



FABRICAÇÃO DE PISO TÁTIL UTILIZANDO ARGAMASSA COM RESÍDUOS DE PNEUS

Marcus M. A. da Silva¹, Laércio G. Gomes¹

*1 - Departamento de Engenharia de Materiais, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA), Belém, PA.
m-muriloalmada@live.com*

RESUMO

Uma das preocupações da sociedade moderna é o aumento crescente de resíduos sólidos gerados no mundo. Entre estes resíduos, estão os pneus inservíveis que devido à significativa quantidade existente nos grandes centros urbanos transformou-se em um sério problema ambiental. Sendo assim, com a necessidade de reduzir este passivo ambiental, este trabalho propõe-se em produzir argamassa cimentícia incorporando resíduos de borracha de pneus para aplicação em piso tátil. A metodologia utilizada baseou-se na incorporação de 6% e 8% dos resíduos finos de borracha de pneus na matriz cimentícia. Foram realizados ensaios mecânicos de compressão axial em corpos de prova cilíndricos e flexão em placas cimentícias de piso produzidas, após o tempo de cura de 28 dias, nas duas concentrações. Os resultados dos ensaios mecânicos com melhor desempenho na resistência a compressão axial são em média de 8,33 MPa para 6% de resíduos e 6,19 MPa para 8% de resíduos de pneus. No ensaio de flexão, as proporções de 6% e 8%, obtiveram os mesmos resultados, média, de 0,0013 MPa. Conclui-se que as argamassas, nas proporções propostas 6% e 8%, apresentam resultados satisfatórios nos ensaios mecânicos propostos neste trabalho.

Palavras-chave: *Piso tátil. Resíduo. Borracha. Compósito. Matriz cimentícia.*

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento tecnológico e o aperfeiçoamento dos materiais são constantes e precisam estar em consonância cada vez mais com políticas ambientais no desenvolvimento sustentável, visto que, as mudanças que o ser humano provoca no meio ambiente podem comprometer a qualidade de vida de toda a humanidade. De acordo com Pedrosa e Nishiwaki (2014), os resíduos sólidos e sua disposição final inadequada causam consequência no aumento dos problemas ambientais, prejudicando os recursos naturais como a água, solo, ar, setores da economia e consequentemente a saúde humana.

Nesse contexto, é comum encontrar nos sítios urbanos deposições e descartes inadequados de pneus inservíveis que estão no fim de sua vida útil, este que se transforma em um vilão e apresenta potenciais danos à saúde pública e ao meio ambiente. Por isso, uma solução para sua destinação final deve ser adotada com o intuito de lidar com os riscos apresentados por este produto ao fim de sua vida útil. (SANTOS, et al. 2013).

É certo que hodiernamente, inúmeras pesquisas são desenvolvidas na busca do aperfeiçoamento dos materiais existentes através da conjugação com rejeitos que apresentam potenciais danos ambientais. Ainda segundo Santos et al. (2013), uma das possibilidades que vêm sendo estudadas para o reaproveitamento dos pneus descartados, é o emprego deste material em misturas cimentícias, visto que outrora aplicados na composição asfáltica, a adição do pneumático ocasiona em aumento dos níveis de elasticidade e durabilidade do compósito.

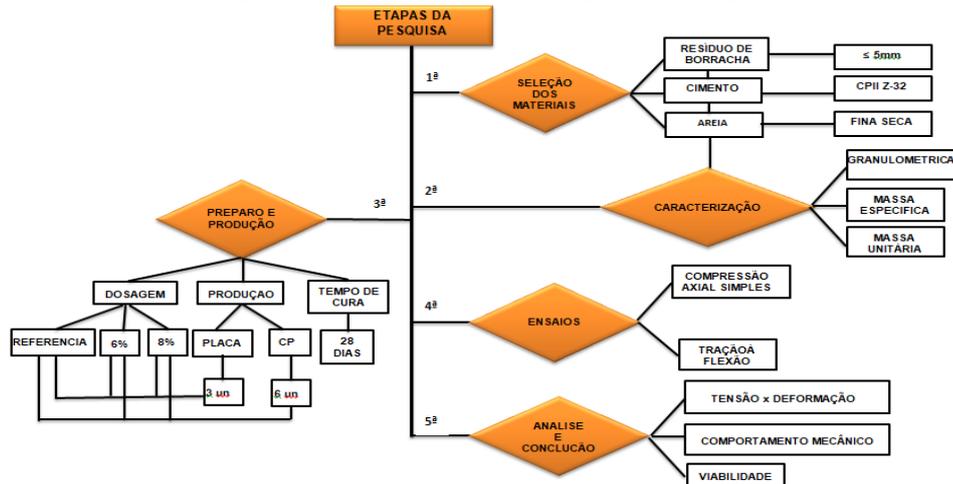
Por outro lado, e conforme a ABNT NBR 16537:2016, a sinalização tátil no piso é considerada um recurso complementar para prover segurança, orientação e mobilidade a todas as pessoas, principalmente àquelas com deficiência visual ou surdo cegueira. Entretanto, uma das grandes dificuldades na mobilidade para quem precisa do piso tátil, é sua vida útil baixa, devido ao desgaste e a fratura dessa cerâmica, proveniente dos esforços mecânicos sofridos no dia-a-dia. Esse comum problema ocasiona constantes reparos por troca dificultando e limitando a mobilidade urbana das pessoas com deficiência visual que segundo dados do Plano Nacional de Saúde coletado pelo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2013) compõem aproximadamente 3,6% da população brasileira.

Desse modo, visando aumentar a resistência mecânica do produto acima citado aliado a reutilização de um resíduo sólido urbano, este trabalho propôs-se a desenvolver argamassa com resíduos de borracha de pneus, dada incorporação nas proporções de 6% e 8% do granulado de pneu em substituição ao agregado miúdo na solução cimentícia para aplicação nas placas de piso tátil.

MATERIAIS E MÉTODOS

O desenvolvimento da pesquisa foi efetuado por 5 etapas pré-estabelecidas, na qual foram feitas: a seleção dos materiais utilizados (resíduo de borracha, areia, cimento) a caracterização dos materiais, a determinação da dosagem para a produção dos corpos de prova, os ensaios mecânicos e físicos, por fim as análises dos resultados. Essas etapas são de fundamental importância para a obtenção de resultados consistentes de acordo com as normas vigentes. O fluxograma abaixo descreve as etapas:

Figura 1: Fluxograma das etapas da Pesquisa



Fonte: Autor, 2021

Materiais:

- Resíduos Fino de Borracha de Pneus

Na produção do compósito de matriz cimentícia foram utilizados resíduo fino de borracha de pneus com granulométrica $\leq 5\text{mm}$, extraído segundo SILVA (2018) do processo de recauchutagem de uma fábrica localizada na Região Metropolitana de Belém-RMB. O resíduo gerado, além da borracha, possui uma porcentagem de arames de aço, havendo a necessidade do uso de um imã para a separação dos arames de aço do resíduo de borracha. E por fim, realizado o peneiramento para separação do material em tamanhos médio, fino e grosso.

A escolha do resíduo com fibras curtas e de granulometria fina, leva em consideração a proporcionalidade de substituição gradual na borracha pela areia fina seca presente nos corpos de provas, além da geometria espacial das placas de piso tátil e do CP's afim de alcançar o melhor acomodamento e compactação da borracha junto a matriz cimentícia.

Imagem 1: Resíduos de Pneus



Fonte: Silva, 2018

- Cimento

Para a produção das placas e dos CP's foi utilizado o cimento CP II-Z-32, que segundo a norma ABNT NBR 16697:2018 o cimento Portland é obtido pela mistura homogênea de clínquer Portland e materiais pozolânicos, moídos em conjunto ou separadamente, podendo conter uma ou mais formas de sulfato de cálcio e materiais carbonáticos, podem, ainda ser adicionados outros materiais normalizados dependendo do tipo que se deseja. O Cimento Portland composto com pozolana CP II-Z-32 leva em sua composição de 6 a 14% de pozolana e até 15% de material carbonático e 71 a 94 de Clínquer e sulfatos de cálcio.

- Agregado Miúdo (Areia)

O agregado miúdo é originário da uma jazida localizada no Km 21 do município de Castanhal-Pa. O agregado fino na condição de limpo e seco foi substituído na proporção 6% e 8% em relação ao resíduo de Borracha. A sua caracterização contou com ensaio de composição

granulométrica, conforme o que estabelece a ABNT NBR NM 248:2003, massa específica, segundo os procedimentos descritos na ABNT NBR NM 52:2009, e massa unitária com base na ABNT NBR NM 45:2006.

- Água

A água utilizada é da Companhia de Saneamento do Pará – COSANPA, adicionada na massa cimentícia na proporção de 400 ml.

Métodos:

- Dosagem e Produção dos CP's

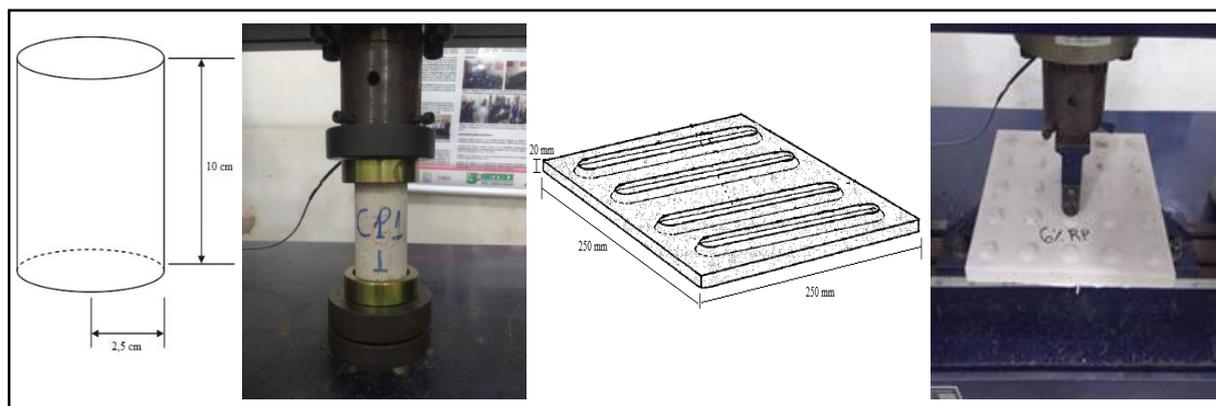
As placas cimentícias de piso tátil foram fabricadas seguindo a norma ABNT NBR 16537:2016, a partir de formas de moldes com dimensões de 25cmx25cmx2cm. Assim como os Corpos de Provas (CP's) cilíndricos a partir de moldes com dimensões diâmetro de 5 cm e altura de 10 cm, seguindo a ABNT NBR 5738:2015. A produção da argamassa foi feita a partir do traço 1:3, na proporção água/cimento (a/c) igual à 0,8. Cimentos Portland Composto Classe 32 (CP II Z-32), areia fina seca, resíduo de pó de borracha com diâmetro $\leq 0,5$ mm e água, com 0%, 6% e 8% de substituição da areia. Os materiais e suas características são listados na tabela a seguir:

Tabela 1: Materiais e suas Proporções

Proporção de substituição	Cimento (g)	Resíduo de Borracha (g)	Água (ml)	Areia (g)	Relação
					Água/cimento (a/c)
0%	500	0	400	1500	0,8
6%	500	90	400	1410	0,8
8%	560	120	400	1380	0,8

Fonte: Autor, 2021

Imagem 2: Dimensão e Ensaio dos Corpos de Prova (CP)



Fonte: Autor, 2021

Foram produzidos 6 (seis) Corpos de Prova (CPs) para cada proporção (0%, 6% e 8%) totalizando 18 (dezoito) CPs. Bem como, as placas de Piso Tátil que foram produzidas na quantidade de 3 (três) na proporção 0% (Referência), 6% e na proporção 8%. Após 28 dias de cura em solução água e cal virgem, as placas de Piso Tátil foram submetidas ao ensaio de Flexão para determinar a curva Tensão x Deformação, os Corpos de Prova (CPs) foram realizados

ensaio de Compressão Axial. Todos os ensaios foram realizados com velocidade de 0,25 MPa/mim.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os ensaios mecânicos foram realizados nas amostras de CP's cilíndricos e Placas de Piso tátil, sendo os CP's submetidos ao ensaio de compressão e a placa de piso tátil submetida ao ensaio de flexão. Ambas as amostras com suas respectivas proporções de substituição do agregado por borracha pneumática, foram comparadas aos dados de referência (0%).

Para compressão dos CP's cilíndricos, foram produzidos 6 corpos de prova com 0% de substituição como padrão comparativo, estes obtiveram como média do ensaio o valor médio de 9,29 Mpa. Já para as composições de resíduos de pneus de 6% e de 8%, os ensaios verificaram que a proporção de 6% obteve resultado mais satisfatório de 8,33 MPa em relação a proporção 8% com média de 6,19 MPa.

De acordo com os resultados obtidos e análise dos gráficos dos ensaios, pode-se verificar em relação a argamassa de referência, que o aumento na porcentagem de incorporação de resíduo de borracha resultou em uma diminuição na resistência à compressão axial. Um dos fatores observados foi que a borracha ser um material que apresenta uma menor resistência do que a areia. Também destaca a redução da densidade por aumento da porosidade devido ao aumento da quantidade de resíduo fino de borracha e seu acomodamento na matriz cimentícia e no aumento da relação a/c na busca de melhora trabalhabilidade da argamassa.

Já para as placas de piso tátil, os resultados obtidos após os ensaios foram equivalentes para ambas as proporções (6% e 8%) com média de 0,0013 MPa. Sendo assim, a incorporação de 8% apresentou na média a mesma resistência da flexão em relação à proporção 6%, dado os valores da argamassa de referência.

Correlacionando os resultados obtidos através dos ensaios mecânicos de Compressão Axial Simples dos CP's e de Flexão das placas de Piso tátil, foi observado uma pequena perda da resistência a compressão axial com o aumento de 6% para 8% na substituição de areia por resíduo fino de borracha. Enquanto que no ensaio de flexão, que na aplicação é o mais significativo, por se tratar de uma placa cimentícia com solicitação da força perpendicular a placa, não sofreu perda na resistência com o aumento da proporção de resíduo de borracha, mantendo a média de 0,0013 MPa, o que significa um resultado bom, comprovando que o aumento da proporção de borracha de 6% para 8% não influenciou na resistência a flexão da placa cimentícia de piso tátil.

CONCLUSÕES

Pode-se concluir que o processamento de argamassas utilizando resíduos de borracha de pneus é viável para o fim de aplicação nas placas de piso tátil. Os resultados obtidos nos ensaios de resistência à compressão axial e resistência à flexão mostram-se satisfatórios e dentro da literatura.

Vale destacar que o uso desse resíduo fino de borracha de pneus em substituição ao agregado natural, como já esperado altera o comportamento mecânico do corpo cimentício, devido à baixa aderência da borracha a matriz e ao aumento da porosidade destacada nos autos citados neste trabalho.

Portanto, pode-se inferir que o uso de argamassa cimentícia com resíduos de borracha de pneus se torna economicamente viável para a construção civil, principalmente em vias públicas de trânsito de pessoas, além de diminuir os custos operacionais em relação a fabricação da argamassa tradicionalmente usada em placas para piso tátil.

REFERÊNCIAS

AKASAKI, J. L. et al. **Estudo de dosagens para obter concretos com resíduos de borracha de pneus**, In Anais do 47º Congresso Brasileiro do Concreto CBC2005, Volume V – Inovações Tecnológicas para o Concreto, p. V806-812, 2005.

DA SILVA, L.M. **Avaliação da qualidade das águas superficiais dos mananciais do Utinga e dos rios Guamá e Aurá, Belém, Pará**. Centro Científico Conhecer, v.10, n. 18; 3161, 2014.

FELICETTI, S. et al, **Acessibilidade, Orientação e Mobilidade: Um Estudo de Caso Considerando o Ponto de Vista de Pessoas Cegas ou com Baixa Visão**, *Divers@*, Matinhos, v. 9, n. 1, p. 39-51, jan./dez. 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE, **Pesquisa Nacional de Saúde 2013, Ciclos de vida**, Rio de Janeiro, 2015.

PEDROSA, D. S. F.; NISHIWAKI, A. A. M. “**Resíduos Sólidos: Uma Visão Prospectiva a Partir da Análise Histórica da Gestão**”. In: El-Deir, S. G. (Coord.). *Resíduos Sólidos: Perspectiva e Desafios para a Gestão Integrada*. Recife: EDUFRPE, pp. 12-19. 2014.

SILVA, L. S., **Concreto Alternativo com Utilização de Resíduos de Borracha de Recauchutagem de Pneus para Elementos e Componentes Pré-Fabricados**. IFPA- INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PARÁ, BELÉM – PARÁ – BRASIL, 2018.

SILVA, F.M. **Análise da Aplicação de Resíduo de Borracha de Pneus em Piso Tátil Intertravado de Concreto**, Universidade Estadual de Campinas Faculdade de Tecnologia, Mestrado em Tecnologia, Limeira, 2014.

MANUFACTURE OF TACTILE FLOOR USING MORTAR WITH WASTE TIRE

ABSTRACT

One of the concerns of modern society is the increasing amount of solid waste generated in the world. Among these wastes, there are waste tires that, due to the significant amount existing in large urban centers, have become a serious environmental problem. Therefore, with the need to reduce this environmental liability, this work proposes to produce cement mortar incorporating tire rubber residues for application in tactile flooring. The methodology used was based on the incorporation of 6% and 8% of fine tire rubber residues in the cement matrix. Mechanical tests of axial compression were carried out on cylindrical specimens and bending on cementitious floor plates produced, after a curing time of 28 days, in both concentrations. The results of the mechanical tests with the best performance in the axial compressive strength are on average 8.33 MPa for 6% of waste tires and 6.19 MPa for 8% of waste tires. In the bending test, the proportions of 6% and 8%, obtained the same results, average of 0.0013 MPa. It is concluded that the mortars, in the proposed proportions of 6% and 8%, present satisfactory results in the mechanical tests proposed in this work

Keywords: *Tactile floor. Residue. Rubber. Composite. Cement matrix.*