



3rd
INTERNATIONAL WORKSHOP
ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION

“CLEANER PRODUCTION INITIATIVES AND CHALLENGES FOR A SUSTAINABLE WORLD”

PNEUS INSERVÍVEIS COMO AGREGADOS NA COMPOSIÇÃO DE CONCRETO PARA CALÇADAS DE BORRACHA

Anna Carolina Araujo Romualdo, Daniele Elias dos Santos, Lívia Marques de Castro, Wesley Pimenta de Menezes, Antônio Pasqualetto, Oyana Rodrigues dos Santos



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
CAMPUS GOIÂNIA – DEPARTAMENTO DE ÁREAS ACADÊMICAS II
COORDENAÇÃO DE MEIO AMBIENTE
CURSO: TECNOLOGIA EM SANEAMENTO AMBIENTAL

1 INTRODUÇÃO

Segundo Silva *et al* (2007), o **concreto é o material mais consumido na fabricação de calçadas** e nem sempre satisfaz as características exigidas no projeto. Entre as alternativas. Para melhorar certas características como durabilidade e elasticidade do concreto, a adição de fibras tem se mostrado promissora

Pesquisas que visam à **viabilidade da utilização dos pneus inservíveis** na composição de concreto para construção das calçadas de borracha, poderão surgir como um instrumento tecnológico inovador

Esse tipo de calçamento pode ter **maior resistência a deformações e não apresentar fissuras**, além de vantagens técnicas haveria um **ganho ambiental**.

2 REVISÃO BIBLIOGRAFICA

Conforme Monteiro *et al* (2001, p.31), são muitos os problemas ambientais gerados pela destinação inadequada dos pneus. Se deixados em ambiente aberto, sujeito a chuvas, os pneus **acumulam água**, servindo como local para a proliferação de mosquitos. Se encaminhados para aterros de lixo convencionais, provocam "ocos" na massa de resíduos, causando a **instabilidade do aterro**. Se destinados em unidades de incineração, a queima da borracha gera enormes quantidades de **material particulado e gases tóxicos**, necessitando de um sistema de tratamento dos gases extremamente eficiente e caro



A Resolução nº. 258 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) determina que as empresas fabricantes e as importadoras de pneumáticos ficam obrigadas a coletar e dar destinação final ambientalmente adequada aos pneus inservíveis

Formas mais comuns de reaproveitamento dos pneus inservíveis é como combustível alternativo para as indústrias de cimento. Outros usos dos pneus são na fabricação de solados de sapatos, borrachas de vedação, dutos pluviais, pisos para quadras poliesportivas, pisos industriais, além de tapetes para automóveis

Segundo dados do Boletim Informativo da Bolsa de Reciclagem do Sistema da Federação das Indústrias do Estado do Paraná (FIEP) (2001), a produção de pneus novos está estimada em cerca de 2 milhões por dia em todo o mundo. Já o descarte de pneus velhos chega a atingir, anualmente, a marca de quase 800 milhões de unidades. Só no Brasil são produzidos cerca de 40 milhões de pneus por ano e quase metade dessa produção é descartada nesse mesmo período de um ano.

3 OBJETIVO

Desenvolver um concreto que tenha em sua composição raspas de pneus inservíveis, com conseqüente redução de agregado miúdo, verificando a possibilidade de implantá-lo na fabricação de calçadas de borracha.

4 METODOLOGIA

Foram dosados concretos pelo método da Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP) com duas características diferentes: com adição de fibras de borracha de pneus e convencional. Adotando-se quatro traços de concreto:

- 1) sendo um convencional,
- 2) um com 5% ,
- 3) um com 10% e
- 4) um com 15% de adição de raspas de pneus,



Figura 1 – Raspas de pneus

Todos para uma resistência de 18,0 MPa para serem comparados, e 0,60 como relação de água/cimento (A/C).

O cimento utilizado foi CP II-F-32. A fibra utilizada foi raspa de pneus.

4 METODOLOGIA (Cont...)

Dos concretos confeccionados produziu-se:

12 corpos-de-prova cilíndricos, com dimensões de 10 cm de diâmetro x 20 cm de altura, para testes de resistência à compressão

24 corpos-de-prova do tipo vigas prismáticas, com dimensões de 5 cm de altura x 5 cm de largura x 20 cm de comprimento (a altura de 5 cm é a espessura usual na maioria das calçadas),

Para testes de tração na flexão, sendo três corpos-de-prova cilíndricos e seis vigas prismáticas para cada traço. De cada série de três corpos-de-prova cilíndricos, um foi ensaiado com idades de 3, 7 e 28 dias respectivamente. De cada série de seis vigas prismáticas, duas foram ensaiadas com idades de 3, 7 e 28 dias.

Os ensaios de compressão de corpos-de-prova cilíndricos seguiram recomendações normativas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), NBR 5739. Os ensaios de flexão das vigas prismáticas seguiram recomendações normativas da ABNT, NBR 12142.

4 METODOLOGIA (Cont...)

As demais normas utilizadas:

caracterização básica do cimento - resistência à compressão (NBR 7215), finura por meio da peneira 200 (NBR 11579), tempos de pega (NBR NM 65), massa específica (NBR NM 23); caracterização básica do agregado miúdo - composição granulométrica (NBR NM 248), coeficiente de inchamento (NBR 6467), massa específica (NBR NM 52); caracterização básica do agregado graúdo – composição granulométrica (NBR NM 248), massa unitária e volume de vazios (NBR NM 45), massa específica, aparente e absorção de água (NBR NM 53); caracterização do concreto no estado fresco – consistência pelo abatimento no tronco de cone (NBR NM 67), procedimento para moldagem e cura de corpos-de-prova (NBR 5738); para a caracterização da raspa de pneus foram utilizados os resultados obtidos pelos ensaios realizados por Alves e Cruz (2007) com o mesmo tipo de fibras de borracha.

Tabela 1 – Traços adotados para os concretos. Volume 12 litros.

* adicionado ao concreto na forma de fibras de borracha

Materiais	Traços			
	convencional	5%	10%	15%
Cimento	4,50 kg	4,50 kg	4,50 kg	4,50 kg
Areia	11,63 kg	11,05 kg	10,47 kg	9,88 kg
Brita	8,92 kg	8,92 kg	8,92 kg	8,92 kg
Água	3,10 kg	3,00 kg	3,15 kg	3,15 kg
Pneu*	-	0,58 kg	1,16 kg	1,74 kg

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Tabela 2. Valores de resistência à compressão para os corpos-de-prova cilíndricos manufaturados com e sem adição de fibras, aos 3, 7 e 28 dias.

Corpo-de-prova	Idade (dias)	Tensão de ruptura(Mpa)
Convencional	3	8,60
Adição de 5%	3	5,20
Adição de 10%	3	3,70
Adição de 15%	3	2,20
Convencional	7	13,10
Adição de 5%	7	8,80
Adição de 10%	7	5,90
Adição de 15%	7	3,70
Convencional	28	19,00
Adição de 5%	28	12,40
Adição de 10%	28	8,96
Adição de 15%	28	5,76

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Tabela 3. Valores de tração na flexão para as vigas prismáticas manufaturadas com e sem adição de fibras, aos 3, 7 e 28 dias.

Corpo-de-prova	Idade (dias)	Carga de ruptura (kgf)
Convencional	3	125,0
Adição de 5%	3	106,5
Adição de 10%	3	80,0
Adição de 15%	3	62,0
Convencional	7	156,5
Adição de 5%	7	99,5
Adição de 10%	7	144,0
Adição de 15%	7	74,0
Convencional	28	209,5
Adição de 5%	28	175,0
Adição de 10%	28	121,0
Adição de 15%	28	102,5

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Tabela 4 – Valores de perdas de resistência à compressão dos concretos com adição de fibras de borracha de pneus em relação ao traço convencional.

Corpo-de-prova	Idade (dias)	Perda de resistência (%)
Adição de 5%	3	39,5
Adição de 10%	3	57,0
Adição de 15%	3	74,4
Adição de 5%	7	32,8
Adição de 10%	7	55,0
Adição de 15%	7	71,8
Adição de 5%	28	34,7
Adição de 10%	28	53,0
Adição de 15%	28	69,7

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Tabela 5 – Valores de perdas de resistência à tração na flexão dos concretos com adição de fibras de borracha de pneus em relação ao traço convencional.

Corpo-de-prova	Idade (dias)	Perda de resistência (%)
Adição de 5%	3	14,8
Adição de 10%	3	36,0
Adição de 15%	3	50,4
Adição de 5%	7	8,0
Adição de 10%	7	36,4
Adição de 15%	7	52,7
Adição de 5%	28	16,5
Adição de 10%	28	42,3
Adição de 15%	28	51,0



Figura 5 – Viga sob carga excedente



Figura 6 – Viga após cessar carga excedente



Figura 7 – Fibras de borracha segurando a viga



Figura 8 – Viga convencional rompida por completo

5% adição fibras de borracha em 1 m³ de concreto = 48kg de fibras borracha

48kg de fibras de borracha = 32kg de areia

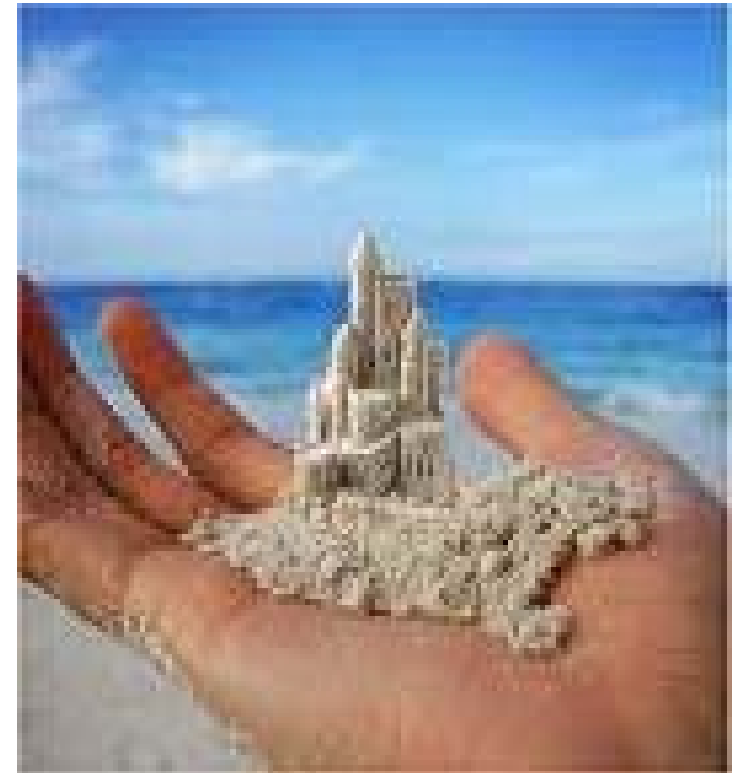


Pneu novo automóvel = 10kg (85% borracha)

Pneu inservível = 7,5 kg

Logo,

1 m³ de concreto com fibras de borracha = 6 pneus inservíveis



6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Dentre os traços com adição de fibras de borracha analisados, o que teve melhores resultados foi o **de 5% de adição**, que apesar de ter apresentado resistências menores que o concreto convencional, sua **resistência de tração na flexão foi satisfatória para utilização em calçadas**. Já os de 10% e 15%, apresentaram a vantagem de utilizar mais raspas e estas deram maior flexibilidade no concreto, mas tiveram a desvantagem de as resistências não satisfazerem o uso em questão.

Diante disso, se o **concreto com adição de 5% de borracha de pneus inservíveis fosse utilizado na pavimentação de calçadas**, além de aumentar a vida útil das mesmas, reduziria o montante de resíduos de pneus no meio ambiente, principalmente nos aterros sanitários e a quantidade de areia explorada para este uso.

Porém a quantidade de pneus que seria retirada do meio ambiente, caso esse concreto fosse utilizado, ainda seria bem reduzida. Espera-se que surjam pesquisas que utilizem novos traços com maior adição de borracha, sem comprometer significativamente a resistência desse tipo de concreto.

6. REFERÊNCIAS

Almeida, S.L.M. *et al.* 2004. Pesquisadores desenvolvem processo de produção de areia artificial que beneficia construção civil e preserva a natureza. Texto de divulgação científica publicado em 30 de março de 2004. Disponível em: <http://www.canalciencia.ibict.br/pesquisas/pesquisa.php?ref_pesquisa=210>. Acesso em: 7 de julho de 2010.

Alves, G.S.; Cruz, A.L., 2007. Asfalto-borracha – Uma Inovação na Tecnologia Aliada ao Meio Ambiente. Trabalho de Conclusão de Curso, Coordenação de Construção Civil, Centro Federal de Educação Tecnológica de Goiás, Goiânia,GO.

Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. NBR 5739 – Concreto – Ensaio de compressão de corpos cilíndricos. Rio de Janeiro: 2007.

Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. NBR 12142 - Concreto – Determinação da resistência à tração na flexão em corpos-de-prova prismáticos. Rio de Janeiro: 1991.

Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. NBR 11579 - Cimento Portland -Determinação da finura por meio da peneira 75 µm (nº 200). Rio de Janeiro: 1991.

Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. NBR 7215 - Cimento Portland -Determinação da resistência à compressão. Rio de Janeiro: 1997

Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. NBR NM 65 - Cimento Portland -Determinação do tempo de pega. Rio de Janeiro: 2003.

Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. NBR NM 23 - Cimento Portland e outros materiais em pó - Determinação da massa específica. Rio de Janeiro: 2001.

Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. NBR NM 248 - Agregados -Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro: 2003.

Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. NBR 6467 - Agregados –Determinação do inchamento de agregado miúdo - Método de ensaio. Rio de Janeiro: 2006.

Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. NBR NM 52 - Agregado miúdo -Determinação da massa específica e massa específica aparente. Rio de Janeiro: 2009.

6. REFERÊNCIAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. NBR NM 45 - Agregados -Determinação da massa unitária e do volume de vazios. Rio de Janeiro: 2006.

Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. NBR NM 53 - Agregado graúdo -Determinação da massa específica, massa específica aparente e absorção de água. Rio de Janeiro: 2009.

Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. NBR NM 67 - Concreto – Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone. Rio de Janeiro: 1998.

Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. NBR 5738 - Concreto – procedimento para moldagem e cura de corpos-de-prova. Rio de Janeiro: 2003.

Boletim Informativo da Bolsa de Reciclagem Sistema FIEP Ano I - Número 3 -JUL/AGO – 2001. Reciclagem de pneus. Disponível em: <<http://www.cetsam.senai.br/bolsa>

Concreto Ecológico DI® - Deformável e Isolante, Instituto Via Viva. Disponível em: <<http://www.viaviva.org/>>. Acesso em: 27 de outubro de 2009.

Concretos: massa, estrutural, projetado e compactado com rolo: ensaios e propriedades /autores Equipe de Furnas, Laboratório de Concreto, Departamento de Apoio e Controle Técnico; editor Walton Pacelli de Andrade. São Paulo: Pini, 1997.

Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA. Resolução nº. 258 de 26 de agosto de 1999. No uso das atribuições que lhes são conferidas pela lei n. 6938, de 31 de agosto de 1981, regulamentada pelo Decreto n.99274, de 6 de junho de 1990. Disponível em:< <http://www.lei.adv.br/258-99.htm>>. Acesso em: 13 de setembro de 2009.

Monteiro, J.H.P. *et al*, 2001. Gestão integrada de resíduos sólidos: manual de gerenciamento integrado de resíduos sólidos. Rio de Janeiro, RJ: IBAM, 2001. p. 31. Disponível em: <<http://www.ibam.org.br/publique/media/manualRS.pdf>>. Acesso em: 06 de julho de 2010.

MPa. Disponível em: <<http://br.answers.yahoo.com/question/index?qid=20080703132858AAigBpy>>. Acesso em: 3 de março de 2010.

OBRIGADO



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
CAMPUS GOLÂNIA – DEPARTAMENTO DE ÁREAS ACADÊMICAS II
COORDENAÇÃO DE MEIO AMBIENTE
CURSO: TECNOLOGIA EM SANEAMENTO AMBIENTAL