



UTILIZAÇÃO DE PLÁSTICO RECICLADO PARA OBTENÇÃO DE UM NOVO PAVIMENTO PERMEÁVEL



UTILIZATION OF RECYCLED PLASTIC TO OBTAIN A NEW PERMEABLE FLOOR

MARTINS, Ítalo Yago Ferreira^{1*}; FUKAYA, Hiroyuki²; MARTINS, Aline Gabrielle Ferreira³;

^{1,2,3} Pontifícia Universidade Católica De Minas Gerais, Campos Barreiro, Departamento de Engenharia Civil, Av. Afonso Vaz de Melo, cep 30640-070, Belo Horizonte - MG, Brasil
(fone: +55 31 3319 4444; fax: +55 31 3328 9540)

* Autor correspondente
e-mail: italo.yago9@gmail.com

Received 17 October 2017; received in revised form 21 September 2017; accepted 22 September 2017

RESUMO

Com o crescimento do mercado da construção civil torna-se necessário o desenvolvimento de novos produtos. Levando isto em consideração, este artigo propõe um estudo utilizando plástico reciclado no desenvolvimento de pisos porosos para a construção civil. O intuito é reduzir o volume deste resíduo sólido na cidade e no aterro sanitário, além de utilizar menos recursos naturais, tais como a madeira e aço. Para o desenvolvimento do trabalho, foram utilizados plásticos de garrafas pets, além disso, os materiais desenvolvidos foram testados em laboratório, no qual foram levantados os critérios necessários para eventual aprovação do mesmo. Os resultados obtidos apontam que 99,5% da água passa através do material desenvolvido, o que configura um resultado bastante satisfatório. Os resultados alcançados no que tange a resistência à abrasão, a limpabilidade, resistência ao ataque de agentes químicos e o aspecto superficial foram igualmente favoráveis. Sendo assim, observou-se que o material desenvolvido é adequado para utilização na função de pisos porosos, além de contribuir na redução dos resíduos plásticos na cidade, dar destinação a este resíduo e utilizar menos recursos naturais. Esses resultados comprovam que o produto seria adequado para auxiliar na drenagem urbana, uma vez que contribuiria para o escoamento superficial e, ainda, diminuiria o volume dos resíduos sólidos.

Palavras-chave: *Plástico; Reciclagem; Sustentabilidade; Drenagem urbana.*

ABSTRACT

With the growth of the construction market, it is necessary to develop new products. Taking this into account, this article proposes a study using recycled plastic in the development of porous floors for civil construction. The intention is to reduce the volume of this solid waste in the city and in the landfill, in addition to using less natural resources, such as wood and steel. For the development of the work, plastic bottles were used pets, in addition, the materials developed were tested in the laboratory, in which the necessary criteria were raised for eventual approval of the same. The results show that 99.5% of the water passes through the material developed, which is a very satisfactory result. The results achieved with respect to abrasion resistance, limpability, chemical resistance to attack and surface appearance were equally favorable. Therefore, it was observed that the material developed is suitable for use in the function of porous floors, besides contributing to the reduction of plastic waste in the city, to allocate this waste and to use less natural resources. These results prove that the product would be adequate to aid in urban drainage, since it would contribute to the surface runoff, and would also reduce the volume of solid waste.

Keywords: *Plastic; Recycling; Sustainability; Urban drainage.*

INTRODUÇÃO

Um dos maiores problemas decorrentes da urbanização, de acordo com Gonçalves e Oliveira (2014), está relacionado com a impermeabilização do solo devido a ocupação urbana, causando enchentes e alteração do ciclo hidrológico. Situação que agrava a ineficiência da drenagem urbana é o volume excessivo de resíduos sólidos nos centros urbanos, que causa obstruções nas bocas de lobo, contribuindo para o aumento dos focos de alagamento e proliferação de doenças. (KIM *et al*, 2010).

Visando minimizar estes problemas, no início dos anos 90, começou a se discutir sobre a drenagem urbana sustentável, que se baseia em gestão urbana, evitar desmatamento, erosões e assoreamento dos rios e lagos, bem como manutenção dos recursos hídricos e da qualidade das águas superficiais e subterrâneas. (KOBAYASHI, 2008).

Complementarmente, devido ao crescimento econômico e populacional do Brasil, surgiu uma demanda de busca de novos materiais mais eficientes e sustentáveis, afim de minimizar os efeitos da extração em grande escala de recursos naturais para o setor de obras (KIBERT, 2013), como a madeira (FEARNSIDE, 2005) e o aço (INABA e COELHO, 2015). E também buscando evitar o grande descarte de materiais de obra que não são reaproveitados, como o concreto (OLIVEIRA, 2002). Essa necessidade de inovação em técnicas para a construção civil levou a utilização de novos materiais, como o plástico, para substituir os materiais tradicionais, como a madeira, aço, concreto e entre outros. É importante melhorar o comportamento técnico e econômico dos empreendimentos, favorecendo o desenvolvimento sustentável no ramo da construção (LIMA, 2012).

A expressão desenvolvimento sustentável ou o vocábulo sustentabilidade vem se tornando muito comum atualmente. Isso devido a despeito dos problemas ambientais e a crescente necessidade de desenvolver economicamente. (MIKHAILOVA, 2004).

Nesse sentido, o uso do plástico surge como uma alternativa não apenas de reduzir o volume de sólidos, os quais prejudicam a drenagem urbana, como também de gerar pisos porosos que favoreçam a infiltração da água e reduzam o risco de enchentes (CANGEMI,

2005).

Segundo Valante (2009) uma das principais causas de inundações nos grandes centros urbanos, é o acúmulo de lixo nas sarjetas e bocas de lobo, causando enxurradas urbanas, este fenômeno é agravado devido ao aumento da intensidade de chuva em um menor período de tempo.

Diante do exposto, realizou-se uma pesquisa para comprovar a eficiência dos materiais plásticos para obtenção de novos modos construtivos destinados à construção civil, específicos para micro-drenagem urbana, a exemplo dos tijolos e telhas plásticas desenvolvidos no artigo de Moraes et al. (2010). Possibilitando para o projeto a criação de pisos porosos, os quais podem ser utilizados nas sarjetas urbanas, reduzindo, ainda, a necessidade do uso de madeira e aglomerantes na construção civil.

OBJETIVOS

- Este trabalho tem por principal objetivo, oferecer uma correta destinação aos resíduos plásticos que são gerados na região metropolitana de Belo Horizonte;
- Desenvolver um novo tipo de pavimento permeável por meio de material reciclável;
- Aperfeiçoar o sistema de drenagem urbana da capital mineira;
- Analisar a viabilidade da utilização do plástico para reutilização como material drenante.

MATERIAL E MÉTODOS

Foi feito um levantamento de dados, a partir da análise do material reciclável coletado na região do Barreiro em Belo Horizonte, mais especificamente ao redor da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC-MG), os quais eram destinados ao sistema público de coleta.

Em seguida, recolheu-se somente o material plástico provenientes dos arredores e desenvolveu-se, em laboratório, 03 amostras de piso plástico, visto na Figura 1. As garrafas pets foram cortadas e levadas ao forno à 150 °C, presentes na Figura 2.

Após determinado tempo, pode-se notar que houve redução do volume do plástico.

Adotou-se o seguinte método: adicionou-se e adensou-se o plástico após redução de volume repetidas vezes, até que o piso chegasse à espessura de aproximadamente 3cm.

Em sequência, as amostras foram submetidas ao teste de resistência à abrasão (Tabela 1), permeabilidade (Tabela 2), limpabilidade (Tabela 3), resistência ao ataque de agentes químicos (Tabela 4) e aspecto superficial ou análise visual, de acordo com as NBR 13817/1997, NBR 13818/1997 e CECRISA (2017). Ainda, de acordo com a NBR 16416/2015, classificou-se o seu coeficiente de escoamento superficial e coeficiente de permeabilidade.

Tabela 2. Grupos de absorção de água para métodos de fabricação prensadas

Grupos	Absorção de água (%)
Bla	$0 < Abs \leq 0,5$
Blb	$0,5 < Abs \leq 3,0$
BIIa	$3,0 < Abs \leq 6,0$
BIIb	$6,0 < Abs \leq 10,0$
BIII	Abs acima de 10,0

Fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – NBR – Placas cerâmicas para revestimento. Maio 30, 1997.

Tabela 3. Classificação de limpabilidade

Classe de Limpabilidade	Remoção de manchas
Classe 5	Máxima facilidade de remoção de mancha
Classe 4	Mancha removível com produto de limpeza fraco
Classe 3	Mancha removível com produto de limpeza forte
Classe 2	Mancha removível com ácido clorídrico, hidróxido de potássio e tricloroetino
Classe 1	Impossibilidade de remoção da mancha

Fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – NBR – Placas cerâmicas para revestimento. Maio 30, 1997.

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Durante a coleta dos resíduos, percebeu-se que presença de grande quantidade de garrafas pets, garrafas de vidro e latinhas de alumínio, além de outros componentes com proporções menores, os quais representaram, respectivamente, 30%, 30%, 30% e 10% do volume total do lixo. Isto, devido à existência do grande número de bares e restaurantes na região, presentes na Figura 3.

Constatou-se nas análises dos dados das amostras, de acordo com a NBR 13817/1997 e NBR 13818/1997, que o piso desenvolvido é prensado, e absorve 0,5% de água, sendo classificado como Bla; contendo número de ciclos para visualização de 11587, logo, sendo classe de abrasão PEI 4. Assim a sua utilização pode ser recomendada para todas as dependências residenciais e ambiente comerciais de tráfego alto. A sua classe de limpabilidade é 4, ou seja, pode-se remover manchas com produtos de limpeza de fraca ação. Ficou evidenciado que o material é resistente à agentes químicos ácidos com concentração baixa. Em relação aos aspectos visuais tem qualidade C, onde os defeitos são visíveis no padrão de observação (1m +/- 0,05m de distância de um painel de 1m²).

Em consonância com a NBR 16416/2015, observou-se que a média dos dados, permite dizer que o piso tem coeficiente de escoamento superficial de 0,015 sendo que o seu coeficiente de permeabilidade é aproximadamente igual a 4,45E-03 m/s, tendo a permeabilidade alta.

Todos os resultados podem ser vistos na Tabela 5.

Comparando os pisos plásticos desenvolvidos com os pisos intertravados por Deneno (2017), os pisos plásticos atendem bem aos parâmetros básicos exigidos pela norma, uma desvantagem constatada é a taxa de permeabilidade, pois não é de 100%, essa comparação pode ser observada na Tabela 6.

CONCLUSÕES:

Com os dados levantados e as análises feitas com base nas normas acima citadas, pode-se perceber que o piso poroso desenvolvido com o plástico é um material muito útil na construção civil, tanto para a utilização em áreas internas e externas de um

empreendimento. Além disso, pode-se notar que ele atende também as funções de pisos drenantes e de uma grelha de boca de lobo. Logo, possibilitando a sua utilização em locais onde a drenagem é insuficiente e/ou problemática.

Ademais, o piso proposto é uma opção viável no que tange a destinação dos resíduos plásticos existentes nas áreas urbanas, que muitas vezes são descartados nas ruas e vias, obstruindo as bocas de lobo. Trata-se, portanto, de alternativa viável, haja vista adequação técnica e baixo custo de produção.

REFERÊNCIAS:

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16416: Pavimento permeáveis de concreto:** Requisitos e procedimentos. Rio de Janeiro, 2015.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13817: Placas cerâmicas para revestimento:** Especificação e método de ensaio. Rio de Janeiro, 1997.
3. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13818: Placas cerâmicas para revestimento:** Especificação e método de ensaio. Rio de Janeiro, 1997.
4. CANGEMI, José Marcelo. et al. Biodegradação: Uma alternativa para minimizar os impactos decorrentes dos resíduos plásticos. **Química Nova Na Escola**, São Paulo, n.22, p.17-21, 2005.
5. CECRISA. **Classificação de revestimentos cerâmicos.** Criciúma: Cerâmica Portinari, 2017. Disponível em: <[http://www.bertolaccini.com.br/img/Guia Tecnico/Portinari/Classificacao_de_Revestimentos_Ceramicos.PDF](http://www.bertolaccini.com.br/img/Guia_Tecnico/Portinari/Classificacao_de_Revestimentos_Ceramicos.PDF)>. Acesso em: 20 abril 2017.
6. DENENO, Murilo. **Sobre pisos permeáveis e drenantes** – características técnicas, 2017. Disponível em: <www.rhinopisos.com.br/site/files.php?id=701>. Acesso em: 12 abril 2017.
7. FEARNside, Philip M. Desmatamento na Amazônia Brasileira: história, índices e consequências. **MEGADIVERSIDADE**, Manaus, vol.1, n.1, p.1-11, 2005.
8. GONÇALVES, André Bertoletti; OLIVEIRA, Rafael Henrique. Pavimentos permeáveis e sua influência sobre a drenagem. In: SEMINÁRIO ÁGUA EM AMBIENTES URBANOS, 2014, São Paulo. **Anais PHA.** São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2014. p.1-12. Disponível em: <www.pha.poli.usp.br/LeArq.aspx?id_arq=11805>. Acesso em: 12 abril 2017.
9. INABA, Roberto; COELHO, Catia M.C. Simões. A evolução da construção em aço no Brasil. *Revista Arquitetura & Aço*, Rio de Janeiro, n.42, 15 de jul. 2015.
10. KIBERT, Charles J. **Sustainable Construction: Green Building Design and Delivery.** 3. ed. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc, 2013. 7p.
11. KIM, Estele et al. Lixo nos bueiros e nas vias pioram problema de enchentes no ABC. **Rudge Ramos online**, São Paulo, 30 nov. 2010. Disponível em: <<http://www.metodista.br/rronline/videos/repportagens/2010/11/excesso-de-detritos-nos-bueiros-e-lixo-nas-vias-pioram-o-problema-de-enchentes>>. Acesso em: 12 abril 2017.
12. KOBAYASHI, Fabiana Y. et al. Drenagem urbana sustentável. In: SEMINÁRIO ÁGUA M AMBIENTES URBANOS, 2008, São Paulo. **Anais PHD.** São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2008. p.1-18. Disponível em: <www.pha.poli.usp.br/LeArq.aspx?id_arq=3040>. Acesso em: 12 abril 2017.
13. LIMA, Ana Carolina A.C. et al. A utilização de plásticos na construção civil. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA**, 40, 2012, Belém. COBENGE. Belém: UFPA, 2012. p.1-10.
14. MIKHAILOVA, Irina. Sustentabilidade: Evolução dos conceitos teóricos e os problemas da mensuração prática. **Revista Economia e Desenvolvimento**,

Pernambuco, n.16, p.1-20, 2004.

15. MORAES, Sandra Regina Pires et al. Avaliação de polímeros termoplásticos recicláveis como materiais componentes de telhas e tijolos. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, vol.6, n.11, p.1-14, 2010.
16. OLIVEIRA, Márcio J. E. de. Materiais descartados pelas obras de construção civil: Estudo dos resíduos de concreto para reciclagem. Tese de Doutorado em Geociências e Meio Ambiente, Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista, UNESP. Rio Claro, 2002.
17. VALENTE, O.F. Reflexões hidrológicas sobre inundações e alagamentos urbanos. *Minha Cidade*, São Paulo, ano 10, n. 109.01, Vitruvius, ago. 2009 .



Figura 1. Amostra pronta



Figura 2. Amostra no forno



Figura 3. Garrafas pets e garrafas de vidros presentes nas lixeiras ao redor da PUCMG

Tabela1. Classe de abrasão de acordo com a CECRISA

Classe de Abrasão	Local de uso Recomendado pela CECRISA
PEI 0	Paredes
PEI 1	Banheiros e quartos residenciais
PEI 2	Dependências residenciais sem ligação com áreas externas
PEI 3	Todas as dependências residenciais
PEI 4	Todas as dependências residenciais e ambientais comerciais de tráfego médio
PEI 5	Todas as dependências residenciais e ambientes comerciais de tráfego intenso
Estágio de abrasão: nº de ciclos para visualização	Classe de abrasão
100	PEI 0
150	PEI 1
600	PEI 2
750-1500	PEI 3
2100,6000,12000	PEI 4
acima de 12000	PEI 5

Fonte: CECRISA – **Classificação de revestimento cerâmico. 2017.**

Tabela 4. Resistência ao ataque de agentes químicos

Agentes químicos		Alta - A	Média - B	Baixa - C
Ácido	Alta Concentração - H	HÁ	HB	HC
Álcalis	Baixa Concentração - L	LA	LB	LC
Produtos domésticos e de piscinas		A	B	C

Fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – NBR – **Placas cerâmicas para revestimento. Maio 30, 1997.**

Tabela 5. Resultados obtidos

Testes	Resultados obtidos	Classificação	OBS
Piso desenvolvido	Prensado	Bla	-
Absorve água	0,5%		
Resistência a abrasão	11587 ciclos	PEI 4	Residências e ambiente comercial de tráfego alto
Limpabilidade	4	-	Remove manchas com produto de limpeza de fraca ação
Resistência à agentes químicos	Ácidos com concentração baixa	-	-
Aspectos visuais	Qualidade C	-	Defeitos são visíveis
Coefficiente de escoamento superficial	0,015	-	-
Coefficiente de permeabilidade	0,00445 m/s	-	Permeabilidade alta

Fonte: Elaborado pelos autores, 2017.

Tabela 6. Comparação dos pisos permeáveis elaborados e de Deneno (2017)

		Taxa de permeabilidade (%)	Coefficiente de permeabilidade (m/s)	Coefficiente de escoamento superficial	Classe de abrasão
Piso Intertravado	Bloco dreno- junta	100	4,00 E-03	0,060	PEI 5
	Bloco/placa drenante	100	4,00 E-04	0,060	PEI 5
	Piso gramado	100	4,00 E-05	0,030	PEI 5
Piso desenvolvido	Piso plástico	99,5	4,45 E-03	0,015	PEI 4

Fonte: Elaborado pelos autores, 2017.