

Estudo sobre o Tratamento e Destinação de Rejeitos de Poliuretano

Study about the Polyurethane Residues Treatment and Destination

Carla da C. Vieira^a; Euler M. de Miranda^a; Flávio H. dos Santos^a; Josiane V. de Jesus^a; Leandro do E. S. Costa^a; Lilian C. A. Maia^a; Mônica de S. Costa^a; Nathália C. da Silva^a; Nubia da S. Lopes^a; Suzi C. de Moraes^a; Tamiris M. Tosta^a; Simone Elza dos Santos Teodoro^{a*}; Giselle Aline dos Santos Gonçalves^a

^aFaculdade Pitágoras de Betim, Curso de Engenharia Química, MG, Brasil.

*E-mail: simone.teodoro@kroton.com.br

Resumo

Atualmente, o setor industrial vem buscando, por meio de inovações tecnológicas, promover o desenvolvimento sustentável. Neste contexto, o objetivo desta pesquisa foi o estudo da possibilidade de aplicação do resíduo de poliuretano proveniente de uma indústria do ramo automobilístico na composição de um piso intertravado para construção de uma calçada. Os experimentos envolveram a seleção e a caracterização das matérias-primas utilizadas, confecção de corpos-de-prova de piso intertravado, baseando-se em parte na norma técnica ABNT NBR 6136. A produção dos pisos com teores de resíduos de poliuretano triturado na proporção de 10%, 20% e 30%, substituindo parte da areia. Os resultados obtidos foram representados em tabelas demonstrando a determinação de absorção em água, conforme preconiza a norma ABNT NBR 9781.

Palavras chave: Piso Intertravado. Poliuretano. Resíduo. Sustentabilidade. Calçada

Abstract

Nowadays, the industrial sector has been seeking, through technological innovations, to promote sustainable development. In this context the objective of this research is study the possibility of using the polyurethane residue from an automobile industry in the composition of an interlocked floor to build a sidewalk. The experiments involved in this research was the selection and characterization of the raw materials utilized, the preparation of interlocking floor test specimens, based in part on the technical standard ABNT NBR 6136. The floors production with the polyurethane waste contents crushed in the proportion of 10% 20% and 30%, replacing part of the sand. The obtained results were represented in tables demonstrating the water absorption determination and the compressive strength according to the standard ABNT NBR 9781.

Keywords: Interlocking Floor, Polyurethane, Waste, Sustainability, Sidewalk

1 Introdução

O poliuretano é um polímero proveniente da reação de poliadição de isocianatos e polióis, realizado primeiramente pelo químico industrial alemão Otto Bayer, desde o final da década de 1930, com intuito de substituir a borracha. Desde então, a produção de poliuretano vem adquirindo espaço no meio produtivo para produção de diversos tipos de produtos como: espumas rígidas e flexíveis, isolantes acústicos e térmicos, plásticos rígidos e flexíveis, e aplicados também em tintas. O poliuretano pode ter sua estrutura química e estrutura física diferenciada devido ao tipo de isocianato e polióis aplicados na produção.

Desde então, a produção de poliuretano é executada em larga escala, principalmente, na indústria automobilística, para revestimento interno dos motores e sistema de arrefecimento, nos assentos, volantes, painéis, sistema de isolamento acústico, dentre outras aplicabilidades. Durante o processo de fabricação dessas peças e revestimentos são gerados resíduos, os quais podem ser classificados em Classe I ou Classe II, que varia de acordo com a reação e os aditivos utilizados, tornando o resíduo mais nocivo ao meio ambiente. É de responsabilidade da empresa geradora realizar a destinação desse resíduo, para tal destinação é necessário o planejamento

e gerenciamento apropriado dos resíduos gerados, de modo a evitar a contaminação do meio e reduzindo o risco para saúde humana e preservação do meio.

Dessa forma, o resíduo vem sendo redirecionado a outras indústrias, que visam reutilizar o poliuretano em seu processo produtivo, evitando assim, que esse resíduo vai para descarte em aterros sanitários, aumentando gradativamente o volume dos mesmos, já que se trata de um material de difícil degradabilidade no meio ambiente.

Existem vários estudos que apontam o reaproveitamento do resíduo de poliuretano na área termoplástica, sendo fornecido calor ao resíduo e recolocado em outros produtos, como: solas de sapatos, resinas para tintas e impermeabilizantes, dentre outros produtos, visando implementar o conceito do desenvolvimento sustentável, que caracteriza em obter o crescimento econômico sem prejudicar o meio ambiente, a fim de garantir o desenvolvimento social para as nações futuras.

O poliuretano é muito utilizado na construção civil em isolamentos térmicos e acústicos, impermeabilização de superfícies, tintas e solventes. Na área de construção civil, existem vários estudos para reciclagem e reutilização de vários tipos de resíduos como pneus, borrachas, garrafas pet, etc., e ganha destaque a área de aplicabilidade de rejeitos

oriundos das indústrias em seu processo de produção de matérias-primas.

Uma área que faz parte da construção de um imóvel é a calçada, e a sua construção deve ser realizada de acordo com a NBR 9050/2004. O termo calçada é caracterizado como parte da via não destinada à circulação de veículos, reservada ao trânsito de pedestres e, quando possível, à implantação de mobiliário, sinalização, vegetação e outros fins (BRASIL, 1997).

Utilizando todas as especificações de execução da calçada de piso intertravado dada pela NBR 6136, visa-se nesse presente trabalho, a produção de uma calçada utilizando o resíduo de poliuretano proveniente do processo de fabricação de volantes do setor automobilístico, como substituinte parcial da areia pela espuma rígida de poliuretano, sendo avaliados comportamentos mecânicos. Serão avaliadas também, características físicas, a fim de analisar as propriedades adquiridas nessa calçada e composição do concreto com a adição do resíduo, avaliando também a viabilidade econômica.

2 Material e Métodos

2.1 Materiais e reagentes

Resíduo de poliuretano (aparas de PU); Cimento CPV; Areia média lavada; Brita nº zero. Pó de pedra; Esmeril Somar RPM 3500 2P 60Hz, monofásico motor: weg E48; Estufa de Secagem e Esterilização Novainstruments, faixa de temperatura: 50 °C até 250 °C, variação de temperatura: +/- 10°C, volume nominal: 280 litros – 2 prateleiras, peso: 100Kg, alimentação: selecionável para 110 ou 220 volts 50/60Hz.; Balança digital Ultra slim W910, capacidade: 180Kg/ graduação: 100gr, plataforma em vidro temperado com tela de LCD, unidade de medida: Kg,Lb,St; Balde; Recipiente para misturar a massa; Colher de pedreiro; Água; Formas retangulares para piso Inter travado; Óleo queimado; Betoneira.

Resíduo de Poliuretano (aparas de PU) - O resíduo industrial de aparas de PU, obtido por meio do processo de injeção de poliuretano, fornecido por uma indústria do ramo automobilístico.

O Cimento CPV, areia média lavada, o pó de pedra e a brita foram comprados em depósitos de construção da região de Betim, são considerados produtos comerciais, de uso comum na indústria da construção civil.

Os moldes utilizados possuem formato retangular e área de quarenta e seis centímetros cúbicos, foram cedidos pela empresa fabricante de concretos para pavimentação, bem como o óleo utilizado para untar os moldes.

2.2 Seleção das proporções do poliuretano

Foram definidos três tipos de proporções de amostras: 10%, 20% e 30% em substituição da areia na composição das amostras de pisos.

O processo de reciclagem mecânica do resíduo industrial

de poliuretano foi realizado por meio de esmeril. Após moagem, o resíduo de PU foi peneirado e pesado. As amostras foram processadas utilizando-se três tipos de massa para a produção de concreto para pavimentação intertravada.

As proporções de resíduos em 10%, 20% e 30%, o Cimento Portland, areia lavada média, pó de pedra, brita zero foram pesados e misturados e, após sua homogeneização, colocadas em moldes untados. Após este processo, os moldes foram agitados manualmente, para evitar imperfeições das peças.

O piso de concreto, sem o uso de poliuretano, foi preparado segundo a NBR 6136, respectivamente cimento, areia, pó de pedra e brita zero.

Os quantitativos de todas as composições preparadas estão apresentados no Quadro 1. Para cada composição foram moldados em moldes retangulares, com as dimensões de 193 mm de comprimento e 9 mm de largura, utilizados nos ensaios mecânicos de resistência à compressão e os ensaios de absorção de água.

Quadro 1 - Composições preparadas para o projeto.

Materiais	Padrão (branco)	PU c/ 10%	PU c/ 20%	PU c/ 30%
Cimento (g)	6000	6000	6000	6000
Areia (g)	12000	10800	9600	8400
Pó de Pedra (g)	6000	6000	6000	6000
Brita (g)	6000	6000	6000	6000
Poliuretano* (g)	-----	1200	2400	3600

Fonte: Dados da pesquisa.

A água foi adicionada aos poucos de acordo com a homogeneização da massa, foram utilizados em média 2300(g).

Foram feitas as desformas, após 12 horas da preparação dos corpos de prova de concreto padrão, 36 horas para amostra de 10%, 60 horas para amostras 20% e para os corpos de 30% 84 horas (cura ao ar). A partir de então a cura dos corpos de prova foi realizada em meio saturado por 5 dias para os corpos com adição de poliuretano e 4 dias para os corpos padrão para que houvesse uma perfeita hidratação do cimento.

2.3 Ensaio de absorção de água

Para todos os corpos de provas, foram realizadas três amostras de cada bloco com exceção do padrão: 10%, 20% e 30% foram determinados o teor de absorção da seguinte forma: inicialmente, os corpos de provas foram pesados (M1) e imersos em água a uma temperatura de 23°C por 24 horas até alcançar a condição saturada e, logo após, é retirado o excesso de água e o material é pesado individualmente e este procedimento é repetido a cada duas horas até registrar diferença de massa a 0,5% em relação à anterior (M2).

O índice de absorção é medido por .

Em que:

A= é a absorção de cada iro de prova, expressa em porcentagem.

m_1 = é a massa do corpo de prova seco, expressa em gramas.

m_2 = é a massa do corpo de prova saturado, expressa em gramas.

Para realização deste ensaio se seguiu o procedimento definido pela norma brasileira NBR 9781.

No segundo teste, os corpos de provas foram pesados e imergidos em água a uma temperatura de 23 °C por 24 horas até alcançar a condição saturada, o material foi seco em estufa, a uma temperatura de 110°C, até atingir a constância de massa, e em seguida pesado.

As peças de concreto foram inspecionadas, visualmente, com intuito de identificar defeitos que possam comprometer o assentamento, a estrutura e a estética da calçada.

3 Resultados e Discussão

Devido a agitação ineficiente, algumas amostras apresentaram deformações e porosidade, identificados durante a inspeção visual.

Devido adição de poliuretano, as amostras com teores de 20 e 30% apresentaram alteração na cor.

3.1 Teste absorção

O Quadro 2 mostra os valores de peso e dos ensaios de absorção dos corpos de provas estudados, em função da adição do poliuretano. Verifica-se que ao aumentar a quantidade de poliuretano se reduz a massa dos pisos, se comparado com pisos padrão.

Quadro 2 - Comparativo entre a redução de peso e a absorção dos pisos intertravados.

Amostras	Peso (g)	Redução do peso %	Absorção%	Desvio padrão
Padrão (sem PU)	2000	-	0%	-
Com PU a 10%	1850	7,5%	0,83%	1,17%
Com PU a 20%	1583	20,85%	4,19%	1,46%
Com PU a 30%	1333	47,6%	17,46%	1,48%

Fonte: Dados da pesquisa.

De acordo com a norma 9781/2013, a amostra de peças de concreto deve apresentar uma absorção com valor médio menor ou igual a 6%, observou-se que o bloco com teor de 10% de poliuretano foi o único que atendeu aos parâmetros citados na norma e os blocos com 20% e 30% foram reprovados.

O Quadro 3 mostra os valores de peso e teste de absorção, após secagem na estufa dos corpos de provas estudados, em função da adição do poliuretano.

Quadro 3 - Comparativo entre a redução de peso e a absorção (estufa) dos pisos intertravados

Amostras	Peso (g)	Redução do peso %	Absorção%	Desvio padrão
Com PU a 10%	1833,3	4,7%	5,8%	1,62
Com PU a 20%	1544,4	17,5%	11,0%	1,49
Com PU a 30%	1266,7	21,66	23,66%	1,52

Fonte: Dados da pesquisa.

No teste de secagem na estufa, não foi possível fazer a medição a cada 2 horas devido ao horário de funcionamento da faculdade, então foram realizados os testes a cada 30 minutos. Observou-se, assim, que os blocos de 20% e 30% estão fora dos padrões aceitáveis e o bloco de 10% teve um resultado satisfatório.

Verifica-se que ao adicionar o poliuretano, a absorção de água nos pisos aumenta, e quanto maior a quantidade PU maior é absorção. A absorção mostra a porosidade dos pisos Intertravados. É desejável que o piso possua menor porosidade possível para que não ocorra vulnerabilidade às intemperes da natureza ou agentes agressivos do meio, reduzindo sua durabilidade. A porosidade identificada nas amostras de 20 e 30% pode estar associada com a capacidade do PU de absorver água.

3.2 Ensaio de resistência a compressão

Não foi possível realizar os ensaios de resistência a compressão. Na região, não foi identificado nenhum laboratório acreditado, que realizassem os ensaios em corpos de provas retangulares.

O esperado para o piso intertravado com adição de poliuretano era atender as especificações da norma NBR 9781, apresentando uma resistência característica para compressão de ≥ 35 MPA para ser usado para tráfego de pedestres, veículos leves comerciais de linha, não sendo possível determinar os padrões de aceitação dos corpos de provas produzidos.

4 Conclusão

A fabricação piso intertravado para construção de calçadas, a partir da adição de resíduo de poliuretano triturado é possível, baseado nos estudos científicos.

Os resultados dos testes de absorção para os pisos intertravado com substituição parcialmente de 20% e 30 % de areia pelo poliuretano demonstram que houve maior absorção de água, devido a sua porosidade, bem como formação bolhas de ar devido falha na agitação. Já a substituição parcial de 10% foi aprovada no teste de absorção com índice menor que 6%, conforme a NBR9781.

A redução de peso, nas amostras com teor de 20 e 30%, foi significativa, no entanto, algumas considerações devem ser feitas em relação ao grau e compactação, a quantidade e o tamanho de PU, absorção do PU, umidade da mistura, entre outras são variáveis que podem alterar os resultados.

Devido a não realização dos ensaios de compressão para os corpos de prova não foi possível determinar qual seria a

melhor porcentagem para a fabricação de pisos intertravados.

O método para moagem do poliuretano e método de produção dos pisos pode ser melhorado, por meio de equipamentos, que proporcionam melhor agitação, compactação, homogeneização e de aditivos que diminuam absorção de água.

Contudo, para determinar a viabilidade da fabricação de calçadas, por meio de pisos intertravados, muitos estudos devem ser realizados, dentre esses o ensaio de resistência à compressão, necessário avaliar a durabilidade e a qualidade.

Referências

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR5733: Cimento Portland com alta resistência inicial. 1991. Disponível em: <http://equipedeobra.pini.com.br/construcao-reforma/16/materiais-cimento-nao-e-tudo-igual-nao-76288-1.aspx>. Acesso

em: 22 out. 2017.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR 9781:2013 Peças de concreto para pavimentação especificação e métodos de ensaio. Disponível em: <http://salvadorpremoldados.com.br/wp-content/uploads/2016/04/NORMA-ABNT-NBR-9781-PISOS.pdf>

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR 15953:2011 - Pavimento intertravado com peças de concreto – execução.

Disponível em: <http://www.mapadaobra.com.br/gestao/piso-intertravado-solucao-segura-economica-e-durave>. Acesso em: 22 out. 2017.

BRASIL. Lei nº 9.503 – Código de Trânsito Brasileiro. Brasília, 1997.

CANEVAROLO JUNIOR, SV. *Ciências dos polímeros*. São Paulo: Art Liber, 2010.