



TACHAS E TACHÕES PRODUZIDOS COM PÓ DE FORJA, DE MÁRMORE E DE ENTULHO.

Protasio Ferreira e Castro (1); Eduardo Fagundes Carvalho (2); Miguel da Fonseca Amaral Ribeiro (2).

(1) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – Universidade Federal Fluminense – UFF / Universidade do Grande Rio, UNIGRANRIO – e-mail: protasio.castro@pesquisador.cnpq.br

(2) CET-RIO-Companhia de Engenharia de Tráfego do Município do Rio de Janeiro - e-mail: edufagcar@terra.com.br

(2) FAETEC – Fundação de Apoio à Escola Técnica do Rio de Janeiro – e-mail: fonsecaribeiro@globo.com

RESUMO

Proposta: Catadores de resíduos sólidos estão presentes em 75% dos municípios brasileiros. Eles são responsáveis por 90% dos materiais que fomentam as indústrias de reciclagem ao desviarem entre 10 e 20% dos resíduos urbanos. Por outro lado, inúmeras cidades utilizam, como redutor de velocidade, as ondulações transversais executadas em asfalto pintado com faixas amarelas, o que exige pintura periódica. O desenvolvimento de artefatos de sinalização viária, utilizando resíduos do lixo urbano, é a busca por um produto que alia desempenho técnico e eco-eficiência. A pesquisa, aqui apresentada, fundamenta-se na Política Nacional de Resíduos Sólidos e busca interagir as fases de coleta, fabricação e aplicação. Além disso, a referida pesquisa faz uma interação social, por meio de implantação da linha de produção e da comercialização dos produtos, em uma comunidade de catadores de resíduos sólidos. O processo de fabricação de tachas e tachões desenvolvido é relativamente fácil e simples, para atender as condições específicas das comunidades carentes. A fabricação desses produtos é uma atividade laboral digna, que pode retirar brasileiros da marginalidade social, por meio do exercício da cidadania aliada à preservação do meio-ambiente e às soluções urbanísticas eco-eficientes e socialmente responsáveis. **Método de pesquisa/Abordagens:** Foi executado um programa experimental com o desenvolvimento de protótipos em matriz polimérica utilizando resíduos urbanos (pó de mármore, pó de entulho e resíduo de forja) como carga. **Resultados:** Os resultados dos ensaios foram tratados estatisticamente. Compara-se e critica-se a atual normalização. Os resultados indicam que o resíduo de forja e o pó de mármore ou de entulho podem ser utilizados na fabricação de tachas e tachões. **Contribuições/Originalidade:** As tachas e tachões produzidas são uma alternativa aos produtos que usam talco industrial. Além disso, é um artefato do equipamento urbano de sinalização viária que reduzirá a manutenção periódica, notadamente na atividade de pintura das faixas.

Palavras-chave: resíduos urbanos; pó de forja; pó de mármore; entulho; compósito; desenvolvimento sustentável.

ABSTRACT

Gathering Associations of solid urban waste are spread out on 75% Brazilian districts. The associations feed the recycling industry with 90% of materials which are provided by 10 to 20% of urban residues. On the other hand, several cities use painted bump for speeding down cars velocities. Raised retro reflective pavement markers were developed by using urban residues, so that technical and ecological performance are linked to the product. The research here reported is based on the National Politic for Urban Residues and search to get in one management system the gathering, manufacturing and applying operations. A manufacturing process of the pavement markers was developed. In order to attend the educational characteristics of people involved with the pavement markers manufacturing, an easy procedure was design. Thus the pavement markers manufacturing is a dignity labor task, which can be an opportunity for Brazilians bring out poverty, through a citizenship based on environmental maintenance and efficient ecological urban development. An experimental

program using pavement markers prototypes made of polymer matrix with urban residues (forging of metallic devices, cut of marble rocks and building masonry demolition) as filler was carried out. Statistical analyses were applied to the test results. The Brazilian Standard requirements are analyzed. Test results shows that the three residues are an alternative to industrial talc, for manufacturing pavement markers. Finally, the pavement makers will reduce maintenance costs, mainly by painting band on reducing speedy bump.

Keywords: Urban residues, forging of metallic devices, cut of marble rocks, building masonry demolition, composite, sustainable development

1 INTRODUÇÃO

O ser humano transforma a superfície terrestre conforme suas conveniências. Por esta razão, ele habita quase todas as regiões do planeta, adaptando o local, segundo suas necessidades de moradia, alimentação, higiene e trabalho. As atividades humanas, dentre elas o trabalho e o lazer, sempre geraram resíduos. Entretanto, a partir da revolução industrial, com o desenvolvimento, os volumes de resíduos gerados têm sido cada vez maiores. A cada doía que passa, as despesas com o descarte têm aumentado, devido ao esgotamento das áreas apropriadas para essa finalidade, principalmente próximas ao pólo gerador. Neste caso, ainda ocorre o aumento das distâncias de transporte até o local, ambientalmente adequado, para armazenamento ou disposição dos resíduos.

O excesso de rejeitos causa danos ao meio ambiente, o que tem gerado preocupação na sociedade civil e nos governos. Estudos mostram que o meio ambiente não possui capacidade ilimitada para absorver este excesso de resíduos.

Embora de forma lenta e gradual, os aspectos sócio-ambientais fazem com que as empresas assumam novas posturas, envolvendo vários segmentos agrupados, ao invés de iniciativas pontuais, adotadas no passado. A gestão de resíduos abrange diversos aspectos técnicos, econômicos e sociais. Deve-se não somente entender estes processos, mas também implantá-los e monitorá-los, buscando uma boa relação custo x benefício. Por esta razão, cabe a indústria, como ponto de origem do ciclo de produção de melhores condições ambientais, propor e implantar alternativas concretas de tratamento e redução da geração de resíduos.

Em 75% dos municípios brasileiros existem pessoas que vivem de catarem resíduos sólidos. Estas pessoas geram 95% dos materiais para as indústrias de reciclagem consequência da seleção de 10 a 20% dos resíduos urbanos. Estes resíduos são vendidos sem nenhum beneficiamento, o que propicia uma renda reduzida aos catadores.

Equipamentos urbanos de sinalização viária horizontal são padronizados pelo Código Nacional de Trânsito. Estes equipamentos procuram organizar o fluxo de veículos e pedestre, servindo de complemento à sinalização vertical.

O estudo da produção de artefatos de sinalização gráfica horizontal com resíduos urbanos utilizando mão de obras de catadores organizados em cooperativas, é uma forma de melhorar a renda desta população carente e promover a sua inserção social. A possibilidade de agregar valor ao material resultante da catação, através de processos produtivos simplificados, proporcionará uma atividade digna a estas comunidades carentes.

O processo de produção de tachas para sinalização viária é simples e não demanda equipamentos sofisticados. Além disso, não exige nível de escolaridade elevado. Um treinamento rápido possibilita a habilitação para produção.

Pelo exposto, nota-se que a produção de tachas para sinalização viária poderá produzir impacto automático nas comunidades e na administração municipal, como uma solução alternativa urbanística eco-eficiente e socialmente responsável.

1.1 Sinalização Viária

A sinalização gráfica viária pode ser dividida em quatro tipos: sinalização semafórica e dispositivos, sinalização vertical, sinalização horizontal e sinalizações auxiliares.

Sinalização horizontal é um subsistema da sinalização viária, constituído de linhas, marcações, símbolos e legendas, pintados ou apostos sobre o pavimento das vias. Esse tipo de sinalização tem como finalidade: (1) organizar o fluxo de veículos e pedestres; (2) controlar e orientar os deslocamentos em situações com problema de geometria, topografia ou frente a obstáculos; (3) complementar os sinais verticais de regulamentação, advertência ou indicação.

Dispositivos e sinalização auxiliares são construídos em diversos materiais, formas, cores e refletividade, incrementando a visibilidade da sinalização ou de obstáculos à circulação, tornando mais eficiente e segura a operação da via.

Os dispositivos estão inseridos em um desses grupos, dependendo das suas funções: dispositivos delimitadores - balizadores, tachas e tachões; dispositivos de canalização - prismas de concreto; dispositivos e sinalização de alerta - marcação de obstáculos, de perigo e de alinhamento; alterações nas características do pavimento - pavimentos rugosos, fresados e ondulações transversais; dispositivos de proteção contínua - defensas, barreira de concreto e gradis; dispositivos de uso temporário - cones, cavaletes e tapumes; painéis eletrônicos - fornecem informações de advertência, educativas, regulamentações de velocidade e outras.

Este artigo apresenta um estudo sobre tachas e tachões como dispositivos para sinalização. Foram analisadas duas normas das tachas refletivas viárias – NBR 14636 e ASTM 4280-04.

1.2 NBR 14.636

Tacha refletiva viária é um dispositivo auxiliar a sinalização horizontal fixado na superfície do pavimento, sendo constituído de um corpo resistente aos esforços provocados pelo tráfego, possuindo uma ou duas faces retrorrefletivas, nas cores compatíveis com a marca viária.

As dimensões podem variar na altura entre 1,7 e 2,2 cm; na largura entre 9,6 e 13 cm; no comprimento entre 7,4 e 11 cm.

As tachas podem ser fixadas aos pavimentos por meios químicos e / ou mecânico-químicos e obrigatoriamente ter pinos na forma de parafusos de cabeça tipo francesa, com dimensões que assegurem sua perfeita fixação, devendo ser parte do corpo da tacha (mesmo material), não podendo ser fixado depois da fabricação da tacha. Normalmente é utilizado adesivo epóxi para a colagem no pavimento e é necessário um tempo para liberação ao tráfego de aproximadamente 30 min.

A norma exige que sejam atendidos valores mínimos de referência para desempenho da retrorrefletividade, coeficientes mínimos de intensidade luminosa, resistência a abrasão, resistência à compressão, resistência à penetração de água sem apresentar manchas, resistência a temperatura verificando a diferença do coeficiente de intensidade luminosa e resistência ao impacto. No caso da resistência à compressão a norma estabelece carga de no mínimo 15.000 Kgf.

1.3 ASTM 4280-04

Segundo a ASTM, as tachas têm que ser elaboradas com adequadas resistências químicas, a água e a raios ultra violeta (UV). Além disso, a altura não pode passar de 2,03 cm e a largura 13,0 cm. Por outro lado, o ângulo entre a face da tacha e a base não pode ser maior que 45°. A base da tacha tem que estar livre de brilho ou substâncias que reduzam sua aderência com o adesivo e ter um desnível horizontal menor que 0,13 cm.

A resistência mecânica das tachas, para ASTM, está especificada por meio da: (1) força de flexão, no valor de 8914 N, que as tachas têm que suportar sem quebrar, e (2) carga de compressão de 2727 kg, que devem resistir sem quebrar, com deformação no máximo de 0,33 cm.

Conforme determinado pela norma ASTM 4280-04, as tachas devem ter identificação, com o nome do fabricante em relevo no seu corpo e atender os requisitos em relação à cor (figura 1).

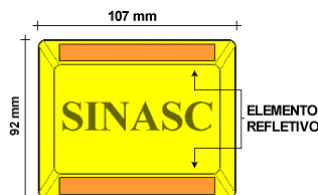


Figura 1 – modelo padrão SINASC de tacha refletiva viária

2 RESÍDUOS UTILIZADOS NA PRODUÇÃO DE TACHAS DE SINALIZAÇÃO VIÁRIA

Os três tipos de resíduos utilizados, no estudo, para a fabricação das tachas refletivas viárias foram: (1) pó-de-ferro, proveniente do processo de forjamento de peças metálicas; (2) pó-de-mármore, proveniente do processo de corte de rochas ornamentais e (3) pó-de-entulho, proveniente do processo de trituração do entulho da construção civil. Estes resíduos são de fácil obtenção e foram utilizados como carga, na fabricação de peças em materiais compósitos destinados à sinalização viária (tachas refletivas viárias).

2.1 Resíduo do processo de forja

Este material é proveniente do jateamento com granalhas de aço, sobre o metal base sendo constituído por partículas provenientes do metal que está sendo tratado.

Conforme PIRES (2001), a massa específica real do resíduo é de 5,3 kg/dm³, 80% em peso passa na peneira 200 e 80% do material que passa tem entre 5 µm e 75 µm e a área específica é de 86,17 m²/kg. O elemento químico predominante é o ferro com baixo teor de carbono, caracterizando um aço de baixo carbono. Os elementos estão dispostos dessa maneira: 1,09 % de MN, 98,05 % de Fe, 0,22 % de SI e 0,64% de Cr.

2.2 Resíduo do processo de corte de rochas ornamentais(mármore branco)-pó de mármore

A cadeia produtiva do setor das rochas ornamentais é dividida em três etapas: extração, beneficiamento primário e beneficiamento secundário. As três etapas produzem um percentual de resíduos de 40%, 25 % e 10%, respectivamente BIGNO (2002).

A etapa mais importante devido ao resíduo proveniente dela é de beneficiamento primário, que gera o chamado RCRO (resíduo do corte de rochas ornamentais), que tem origem das perdas da: lama abrasiva e serragem de placas defeituosas.

2.3 Agregado de resíduo de construção e demolição de obra - pó de entulho

Neste artigo, o pó de entulho é proveniente da demolição para reforma de prédio, localizado no bairro de Jacarepaguá, Rio de Janeiro. O entulho foi devidamente selecionado. Cobogós e concretos foram triturados e peneiramentos para obtenção do pó do entulho, material passando na peneira #100.

A Resolução nº 307 de 5 de julho de 2002 do CONAMA considera que os geradores de resíduos da construção civil devem ser responsáveis pelos resíduos das atividades de construção, reforma, reparos e demolições de estruturas e estradas, bem como por aqueles resultantes da remoção de vegetação e escavação de solos. Além disso, estes geradores deverão ter como objetivo prioritário a não geração de resíduos e, secundariamente, a redução, a reutilização, a reciclagem e a destinação final. Os resíduos da construção civil, em geral, são destinados para reutilização ou reciclagem na forma de agregados, ou encaminhados a áreas de aterro de resíduos da construção civil, quando são dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura.

Atualmente, devido à consciência ecológica, a sociedade tem notado a necessidade de organizar um sistema de coleta eficiente para redução dos impactos gerados pela deposição clandestina do entulho. Por esta razão, os governos têm estimulado e facilitar o acesso aos locais de deposição regularmente estabelecidos pelo plano diretor do município. Ademais, a partir de uma coleta eficaz é possível introduzir práticas de reciclagem para o reaproveitamento do entulho.

Portanto, reduzir a geração do entulho no canteiro reafirma e fortalece o conceito de desenvolvimento sustentável e eco-eficiente para a construção civil. Nesse caso, a sustentabilidade das atividades da indústria da construção civil envolve desde a extração de matérias-primas e a produção dos materiais, até as etapas de construção, manutenção e demolição do empreendimento.

3 PROGRAMA EXPERIMENTAL

O programa experimental foi elaborado para verificar a potencialidade da aplicação de resíduos industriais urbanos: pó-de-ferro, pó-de-entulho e pó-de-mármore como carga para confecção de tachas refletivas viárias em compósitos de matriz polimérica.

Na fabricação das formas, utilizou-se silicone que foi moldado com peças pré-moldadas de gesso. Foram criados dois tipos de formas, simétrica e assimétrica. As formas simétricas foram criadas com base em peças de isopor, cortadas e juntadas de forma a reproduzirem os tamanhos definidos em norma. As formas assimétricas foram criadas utilizando um protótipo existente no mercado devidamente preparado. Desta forma, chegou-se a seis formas com três para cada tipos diferentes de formatos.

Na produção de tachas utilizou-se catalisador Peróxido Orgânico 5.2 e resina ARAZYN 4.9 de poliéster tereftálica, de reatividade média, pré-acelerada com octoato de cobalto.

No processo de produção, foram utilizadas bate-deiras mecânicas para a mistura dos componentes. Nesse processo de produção, as proporções volumétricas de cada componente da mistura permitiam o preenchimento de 6 fôrmas, logo, a confecção de seis peças ou tachas. Nesse caso, para cada mistura produzida eram elaboradas três peças simétricas e três peças assimétricas.

Desta forma, no total, foram elaboradas 36 (trinta e seis) tachas, 12 (doze) para cada um dos três resíduos. Note-se que para cada uma das 12 mistura eram confeccionadas 6 (seis) tachas com fôrma simétrica e outras 6 (seis) com fôrma assimétrica. A Figura 2 mostra aspectos das peças produzidas.

Na fabricação de seis peças (3 simétricas e 3 assimétricas) com a consistência adequada para a mistura manual foram utilizados 600g de resina, 10ml de catalisador e 3 copos de 300ml de carga, isto é de resíduo.



Figura 2. Tachas produzidas.

Deve-se levar em conta a necessidade de uniformização tanto da parte superior quanto da parte inferior das peças para que o resultado do ensaio esteja correto. Pois se as peças não estiverem totalmente lisas, o valor encontrado não é o real, devido à criação de carga excêntrica, acontecendo a quebra não por compressão e sim por flexão.

Cabe ressaltar que quando a tacha é colocada no pavimento, utiliza-se normalmente resina epóxi, que além da garantir a ligação pavimento com a tacha, garante uma uniformização da parte inferior.

Desta forma, após a análise das duas normas, foram executados ensaios conforme estabelecido em cada uma delas. Além disso, foi realizado mais um tipo de ensaio (ALT – Alternativo), caracterizado por meio da colocação de uma camada na face superior da tacha, conforme preconizado pela ASTM, e uma camada de borracha de 3 mm na face inferior, podendo assim, garantir a uniformização das superfícies das peças.

As médias dos resultados obtidos nos ensaios serão apresentados nos Quadros 1.

Quadro 1- Resultados das médias com os dois tipos de forma

	Tipo de Resíduo	Carga Suportada NBR (Kgf)	Carga Suportada ALT (Kgf)	Carga Suportada ASTM (Kgf)
Forma simétrica	Mármore	31.850	18.750	36.250
	Entulho	30.000	10.600	25.150
	Ferro	25.250	12.150	25.600
Forma assimétrica	Mármore	9.400	10.950	40.300
	Entulho	26.300	10.100	27.350
	Ferro	1.300	9.400	3.250

Desta forma, foi possível analisar a existência da influência do tipo de resíduo e do tipo de ensaio nas cargas de compressão quando se utiliza forma simétrica e quando se utiliza a fôrma assimétrica.

Nas peças confeccionadas com a fôrma simétrica, existe influência tanto do tipo de resíduo quanto do tipo de ensaio nas cargas de compressão resistidas pelas peças, pois o $F > F_{crítico}$ nas linhas e nas colunas, como mostrado no Quadro 2.

Quadro 2 - Forma simétrica: análise da influência do tipo de resíduo e do tipo de ensaio

Anova: fator duplo sem repetição						
RESUMO	Contagem	Soma	Média	Variação		
Mámore	3	86850	28950	82870000		
Entulho	3	65750	21916,66667	101930833,3		
Ferro	3	63000	21000	58772500		
Carga Supe	3	87100	29033,33333	11590833,33		
Carga Supe	3	41500	13833,33333	18730833,33		
Carga Supe	3	87000	29000	39472500		
ANOVA						
Fonte de var	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Linhas	113510555,6	2	56755277,78	8,705538986	0,03490141	6,94427627
Colunas	461068888,9	2	230534444,4	35,36105667	0,00286564	6,94427627
Erro	26077777,78	4	6519444,444			
Total	600657222,2	8				

Nas peças confeccionadas pela forma assimétrica, não existe influência nem do tipo de resíduo nem do tipo de ensaio nas cargas de compressão resistidas pelas peças, pois o $F < F_{crítico}$ nas linhas e nas colunas, como mostrado no Quadro 3.

Quadro 3 - Forma assimétrica: análise da influência do tipo de resíduo e do tipo de ensaio

Anova: fator duplo sem repetição						
RESUMO	Contagem	Soma	Média	Variação		
Mámore	3	60650	20216,66667	303105833,3		
Entulho	3	63750	21250	93517500		
Ferro	3	13950	4650	17872500		
Carga Suportada K	3	37000	12333,33333	162703333,3		
Carga Suportada K	3	30450	10150	602500		
Carga Suportada K	3	70900	23633,33333	353535833,3		
ANOVA						
Fonte de variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Linhas	518948888,9	2	259474444,4	2,016375218	0,2479656	6,94427627
Colunas	314257222,2	2	157128611,1	1,221046019	0,38553706	6,94427627
Erro	514734444,4	4	128683611,1			
Total	1347940556	8				

Para a verificação da influência do tipo de ensaio na carga de compressão das amostras não importando o tipo de resíduo utilizado, utilizou-se todos os valores da carga máxima, como mostrada no Quadro 4.

Quadro 4 - Valores da carga suportada nos 3 tipos de ensaios

Carga Suportada NBR (Kgf)	Carga Suportada ALT (Kgf)	Carga Suportada ASTM (Kgf)
31.850	18.750	36.250
30.000	10.600	25.150
25.250	12.150	25.600
9.400	10.950	40.300
26.300	10.100	27.350
1.300	9.400	3.250

Observa-se que não existe influência do tipo de ensaio na carga de compressão das amostras não importando o tipo de resíduo utilizado, pois $F < F_{crítico}$, como mostrado no Quadro 5.

Quadro 5 - Análise da influência dos 3 tipos de ensaios nos resultados

Anova: fator único						
RESUMO						
<i>Grupo</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>		
NBR	6	124100	20683,3333	153384666,7		
ALT	6	71950	11991,6667	11803416,67		
ASTM	6	157900	26316,6667	165843666,7		
ANOVA						
<i>Fonte da variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	624970277,8	2	312485139	2,831919949	0,09049024	3,68231667
Dentro dos	1655158750	15	110343917			
Total	2280129028	17				

Quando se compara o valor encontrado nos três tipos de ensaio com a utilização de cada tipo de fôrma, pode-se analisar se existe influência do tipo de ensaio tanto na forma simétrica quanto na forma assimétrica.

Observa-se que existe influência dos tipos de ensaio com a utilização da forma simétrica, pois $F > F_{\text{crítico}}$, como mostrado no Quadro 6.

Quadro 6 - Forma simétrica: análise da influência dos 3 tipos de ensaios nos resultados

Anova: fator único						
RESUMO						
<i>Grupo</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>		
NBR	3	87100	29033,3333	11590833,3		
ALT	3	41500	13833,3333	18730833,3		
ASTM	3	87000	29000	39472500		
ANOVA						
<i>Fonte da variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	461068888,9	2	230534444,4	9,90918534	0,01255068	5,14324938
Dentro dos	139588333,3	6	23264722,22			
Total	600657222,2	8				

Observa-se que existe não influência dos tipos de ensaio com a utilização da forma simétrica, pois $F < F_{\text{crítico}}$, como mostrado no Quadro 7.

Quadro 7 - Forma assimétrica: análise da influência dos 3 tipos de ensaios nos resultados

Anova: fator único						
RESUMO						
<i>Grupo</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>		
NBR	3	37000	12333,3333	162703333,3		
ALT	3	30450	10150	602500		
ASTM	3	70900	23633,3333	353535833,3		
ANOVA						
<i>Fonte da variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	314257222,2	2	157128611,1	0,912050757	0,45097277	5,14324938
Dentro dos	1033683333	6	172280555,6			
Total	1347940556	8				

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

O programa de pesquisa foi desenvolvido para avaliar a potencialidade de aplicação dos resíduos. Dentro do planejamento da pesquisa, foi executado um programa experimental fundamentado em ensaios mecânicos de resistência à compressão. Faz-se necessário notar que para minimizar a dispersão nos resultados do programa experimental, um único operador foi responsável pela elaboração de todas as misturas e um único laboratorista executou todos ensaios, em uma mesma máquina de compressão. Os resultados dos ensaios foram submetidos à análise estatística. Além disso, uma única partilha de cada um dos resíduos foi utilizada no decorrer do programa experimental e mais a origem dos resíduos obedeceu as seguintes condições: o pó de entulho é de uma única obra, o pó de mármore é de uma única marmoraria e o pó de forja é de uma única fábrica de ferramenta.

Nestas condições foi verificado que esses três resíduos podem ser utilizados na produção das tachas e tachões de sinalização refletiva viária. Logo, os resíduos, objeto da pesquisa aqui relatada, são uma alternativa ao uso de talco industrial para fabricação desses tipos de artefatos.

Os resultados obtidos mostram, também, que é possível desenvolver uma linha de produtos tipo tachas e tachões, para sinalização horizontal em vias urbanas e em estradas de rodagem, considerada ecoeficiente e com direcionamento para inserção social, a partir do treinamento de pessoal de uma comunidade carente.

Em relação ao ensaio à compressão, as normas NBR e ASTM têm limites e metodologias diferentes e contraditórias. A NBR preconiza que a carga resistida até a primeira trinca a olho nu seja de 15.000 kgf, enquanto a ASTM com a utilização de borracha na parte superior preconiza 2.727 kgf até a quebra. São valores muito diferentes que deveriam ser reavaliados para uma uniformização.

Outro fator que necessita de reavaliação por conta da NBR é a leitura da carga resistida com a primeira trinca a olho nu. Encontrou-se dificuldade para observar a trinca, notadamente a primeira. Sugere-se que a carga normalizada seja aquela referente à ruína, isto é, quando ocorre o colapso da peça, ou melhor carga máxima observada na realização do ensaio. Uma outra forma de avaliação seria a partir da carga máxima observada calcular a resistência de ruptura dividindo-a pela área da seção transversal média da peça. Desta forma, elimina-se a necessidade de estabelecimento de cargas máximas para tachas e tachões de diferentes dimensões e forma.

Falta também, por conta da NBR, a utilização de borracha no ensaio para uma melhor uniformização da superfície. Pode-se utilizar alguma forma de lixamento mecânico nas superfícies das peças, que aliado à borracha fará com que a carga aplicada seja uniformemente distribuída, eliminando a possibilidade de ocorrência de carga excêntrica durante a realização do ensaio. Desta forma, é possível que seja reduzida o valor da dispersão nos resultados dos ensaios.

A fôrma assimétrica é amplamente utilizada nas ruas da cidade do Rio de Janeiro. Entretanto, a forma geométrica simétrica da fôrma proposta neste artigo traz vantagens em relação àquela primeira. A forma simétrica permite a utilização das quatro faces laterais com a mesma superfície de reflexão caso seja necessário.

Além disso, a análise estatística dos resultados do ensaio a compressão de peças confeccionadas com a fôrma simétrica indicou que existe influência tanto do tipo de resíduo quanto do tipo de ensaio. Portanto, isto significa que o controle do produto final é mais suscetível à forma de execução do ensaio, o que é uma garantia para o cliente desde que seja normalizado um ensaio. Além disso, ao ser utilizado uma carga de baixa qualidade para o desempenho da peça, no compósito, os resultados do ensaio de compressão são menos suscetíveis a forma geométrica assimétrica da fôrma.

5 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. “Sinalização horizontal viária – Tachas refletivas viárias - Requisitos, **NBR – 14636**”. ABNT, Rio de Janeiro, 2001.

ASTM INTERNATIONAL **ASTM D 4280 – 04**. “Standard Specification for Extended Life Type, Nonplowable, Raised Retroreflective Pavement Markers”. ASTM, 2004.

BIGNO, I.C. “**Aproveitamento do Resíduo de Corte de Rochas Ornamentais como Fíler Mineral em Compósitos de Matriz Polimérica e Cimentícia**”. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2002.

CARVALHO, E.F. “**A Potencialidade do Uso de Resíduos Industriais Urbanos na Confecção de Tachas Refletivas Viárias**”. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2005.

CÓDIGO DE TRÂNSITO BRASILEIRO, “**Lei .nº 9.503**”, de 23 de setembro de 1997.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO, “**Manual de Sinalização de Trânsito: Parte II – Marcas Viárias e Parte III – Dispositivos Auxiliares à Sinalização**”. 2ª ed., Brasília, DENATRAN, 1990.

JOHN, V. M., ROCHA, J. C., “**Utilização de Resíduos na Construção Habitacional**”. Coletânea HABITARE. Porto Alegre, 2003.

MENEGON, R., MOREIRA, H. A. “**Sinalização Horizontal**”. São Paulo, 2003.

PIRES, E.F.C. “**Comportamento do Concreto Utilizando o Rejeito do Processo de Jateamento de Peças Metálicas Recém-Forjadas**”. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2001.

RIBEIRO, M.F.A. “**Placas de Sinalização em Compósito de Matriz Polimérica Reforçado com Fibra de Sisal**”. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2005.

SEPÚLVIDA, M.A. “**Entulho de Obra: Reaproveitamento como Agregado Miúdo para Confecção de Argamassas na Indústria da Construção**”. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 1996.