_____. DNIT 141/2010 – ES: pavimentação – base estabilizada granulométricamente – especificação de serviço. Rio de Janeiro, 2010b. Disponível em: http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/normas/especificacao-de-servicos-es/dnit141_2010_es.pdf. Acesso em 26 set. 2016.

_____. Lei nº 12.379, de 6 de janeiro de 2011. Dispõe sobre o Sistema Nacional de Viação – SNV. Brasília, 2011. 8p.

_____. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Resolução N° 307, de 05/07/2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Brasília: 2002. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama>. Acesso em: 15 set. 2016.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTE. Pesquisa CNT de rodovias 2016: relatório gerencial. Brasília: CNT: SEST: SENAT, 2016. 402p.

GEWEHR, Mathias Felipe. A explosão demográfica: causas e consequências. Boletim Jurídico, Uberaba/MG, a. 4, no 184. 2006. Disponível em: <https://www.boletimjuridico.com.br/doutrina/texto.asp?id=1372> Acesso em: 12 out. 2017.

LEITE, Mônica Batista. Avaliação de propriedades mecânicas de concretos produzidos com agregados reciclados de resíduos de construção e demolição. 2001. 266 p. 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.

MEHTA, P.K.; MONTEIRO, P.J.M. Concreto: microestrutura, propriedades e materiais. Revisão Nicole Pagan Hasparyk, Paulo Helene, Vladimir Antonio Paulon. São Paulo: IBRACON, 2008. 674p.

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.

SANTANA, Humberto. Manual de Pré-Misturados a Frio. Instituto Brasileiro de Petróleo, Comissão de Asfalto, Rio de Janeiro-RJ, 1993. 298p.

SILVA, Patricia Barbosa da. Estabilização de misturas de resíduos sólidos de demolição e da indústria cerâmica para uso em camadas de pavimentos de vias. 2014. 172 p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Transportes. Disponível em: www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3138/tde.../tese_Patricia_Barboza_Silva.pdf. Acesso



**UNIVERSIDADE FEDERAL
DE SANTA CATARINA**

em: 02 set. 2017