ASPECTOS AMBIENTAIS, SOCIAIS E ECONÔMICOS RESULTANTES DA UTILIZAÇÃO DE PARTÍCULAS DE BORRACHA DE PENEUS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Environmental, social and economic aspects due to the use of rubber particles of tire in the civil construction

NIETTO, Jhony Nietto
Faculdade de Jaguariúna
jhonynietto@hotmail.com

SILVA, Leandro Alves
Faculdade de Jaguariúna
leandro.alves@allevard-rejna.com.br

SIQUEIRA, Renan Campos de
Faculdade de Jaguariúna
renan.csiqueira@yahoo.com.br

VALENTE, Angela Maria Montes Peral
Faculdade Politécnica de Campinas
Faculdade de Jaguariúna
angelavalente@uol.com.br

Resumo: Diversos artigos têm abordado as propriedades mecânicas do concreto com a adição de partículas de borracha obtidas de pneus inservíveis. Porém, este artigo teve como principal objetivo identificar referidas propriedades, assim como, os ganhos ambientais, sociais e econômicos que essa reutilização pode trazer para a sociedade como um todo. Os dados deste trabalho foram obtidos através de pesquisa do tipo exploratória sobre o concreto ecológico produzido pelo Instituto Via Viva. Os resultados mostraram que o concreto ecológico, com adição de partículas de borracha trituradas de pneus inservíveis em substituição de parte da brita, confere propriedades mecânicas relevantes, porém o seu custo é maior em relação ao convencional. No entanto, este custo pode ser desprezível em relação aos ganhos sociais, com a redução da proliferação de doenças e a geração de renda para pessoas com deficiências, e ao ganho ambiental, com a diminuição do uso de recursos naturais. Assim, concluí-se que, com a utilização deste produto, os ganhos ambientais e sociais são imensuráveis. Para que essa tecnologia seja difundida em diversos setores da construção civil, se faz necessário um maior incentivo

 ISSN 1679-8902

do governo para uso do concreto ecológico, através de novas legislações e redução de impostos para os envolvidos nesta cadeia.

Palavras chaves: Pneus Inservíveis, Concreto Ecológico, Construção Civil.

Abstract: Several articles have addressed the mechanical properties of concrete with the addition of rubber particles obtained from scrap tires. However, this article aimed to identify those properties, as well as environmental, social and economic gains that the reuse can bring to society as a whole. The data in this study were obtained from an exploratory research on the ecological concrete, produced by the Via Viva Institute. The results showed that the green concrete with the addition of rubber particles shredded scrap tires to replace part of the gravel, confers important mechanical properties, but its cost is higher compared to conventional. However, this cost may be negligible in relation to social gains, by reducing the spread of disease and income generation for people with disabilities, and environmental gains, with the decreased use of natural resources. Thus, it was concluded that, using this product, environmental and social gains are immeasurable. For this technology is widespread in many sectors of construction, it is necessary a greater incentive for the government's use of ecological concrete, through new laws and tax cuts for those involved in this chain.

Keywords: Waste Tyres, Ecological Concrete, Civil Construction.

1 Introdução

Entre os problemas que a humanidade vem enfrentando, pode-se citar, sem dúvida, o gerenciamento e a destinação final dos resíduos gerados pela sociedade. Dentre esses resíduos gerados, os pneus descartados constituem uma parte significativa dos problemas, não só no Brasil, mas em todo mundo.

A produção de pneus teve seu início no Brasil em 1936 e a primeira fábrica era localizada no Rio de Janeiro conhecida popularmente como Pneus Brasil, fabricando em seu primeiro ano 29 mil pneus. Após 63 anos do início da fabricação de pneus, foi criada a 1ª resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Resolução nº 258/99 do CONAMA) na qual proíbe a destinação final inadequada de pneus inservíveis. Desde o início da produção de pneus à atualidade, o país acumulou mais de 100 milhões de pneus inservíveis em aterros, terrenos baldios, rios, lagos e quintais de residências. Apesar da legislação vigente, o consumidor final do pneu inservível não é obrigado a entregar o mesmo para o revendedor.

Devido a essa disposição de maneira incorreta no ambiente, milhões de pessoas morrem por ano acometidas por doenças relacionadas com o lixo urbano no mundo (ONU – Organização das Nações Unidas, 1993). Esta disposição se agrava ainda mais em função da decomposição total dos pneus que leva, aproximadamente 600 anos, uma vez que não são biodegradáveis, sendo assim um resíduo de difícil eliminação (Nohara *et al*., 2006).

Dados divulgados em 2010 mostraram que o volume de vendas de pneus no Brasil aumentou 17,53% em comparação com 2009. Esse aumento de vendas, do ponto de vista econômico, é importantíssimo uma vez que gera emprego e renda, porém, a destinação final desses milhões de pneus é incerta uma vez que a legislação não obriga a entrega do pneu inservível, quando substituído por um novo.

O descarte excessivo de materiais no meio ambiente tem levado os pesquisadores a trabalharem em busca de soluções inovadoras (Pantano e Rosa, 2005). Dentre as soluções encontradas para a utilização dos pneus inservíveis descartados no meio ambiente está a utilização de partículas de borracha do pneu na Construção Civil.

2 Referencial Teórico

2.1 Sobre o pneu

Atualmente, a maior parte dos pneus são produzidos com borracha sintética, que são compostos derivados do petróleo. Os primeiros protótipos de pneus eram produzidos com borracha natural extraída das seringueiras de terras brasileiras e tropicais. Foi através da borracha da Seringueira comercializada em várias partes do mundo que o norte-americano Charles Goodyear, em torno de 1830, descobriu a Vulcanização, processo que dá estabilidade a borracha independente das condições climáticas e da forma.

Segundo o Conselho Nacional do Meio Ambiente (Resolução nº 258/99 do CONAMA) o pneu ou pneumático é todo o artefato inflável, constituído basicamente de borracha e materiais de reforço utilizados para a rodagem de veículos.

As propriedades mecânicas dos pneus de automóveis, não são satisfatórias em termos de resistência a tração, abrasão, resistência ao rasgamento e a rigidez, podendo ser adicionalmente melhoradas com a inserção de aditivos como o “preto de carbono”, partículas muito finas e essencialmente esféricas de carbono, produzido pela combustão de gás natural ou óleo em atmosfera. Quando essas partículas são adicionadas à borracha vulcanizada, material extremamente barato, há uma melhora na resistência à tração, à tenacidade e resistências ao rasgamento e à abrasão. Os Pneus de automóveis contêm cerca de 15 a 30% em volume de preto de carbono (Callister, 2008).

2.2 Mercado Automobilístico e a Indústria de Pneus

A globalização faz com que praticamente todos os países se desenvolvam e cresçam tecnológica e economicamente. Devido a este fato, um dos segmentos que mais cresceu foi o automobilístico, com um aumento nas vendas de veículos de 12,42% no ano de 2010 em comparação com 2009, o que representa 5.444.387 contra 4.842.736 veículos, nos respectivos anos. Somente no mês de Dezembro de 2010 os emplacamentos de veículos novos no mercado brasileiro somaram 381.498 unidades, o que indica uma alta de

30,20% em relação ao mesmo mês de 2009. No entanto, quando levado em consideração todos os segmentos, incluindo motos e implementos rodoviários, o setor automotivo vendeu 593.013 unidades no mês de Dezembro, um acréscimo de 28,73% em comparação com o mesmo período de 2009 (Fenabrave – Federação Nacional da Distribuição de Veículos Automotores, 2011).

Contudo, quanto maior é o crescimento de vendas de veículos automotivos, maiores são as vendas de pneus. Segundo as nove empresas associadas à Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos (ANIP), foram vendidos 73,0 milhões de pneus em 2010, um crescimento de 21,26% em relação às vendas de 2009 que atingiram 60,2 milhões. No entanto, as vendas no ano de 2009 foram as mais baixas quando comparadas aos anos anteriores e ao ano de 2010, provavelmente, devido à crise econômica de 2008-2009 (ANIP, 2010). Estes dados podem ser observados na Tabela 1.

Tabela 1 – Vendas anuais de pneumáticos em unidades por categoria (Mercado Interno+Importação)

Vendas por categoria	2006 (milhões)	2007 (milhões)	2008 (milhões)	2009 (milhões)	2010 (milhões)
Caminhões/Ônibus	7,1	7,8	7,6	6,6	8,4
Caminhonetes	6	6,5	6,2	5,9	8,3
Automóveis	31,2	33,7	33,3	32	38,1
Motos e Motonetas	11,6	13,7	15,4	13,6	15,5
Agricultura/Terraplanagem	0,7191	0,883	0,9622	0,7182	0,9773
Veículos Indústriais	0,4971	0,498	0,6867	1,3	1,6
Aviões	0,0601	0,0716	0,0614	0,0531	0,0737
Total	57,2	63,2	64,2	60,2	73,0

Fonte: ANIP (2010).

2.3 Problemas ambientais envolvidos

Com o aumento da produção de pneus houve, consequentemente, aumento de lixo e descartabilidade dos mesmos. Descartar pneus é um grave problema, pois o pneu é um produto de difícil reciclagem e que agride muito o meio ambiente, porém é possível reaproveitá-lo para outros fins. No Brasil são descartados cerca de 30 milhões de pneus por ano, sendo que cada um deles pode levar até 600 anos para se decompor na natureza (Nohara *et al.*, 2006). Por outro lado, o Brasil é um dos países que mais reaproveita pneus no

planeta, perdendo somente para os EUA em faturamento e volume. O setor gera uma receita de R$ 5,6 bilhões ao ano (dados de 2007), sendo 7,6 milhões de pneus reformados para caminhões e ônibus, 8 milhões para automóveis, 2 milhões para motos e 300 mil para veículos agrícolas ou *off roads* anualmente, totalizando 17,9 milhões, segundo a Associação Brasileira do Segmento de Reforma de Pneus (ABR).

2.4 Destinação Final dos pneus inservíveis

Com a Revolução Industrial e o crescimento da população, o homem necessita cada vez mais de recursos naturais para transformá-los em produtos e gerar capital. Contudo, toda transformação demanda insumos e gera poluição, degradando o meio ambiente. Atualmente, observa-se que a quantidade de lixo urbano tem evoluído proporcionalmente ao crescimento populacional, visto que, o consumo das populações mundiais está aumentando cada vez mais. Em função disso, gerou-se uma preocupação ambiental nas empresas e no governo, o que levou a investirem mais recursos com o objetivo de eliminar ou minimizar a produção de resíduos industriais e, destinar de forma correta o lixo dos municípios, que pode se tornar uma grande ameaça ao meio ambiente. Dentre essas ameaças estão os pneus usados, resíduo de difícil eliminação e que pode trazer sérios riscos a saúde humana se não tiver seu destino corretamente planejado.

Além dos problemas ambientais causados pelos pneus ao meio ambiente, eles ainda, resultam em ameaça séria à saúde pública, expressa em vetores de doenças tropicais, tais como: dengue, malária e leptospirose, que acarretam gastos incalculáveis para a administração estatal, através da conscientização da população (via mídia), com inseticidas, raticidas e mão de obra. Curiosamente, essas campanhas não são utilizadas para o recolhimento e a posterior reciclagem dos pneus, Nohara *et al*. (2006).

De acordo com a ONU – Organização das Nações Unidas (1993), aproximadamente 5,2 milhões de pessoas – incluindo 4 milhões de crianças – morrem por ano, devido a doenças relacionadas com o lixo urbano no mundo.

Em conformidade com o Artigo 1º Lei 6.938 31 Agosto de 1981 – os estabelecimentos comerciais do município, compreendidos por distribuidores, revendedores de pneus novos, usados, recauchutados, borracharias, prestadores de serviço e demais segmentos que manuseiem pneus inservíveis, ficam obrigados a possuir locais seguros para recolhimento dos referidos produtos, atendendo as normas técnicas e a legislação em vigor no país. Os estabelecimentos ficam obrigados a afixar placas alertando os consumidores sobre o perigo de jogar tal produto em locais inadequados e colocando-se a disposição para receber o produto usado, no atendimento após o uso do pneumático.

A Resolução n. 258/99, do CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente, menciona que a cada quatro pneus novos fabricados no Brasil ou importados, as fabricantes e importadoras deverão ser responsáveis pela destinação final de pelo menos cinco pneus inservíveis.

2.5 Destinação incorreta dos pneus inservíveis

Segundo o IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas (2004), os pneus cujas carcaças estejam em bom estado e com a estrutura íntegra podem e devem ser reformados através de operações de sulcamento, recauchutagem ou remoldagem, prolongando a sua vida útil. A recauchutagem em pneus de transporte de cargas, pode ser feita por duas ou três vezes sem comprometer a segurança do veículo, do condutor e dos passageiros.

Quando os processos citados acima não podem ser realizados, devido ao desgaste excessivo do pneu, o descarte inadequado é comumente realizado, causando inúmeros problemas ambientais, sendo alguns deles a obstrução de rios e lagos, acúmulo de resíduos tóxicos na natureza, ocupação em demasia nos locais de destino (pois seu volume é grande perante outros resíduos),

 ISSN 1679-8902

riscos de incêndios duradouros e proliferação de insetos e doenças. Como resultado, as destinações incorretas causam os problemas Ambientais, Sociais e Econômicos, conforme especificados na Figura 1.



Figura 1 – Destinação incorreta dos pneus inservíveis – Adaptado (Fonte: Via Viva)

2.6 Destinação correta dos pneus inservíveis

O descarte correto de pneus usados converte em benefícios os problemas causados pela disposição incorreta, proporcionando assim menos impacto ambiental, diminuição de riscos de doenças e infecções, contribuindo desta maneira com a melhoria da saúde pública, a geração de empregos, entre outros.

Neste contexto, pode-se citar o Instituto Via Viva, que possui locais de recebimento e destinação de pneus inservíveis chamados Ecopontos Via Viva®. Estes locais dispõem de uma estrutura local de administração que realiza, a seleção, o cadastramento, o armazenamento temporário e a destinação desses pneus. Com isso, a empresa cumpre a sua responsabilidade social, através da inclusão social, do desenvolvimento profissional, e geração de renda para pessoas com deficiência e seus familiares, transformando com isso pneus inservíveis em valor social.

No Brasil, as formas corretas de destinação dos pneus são regulamentadas pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), que tem como responsabilidade, determinar

quais processos são ambientalmente corretos. Uma das formas mais usuais de reaproveitamento dos pneus inservíveis é como combustível alternativo para a geração de energia.

Com o desenvolvimento de novas tecnologias de reaproveitamento de materiais, os pneus inservíveis podem ser reutilizados em diversos segmentos como na fabricação de pisos de borracha, concreto e asfalto ecológico, tapetes, solados de calçados entre outros. Esta reutilização de componentes dos pneus pode ser visualizada na Figura 2.

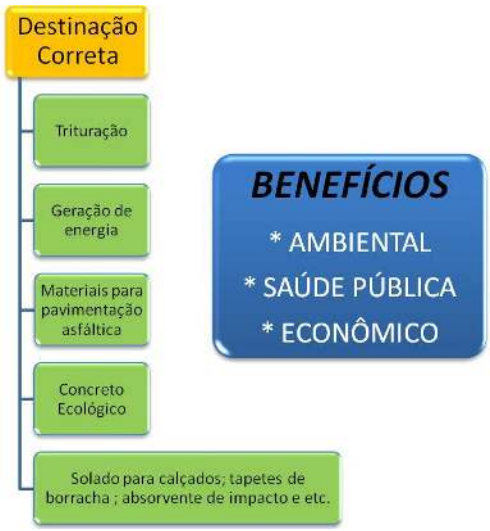

Figura 2 – Destinação correta dos pneus inservíveis – Adaptado (Fonte: Via Viva)

3.1 Sobre a Construção Civil

Conforme a Receita Federal, construção civil pode ser definida como a construção, a ordenação, a reforma, a ampliação de edificação ou qualquer outra benfeitoria agregada ao solo ou subsolo. No entanto, a construção civil hoje em dia é considerada um macrossetor, que compreende, as construtoras, prestadoras de serviços, várias empresas do segmento de materiais de construção e os comerciantes (SEBRAE-SP - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas 2011).

Uma concisa análise sobre a construção civil atual, mostrou que este setor é responsável por contribuir positivamente com a economia brasileira, através da geração de empregos diretos e indiretos chegando à casa dos milhões. Seguindo a mesma linha de raciocínio, a área de Construção Civil abrange todas as atividades de produção de obras, incluindo, nesta área as atividades referentes às funções de planejamento e projeto, execução, manutenção e restauração de obras em diferentes segmentos. No entanto, a responsabilidade técnica sobre obras e serviços nas áreas citadas só pode ser atribuída a profissionais habilitados com registro no CREA-SP. Em conformidade com a ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, o Comitê Brasileiro da Construção Civil – ABNT/CB-02, possui noventa normas técnicas que oferecem requisitos para processos e produtos.

3.2 Investimentos da Construção Civil no Brasil

A abertura do mercado no início dos anos 90 colaborou para a evolução do segmento da construção civil no Brasil, permitindo às empresas construtoras, a importação de produtos e tecnologias. Nesse período várias organizações investiram em tecnologia, modernizando a produção e observando a crescente industrialização.

Conforme a 47ª Sondagem Nacional da Indústria da Construção Civil (2011), pesquisa realizada pela parceria entre SindusCon-SP e FGV, que busca captar a opinião dos empresários da construção civil frente ao contexto da economia, destacou uma percepção positiva dos mesmos sobre o desempenho das indústrias do ramo e as expectativas futuras.

Conforme dados da FVG (2010), a pedido da Associação Brasileira da Indústria de Materiais de Construção (Abramat), os investimentos em construção civil entre 2011 e 2014 chegarão a 137 bilhões de reais anuais, devido aos investimentos da segunda fase do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC 2), lançado em 29 de março de 2011. Conforme previsões no ano de 2010, seriam investidos 70 bilhões de reais aproximadamente,

apenas com a segunda etapa do programa habitacional “Minha Casa, Minha Vida” e a construção de 2 milhões de moradias até 2014. Porém, a Ministra do Planejamento, Miriam Belchior, reafirmou em agosto de 2011, que o governo tem o objetivo de investir 125,7 bilhões de reais na segunda etapa de implantação desses programas, no mesmo período. Com esses investimentos, estima-se uma geração de aproximadamente 2,8 milhões de empregos por ano no setor, que contribuirá com uma renda adicional de 124 bilhões de reais na economia do país, sendo distribuídos 74 bilhões de reais na construção civil e 50 bilhões nos demais setores, apontados pela FVG (2010).

Ainda, com relação aos investimentos no setor da construção civil, o governo deverá destinar recursos para centros de pesquisa no ramo da construção civil, segundo carta assinada pelo Ministro Aloísio Mercadante em publicação no site Exame (2011). Além disso, também afirmou que um Parque de Inovação e Sustentabilidade do Ambiente Construído (PISAC), é parte integrante das estratégias do governo e do setor privado para aumentar a produtividade da construção civil e solucionar gargalos do setor.

3.3 Crescimento da Construção Civil no Brasil

Nos quatro primeiros meses de 2011 houve um crescimento de 10% sobre os recursos aplicados no setor de construção civil, conforme dados fornecidos pela CBIC – Câmara Brasileira da Indústria de Construção Civil (2011).

A CBIC (2011) prevê crescimento de 6% para o ano de 2011, sendo este acima do Produto Interno Bruto (PIB). Os megaeventos esportivos como a Copa do Mundo de 2014 e Olimpíadas de 2016 e as obras do PAC “serão o motor propulsor do desenvolvimento”, assegurou Paulo Safady, presidente da CBIC, em encontro com a ministra do Planejamento, Miriam Belchior (www.brasil.gov.br, 2011).

 ISSN 1679-8902

3.4 Alternativa – Utilização de partículas de pneus inservíveis como matéria prima para a fabricação de concreto na construção civil

Sem dúvida, os investimentos e o crescimento da construção civil estão em evidência no Brasil, o que é propício para a inserção de novas tecnologias para a preservação dos recursos naturais, sem que as obras sejam comprometidas.

Com o crescimento da construção civil e o aumento exorbitante na produção e no descarte inadequado de pneus inservíveis no Brasil, inúmeros estudos foram realizados para a inclusão das partículas do pneu como parte da matéria prima no concreto, utilizado para a construção civil.

Nascimento (2007) cita que a utilização de recursos naturais como a brita derivada das rochas, estão sendo substituídas, em parte, por partículas da borracha como matéria prima para o concreto. Além da redução dessa matéria prima natural, que contribui com a preservação do meio ambiente, confere ainda propriedades relevantes ao concreto, como maior capacidade isolante, em função de sua baixa condutividade elétrica e sonora.

Sabe-se que os recursos não renováveis são finitos e, na medida em que a população cresce, as necessidades de consumo também aumentam. Neste contexto, pode-se citar como recurso não renovável a brita, utilizada como matéria prima no concreto convencional e que pode ser substituída em até 30% por partículas de borracha, porcentagem equivalente a 6 pneus de caminhão para cada metro cúbico de concreto, segundo catálogo da Engemix, empresa do grupo Votorantim.

As novas tecnologias desenvolvidas e a conscientização de preservar os recursos naturais, contribuíram para dar destino adequado para os pneus inservíveis e reduzir o consumo de matéria prima natural. Através da integração dos setores econômicos, sociais e ambientais, nasceu o conceito de desenvolvimento sustentável, em que a utilização dos recursos naturais deve atender as necessidades do presente, pensando também na utilização e na

necessidade das gerações futuras (CMMAD – Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, 1988)

Assim, o propósito deste trabalho foi verificar e identificar as vantagens Ambientais, Sociais e Econômicas que as partículas de borracha do pneu, quando acrescentadas ao concreto, em substituição parcial dos seixos ou britas, podem trazer para a sociedade como um todo, através de uma pesquisa *in loco* no Instituto Via Viva.

4 Métodos

Para a realização deste estudo de caso, foi utilizada pesquisa do tipo exploratória no intuito de levantar experiências práticas com o problema pesquisado em busca de soluções inovadoras, através de livros, artigos, sites especializados e visita no Instituto Via Viva. O instituto Via Viva desenvolveu o produto e entrou com depósito de pedido de patente junto ao Instituto Nacional de Propriedade Intelectual (INPI), referente ao Concreto Ecológico DI® - INPI 0400944-4 – 13/03/2004. Foi realizada uma visita no dia 21/09/2011 com a participação dos integrantes deste trabalho e da Srta. Sheila Martimiano do Instituto Via Viva na cidade de São Paulo/SP. Com as informações obtidas foi possível coletar dados de cunho qualitativo e quantitativo para o trabalho.

5 Resultados e Discussões

5.1 Concreto Ecológico DI®

A obtenção de pneus é feita através dos Ecopontos Via Viva®, locais construídos estrategicamente, que recebem, armazenam temporariamente e dão destinação final aos pneus inservíveis, seguindo sempre as normas ambientais.

Assim, o Instituto realiza a separação dos componentes do pneu, sendo que a borracha é triturada para ser utilizada na composição do concreto. Esse

concreto ecológico é produzido a partir de concreto convencional, sendo parte da brita (rochas trituradas) substituída por borracha triturada, além de aditivos específicos. Segundo o Instituto Via Viva, este produto possui como características principais: menor densidade, maior deformabilidade, maior resistência à tração na flexão e maior capacidade de absorção de energia de impacto, assim como, características de isolamento termo-acústico e de vibrações.

Com relação ao custo, o concreto ecológico pode ter acréscimo de 10 a 15% no seu valor, quando comparado ao concreto convencional, devido a porcentagem de borracha inserida e tecnologia utilizada. Porém, a sua utilização ainda é muito tímida, uma vez que, sua comercialização efetiva iniciou a partir de 2008, e atingiu aproximadamente 1000 m^3 no ano de 2010. Esta pequena utilização, provavelmente, se deve a falta de incentivo por parte do governo e a conscientização ainda limitada dos benefícios que esta tecnologia agrega a preservação do meio ambiente e a sociedade.

Na Figura 3 pode-se visualizar as partículas de borracha inseridas no bloco de concreto (A) e a borracha de pneus triturados (B).

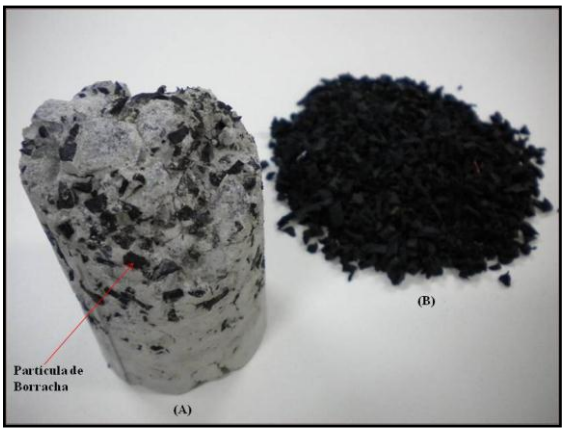

Figura 3 – Bloco de concreto com partículas de borracha (A); Borracha de pneus triturados (B).

De acordo, com as informações obtidas do Instituto Via Viva, todos os tipos e dimensões de pneus podem ser utilizados na composição do Concreto

Ecológico DI – Deformável e Isolante. Porém, o concreto não pode ter aplicação estrutural por não apresentar, ainda, características técnicas favoráveis para essa aplicação, devido a diminuição da resistência à compressão com a inserção das partículas, constatados através dos testes realizados na Universidade de Campinas (UNICAMP), Universidade de São Paulo (USP) e o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), apresentado na Figura 4.



Figura 4 – Ensaios realizados com o Concreto Ecológico (Fonte: Via Viva)

Estes dados são confirmados pela literatura, a qual descreve que a resistência característica à compressão do concreto (fck), é de no máximo 20 MPa, podendo assim ser utilizado em calçadas, estacionamentos, isolamento termo-acústico, em dormentes ferroviários, pavimentos e pisos (não estrutural) e sistemas de barreiras rodoviárias tipo "*New Jersey*", pois as barreiras possuem característica de semirrigidez com maior capacidade de absorver a energia de impacto nas colisões de veículos. Além disso, as partículas de borracha podem ser utilizadas como material de reparo na indústria de Construção Civil (Freitas e Galvão*,* 2009).

Nos resultados dos testes realizados, o concreto ecológico apresentou a mesma durabilidade, porém agrega duas causas altamente relevantes, sendo elas: a Ambiental e a Social, uma vez que reduz a utilização de recursos naturais (Rochas) e contribui com a geração de empregos para pessoas com deficiência nos Ecopontos Via Viva®. Na Figura 5 pode-se visualizar a aplicação do concreto ecológico em diferentes locais.



Figura 5 – Aplicação real do Concreto Ecológico (Fonte: Via Viva)

6 Conclusão

Através dos dados obtidos com este trabalho pode-se concluir que o *Concreto Ecológico DI® – Deformável e Isolante* é uma tecnologia inovadora importantíssima para a destinação correta de pneus inservíveis, porém pouco divulgado. O ganho ambiental com a implantação dessa tecnologia em obras do PAC e relacionadas a Copa do Mundo e as Olimpíadas seriam de suma importância para o cumprimento da Resolução n. 258/99, do CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente, a qual determina que a cada quatro pneus novos fabricados no Brasil ou importados deverá haver destinação final para pelo menos cinco pneus inservíveis. Os ganhos sociais vêm em sequência dos ganhos ambientais, já que, sem os pneus em aterros, lixões, beiras de rio e a céu aberto, a proliferação do *Aedes aegypti,* transmissor da dengue, e de ratos que podem transmitir a Leptospirose é reduzida, além da geração de empregos a exemplo do Instituto Via Viva em seus Ecopontos para pessoas com deficiência física e mental.

Quanto ao ganho econômico, é necessária a criação de leis que obriguem a implantação dessa tecnologia em obras do próprio governo, além de leis de incentivo fiscal para empresas que à utilizarem. Dessa forma, a pirâmide da sustentabilidade formada pelos fatores Ambiental, Social e Econômico estará completa.

7 Referências

ANIP - *Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos*. Disponível em: <http://www.anip.com.br/?cont=anip>. Acesso em: 28 mai. 2011, 18:12:05.

BOLETIM INFORMATIVO DE BOLSA DE RECICLAGEM, *Sistema Fiep*. Ano I – número 3 julho/agosto – 2001. Disponível em: <http://www.cetsam.senai.br/bolsa>. Acesso em 21 de maio de 2011.

CALLISTER, W. D. *Ciência e Engenharia de Materiais*: Uma Introdução. LTC – Grupo Gen, 2008 – Edição 7.

CMMAD - *Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento*. **Nosso futuro comum**. 2a ed. Tradução de *Our common future*. 1a ed. 1988. Rio de Janeiro.

CONAMA - *Conselho Nacional do Meio Ambiente (1999).* Resolução nº 258. LEI Nº. 6.938 - de 31 de Agosto de 1981.

CREA-SP - *Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia de São Paulo*. Disponível em: <http://www.creasp.org.br/institucional/o-que-e-o-crea-sp>. Acesso em: 11 set. 2011.

ENGEMIX. Disponível em: <http://www.engemix.com.br>. Acesso em 02 out. 2011.

EXAME. Disponível em <http://exame.abril.com.br/tecnologia/noticias/governo-vai-investir-em-centro-de-pesquisa-para-construcao-civil>. Acesso em: 11 set. 2011.

FENABRAVE - Federação Nacional da Distribuição de Veículos automotores. Disponível em: <http://www.fenabrave.com.br>. Acesso em: 02 out. 2011.

FGV - *Fundação Getúlio Vargas*. Disponível em: <http://economia.estadao.com.br/noticias/economia,pac-2-resultara-em-r137-bi-anuais-voltados-a-construcao-estudo,12717,0.htm>. Acesso em: 11 set. 2011.

FIESP - *Federação das Indústrias do Estado de São Paulo.* Disponível em: <http://www.sindusconsp.com.br/campinas_msg.asp?id=4923>. Acesso em: 11 set. 2011.

FREITAS, C. & GALVÃO, J. C. A. *Quim. Nova,* Vol. 32, No. 4, 913-918, 2009.

GOMES, J. A. & OGURA, S. K. *Tratamento e Reaproveitamento de Pneus usados*. Cetesb: São Paulo, 1993.

INSTITUTO VIA VIVA. Disponível em: <http://www.viaviva.org>. Acesso em 02 out. 2011.

NOHARA, J. et al. *GS-40 Resíduos Sólidos.* São Paulo, 2006.

ONU - *Organização das Nações Unidas. Resumo da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento,* Rio de Janeiro: ONU, Cinub, 1993.

PANTANO, R. & ROSA, D. S. *Meio Ambiente: Múltiplos Olhares*, São Paulo: Companhia da Escola, 2005.

RECEITA FEDERAL. Disponível em: <http://www.receita.fazenda.gov.br/previdencia/constrcivil.htm>. Acesso em: 10 set. 2011.

RELATÓRIO DO INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS – *Divisão de Economia e Engenharia de Sistemas* (IPT-DEES), Dispõe sobre a origem e localização de pneus inservíveis no Brasil, 2004.

RESOLUÇÃO Nº 258, de 26 de Agosto de 1999. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res99/res25899.html>. Acesso em: 27 mai. 2011, 09:40:17.

SEBRAE - *Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas*. Disponível em: <http://www.sebrae.com.br/setor/construcao-civil>. Acesso em: 10 set. 2011.

SINDUSCON-SP - *Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo.* Disponível em: <http://www.sindusconsp.com.br/msg2.asp?id=4827>. Acesso em: 11 set. 2011.

SINDUSCON-SP - *Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo*. Disponível em: <http://www.sindusconsp.com.br/msg2.asp?id=3961>. Acesso em: 11 set. 2011.