

INTRODUÇÃO DE ALVÉOLOS DE GARRAFAS PET - POLIETILENO DE TEREFTALATO DE 500 ML EM MOURÕES DE CONCRETO ARMADO PARA CERCAS DE ARAME FARPADO

JESIMIEL P. CAVALCANTE^{1*}, LUCAS WILLIAN AGUIAR MATTIAS²; MELIZA MACÊDO DA SILVA³; IAN PESSOA ALMEIDA⁴;

¹Mestrando em engenharia industrial, UFBA. Núcleo Tecnológico em Construção Civil – NUTECC-IFAL, jesimiel.pineiro@ifalpalmeira.edu.br

²Graduando engenharia civil, IFAL, bolsista PBITI, lucaswmattias@bol.com.br.

³Graduando engenharia civil, IFAL, bolsista PBITI, ianpessoa@hotmail.com.

⁴Graduando engenharia civil, IFAL, bolsista PBITI, meliza.macedo@gmail.com

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2016
29 de agosto a 1 de setembro de 2016 – Foz do Iguaçu, Brasil

RESUMO: No Brasil cerca de nove bilhões de unidades de garrafas PET são produzidas anualmente, onde seu destino não é gerenciado, uma grande parte não é reciclada e é jogada em leitos de rios, estradas e ruas prejudicando o sistema de drenagem das cidades e poluindo rios mananciais. O polietileno de tereftalato é o componente principal utilizado pelas indústrias produtora de garrafa PET, leva de 200 a 400 anos para deteriorar-se, impactando negativamente o meio ambiente. Com a intenção de reaproveitar as garrafas de água mineral de 500 ml e de reduzir o volume de concreto, o projeto visa introduzir alvéolos de garrafas PET na seção transversal dos mourões “estaca de concreto, madeira ou pedra que serve para construir uma cerca”. O uso destes mourões tem sido em grande escala, principalmente para divisão e proteção de propriedades rurais. O concreto é constituído basicamente de materiais retirados diretamente na natureza como: areia, pedra britada e cimento, este último que tem em sua composição calcário e a argila. Estas ações em grande escala, contribuirá para um desenvolvimento sustentável da construção civil, além de reduzir a emissão de gases poluentes à atmosfera oriundos do processo de produção do cimento. Foram realizados protótipos e teste de resistência à compressão do concreto e flexão dos mourões utilizando traço com $f_{ck} = 28,4\text{MPa}$ ensaiados em laboratório e chegou-se aos resultados satisfatórios de acordo com as normas NBR 7176 e NBR 5739, além de uma redução de 50% do volume de concreto em relação ao convencional.

PALAVRAS-CHAVE: Alvéolos de garrafa, impactos ambientais, sustentabilidade.

INTRODUCTION of ALVEOLI of PET BOTTLES-500 ML PET POLYETHYLENE in FENCE POSTS FERROCONCRETE for FENCES of BARBED WIRE

ABSTRACT: In Brazil about nine billion units of PET bottles are produced annually, where his fate is not managed, a large part is not recycled and is played in beds of rivers, roads and streets harming the drainage system of cities and polluting rivers watersheds. Polyethylene terephthalate is the main component used by the PET bottle production industries, takes 200 to 400 years to deteriorate, negatively impacting the environment. With the intent of reusing bottles of 500 ml mineral water and to reduce the volume of concrete, the project aims to introduce alveoli of PET bottles in cross-section of fence posts "stake of concrete, wood or stone used to build a fence". The use of these fence posts have been on a large scale, primarily for Division and protection of rural properties. The concrete is composed primarily of materials taken directly from nature such as: sand, crushed stone and cement, the latter which has in its composition limestone and clay. These large-scale actions, will contribute to a sustainable development of the construction, in addition to reducing the emission of polluting gases into the atmosphere from cement production process. Prototypes were made and compressive strength test of concrete and flexion of the fence posts using dash with $f_{ck} = 28,4\text{MPa}$ tested in the laboratory

and to the satisfactory results according to the norms NBR NBR 5739 7176 and, in addition to a 50% reduction in the volume of concrete in relation to conventional.

Keywords: Alveoli, environmental impacts, sustainability.

INTRODUÇÃO

No início dos anos 70, o PET começou a ser utilizado pela indústria de embalagens, chegou ao Brasil em 1988 e seguiu uma trajetória semelhante ao resto do mundo, sendo utilizado primeiramente na indústria têxtil. Apenas a partir de 1993 passou a ter forte expressão no mercado de embalagens, notadamente para os refrigerantes (Almeida e Heinrich 1980). Segundo a associação brasileira da indústria do pet – (*polietileno de tereftalato*) em 2014 cerca de 720Ktons de garrafas foram consumidos no Brasil, porém, após o consumo, elas acabam se destinando a aterros sanitários. Atualmente, este espaço está ficando cada vez mais escasso devido ao alto crescimento da população de consumo e também pela dificuldade de decomposição deste material, o que causa graves impactos ambientais (Magina et al., 2012). Segundo (Rodrigues et al., 2014) o uso da garrafa PET na área da construção civil esta cada dia mais ascendente, pois o custo das construções feitas com este material é menor e simultaneamente a uma redução importante nos impactos ambientais causados pela garrafa PET.

Para (Magina et al., 2012) reduzir o descarte de embalagens PET e resíduos de construção civil, minimiza a extração de recursos naturais.

Os elementos pré-fabricados de concreto estão cada vez mais ganhando espaço na execução de obras, no caso de mourões em concreto, as mesmas substituem as antigas de madeira. Segundo (Alves, 2013) atualmente esse novo panorama fica evidenciado pelo fato dos elementos pré-moldados estarem presentes em todos os tipos de obras. E a tendência de sua utilização está cada vez mais forte.

As questões que envolvem o desenvolvimento de atividades humanas e seu impacto sobre o ambiente têm sido abordadas desde uma primeira conferência realizada pelas Nações Unidas em Estocolmo no ano de 1972 segundo (Bremer et al., 2013). No caso de mourões sabe-se que a cada 1 km de divisa usa-se cerca de 500 unidades, isto demonstra o alto consumo de concreto e conseqüentemente de seus insumos extraídos na natureza. Para (Aguilar et al., 2012) o fato é que não se pode prescindir do aproveitamento dos recursos minerais disponíveis e economicamente exploráveis.

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado no LMCS laboratório de materiais e solos do Instituto Federal de Alagoas e na área de produção da empresa PREMOL. Inicialmente foram desenvolvidos cálculos referentes à taxa de armação a adotar, utilizando-se formas pré-existentis da empresa PREMOL onde são fabricados mourões convencionais com concreto em toda sua seção 10x10cm.

Figura 1: Fôrma adotada



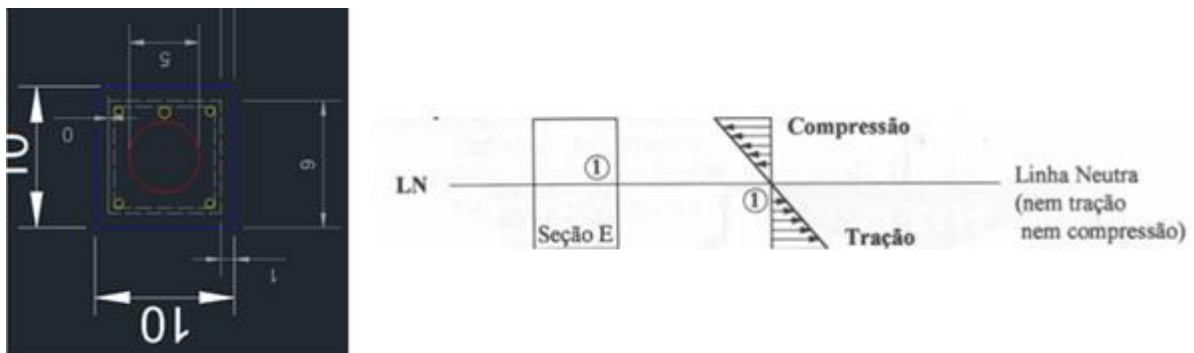
Foram realizados traços experimentais em concreto utilizando areia média, pedra britada $\frac{3}{4}$ " e cimento Portland CP II-Z 32, onde foram confeccionados corpos de prova de 100 mm de diâmetro por 200 mm de altura, seguindo o traço em volume 1: 2:3 (cimento CII-Z 32: areia média com módulo de finura=2,85: pedra britada $\frac{3}{4}$ " com fator água cimento 0,4. O concreto foi disposto nos moldes, que estavam com as paredes umedecidas com óleo lubrificante, em camadas e adensado manualmente. A cura inicial deu-se ao ar livre, sobre uma bancada reta e horizontal, por 24 horas. Após, o corpo de prova passou a cura em solução aquosa, até a data do rompimento por carregamento axial. Para o ensaio de resistência a compressão, utilizou-se uma prensa hidráulica EMIC com célula de carga de 2000 KN. O ensaio procedeu-se conforme NBR 5739.

Figura 2 – Rompimento dos corpos de prova.



A armação adotada teve um aumento de seção de aço de $0,35\text{cm}^2$ em relação à taxa adotada no mourão convencional ficando a seção conforme a figura 3. O f_{ck} do concreto experimental aos 28 dias foi de $28,40\text{MPa}$. Após esta etapa foram coletados recipientes usados de PET de água mineral de 500 ml, onde foram realizados os cortes dos fundos das garrafas para encaixe dos alvéolos em linha reta para posteriormente serem encaixados na seção transversal do mourão.

Figura 3 – Seção transversal do mourão



Após a introdução dos alvéolos na seção transversal dos mourões, as formas foram preenchidas com o concreto e colocados na mesa vibratória da empresa PREMOL. Os mourões ficaram em cura úmida durante 7 dias e com 28 dias da concretagem. As mesmas foram submetidas ao ensaio de flexão, utilizando um sistema mecânico para simular o engaste de 60 cm e aplicando carga de saco de cimento e de argamassa a 15 cm do topo. Foram realizados três testes com mourões com 4 barras de aço na seção transversal e com 5 barras e três testes com mourões convencionais sem os alvéolos, aplicando carga até o aparecimento de fissuras, no caso dos estribos, os mesmos foram dimensionados para resistir aos esforços cortantes, onde o espaçamento uniforme foi de 18cm com $\alpha \neq 45^\circ$. A (NBR 7176 2013) estabelece para ensaios de flexão para mourões esticadores a aplicação de

uma carga mínima para o aparecimento de fissuras de 50 kg e para ruptura 70 kg e em mourões de suporte 20 kg para fissuras e 30 kg para ruptura.

Figura 4 – Alvéolos introduzidos na armação



Figura 5 – Ensaio de flexão



RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados apontaram para o esperado em projeto, onde a linha neutra da seção transversal dos mourões foi preenchida com alvéolos no lugar de concreto, tendo os seguintes resultados médios.

Figura 6 – resultado dos ensaios a flexão dos mourões para aparecimento de fissuras

MÉDIA DOS RESULTADOS DO ENSAIO À FLEXÃO	
COM PET (5 BARRAS DE AÇO)	95kgf
COM PET (4 BARRAS DE AÇO)	75kgf
SEM PET (4 BARRAS DE AÇO)	95kgf

Os resultados demonstram um ótimo comportamento dos mourões com introdução de PET, atendendo á norma tanto com 04 e 05 barras de aço na seção transversal em relação á flexão. Na figura 7 é demonstrado o início do aparecimento de fissuras, momento na qual foi cessada a aplicação de carga.

Figura7 – Aparecimento de fissura



Os mourões com 04 e com 05 barras de aço na seção transversal obtiveram resultados à flexão para o aparecimento de fissuras bem superior ao estabelecido na norma, a de 04 barras teve resultado médio de 75 kg e com 05 barras teve resultado médio de 95 kg, bem superior aos 50 kg da NBR 7176. O traço utilizado em todos os mourões ensaiados foi o mesmo.

CONCLUSÃO

Os estudos e análises realizados nos mourões de concreto com introdução de alvéolos de garrafas PET demonstraram bom comportamento na questão de resistência à flexão, onde os mesmos atenderam ao quesito da NBR 7176. Tendo como consequência a redução do volume de concreto utilizado e reaproveitando de garrafas PET.

AGRADECIMENTOS

A Deus sobre todas as coisas, ao IFAL, PREMOL e ao CREA-AL.

REFERÊNCIAS

- Nobre Filho P. A.; Sabadia, J. A. B.; Duarte, C. R.; Magini, C.; Nogueira Neto, J. A. Silva Filho, W. F. 2012. “Impactos Ambientais da Extração De Areia No Canal Ativo Do Rio Canindé – Fazenda Tigre – Paramoti - Ceará”. 24: 126–35.
- Almeida, I. S., Heinrich, M. 1980. “Reciclagem de garrafas pet para fabricação de telhas”. Caderno de Graduação - Ciências Exatas e Tecnológicas - UNIT 1: 83–90.
- Alves, P. P.. 2013. “Utilização de elementos pré-moldados de concreto na construção civil - estudo de caso em uma obra industrial na região metropolitana de belo horizonte”. REUCP 8: 59–74.
- Bremer, C. F., Oliveira, D. M., Lopes Júnior, J. M., Oliveira, P. M.. 2013. “Avaliação das práticas de sustentabilidade adotadas em empreendimentos de construção civil de Belo Horizonte”. Construindo 5(1): 23–28.
- Magina, Carolina et al. 2012. “Uso de garrafas de poli-tereftalato de etileno – PET como insumo alternativo na construção de edificações residenciais”. Revista de Arquitetura da IMED, 1(2): 174–81.
- NBR 7176. 2013. “MOURÕES DE CONCRETO ARMADO PARA CERCAS DE ARAME FARPADO”.
- Rodrigues, C. F., Silva, J. P., Souza, R. F. 2014. “Laje Alveolar Com Enchimento De Garrafa PET Não Protendida Carla Fabrícia Rodrigues¹ Joana Pinheiros da Silva² Ronilson Flávio de Souza³”.