

## **PAREDE DE VEDAÇÃO FEITA DE GARRAFA PET**

Paula Kelly de Souza Fernandes , Renata de Souza , Stéfani Savagin de Oliveira , Orientador: Walbert Chrisostomo  
Uniso, Sorocaba-SP.

Resumo: No âmbito social, as questões ambientais tem se tornado um caso de extrema preocupação, surgindo a necessidade da aplicação de novas técnicas e conceitos com tendência a minimizar os impactos ambientais. Um dos casos que tem causado grave dano ambiental é o consumismo desenfreado de bebidas carbonatadas, pela qual grande quantidade de embalagens é descartada de forma inadequada na natureza sendo responsável por enchentes urbanas e poluições marinhas.

Outro problema enfrentado é a quantidade de resíduos gerados pelas obras, que vem aumentando cada vez mais, prejudicando o meio ambiente. Partindo desse princípio, este estudo teve como objetivo avaliar o método de reutilização das garrafas PET e utilizando agregados reciclados em seu processo, sendo este empregado na área da construção civil como um material substituto do bloco de concreto de vedação.

Aplicando conceitos de engenharia foram estudados dois métodos construtivos de paredes feitas à base de PET, com a finalidade de obter o melhor método construtivo em relação à resistência e economia que foram desenvolvidos com pequenos experimentos.

Foram realizados ensaios de prisma com vinte e oito dias (período de cura), onde foram executados quatro corpos de prova, sendo dois deles as garrafas PET foram preenchidas com terra e os outros dois foram confeccionados com as garrafas vazias.

Contudo, foi concluído que este método pode ser tornar uma alternativa para a construção civil, tendo em vista que seus resultados foram satisfatórios sendo eles seguros, sustentáveis e eficientes.

### **1.INTRODUÇÃO**

Uma construção sustentável tem como objeto não agredir o meio ambiente, esta construção precisa atender as necessidades que estão em sua volta, sem prejudicar o presente e o futuro, e sim, contribuir para uma qualidade de vida para as gerações atuais e futuras. Essa descrição foi feita baseada no conceito de sustentabilidade apresentado pelo relatório Brundtland da ONU em 1987 que projetou a base da econômica sustentável do princípio: “Desenvolvimento sustentável é aquele que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das futuras gerações em satisfazer suas próprias necessidades”. (WCED, 1987).

ARAUJO (2008 apud MASCARÓ 1990) relata que depois da crise do petróleo em 1973 a visão do que realmente é uma construção sustentável veio ganhando mais impulso, mais informação e uma aprofundação maior no assunto. No primórdio, a questão era projetar edifícios energeticamente mais eficazes, com o intuito de superar a crise do Petróleo através dos prédios. Com o passar de algumas décadas, viu-se uma necessidade não só de ter um edifício energeticamente mais eficiente, mas percebeu-se que o inimigo da vez eram os entulhos gerados da obra, logo após, a água, seguindo do lixo dos moradores e atualmente um dos maiores vilões seriam as emissões de CO<sub>2</sub>, que são os gases causadores do efeito estufa e o aquecimento global. Logo começou a perceber que a construção civil tem um papel fundamental, não só resolve problemas pontuais, mas também é uma forma de pensar envolvendo a construção como um todo, na busca de desenvolver sem agredir, preservar o que nos resta e recuperar o que foi danificado. Pensar e viver sustentável não são mais questão de escolha e sim de necessidade, este é o ponto de partida para a nova mudança. O Comitê Técnico da ISO definiu o conceito de obra sustentável como: “Edificação sustentável é aquela que pode manter moderadamente ou melhorar a qualidade de vida e harmonizar-se com o clima, a tradição, a cultura e o ambiente na região, ao mesmo tempo em que conserva a energia e os recursos, recicla materiais e reduz as substâncias perigosas dentro da capacidade dos ecossistemas locais e globais, ao longo do ciclo de vida do edifício. (ISO/TC 59/SC3 N 459)”. Grande parte dos impactos ambientais são causados pelas embalagens de produtos industrializados, destacando-se entre elas as garrafas de Poli Tereftalato de Etileno (PET), usadas para o armazenamento de bebidas carbonatadas. Após o consumo, parte delas é direcionada para reciclagem, porém, outra parte é descartada de forma indevida na natureza, sendo responsável por enchentes e poluições de rios. Segundo Verri (2009) o plástico leva mais de 200 anos para se degradar o que torna um caso grave para o meio ambiente, pois a quantidade de descartes só se acumula com o passar dos anos. Outro problema a ser enfrentado é a quantidade de resíduos gerados pelas obras que vem aumentando cada vez mais por conta do processo de urbanização, com as construções novas e também pelas demolições por conta de restaurações urbanas, que muitas vezes são descartadas de forma inadequada em áreas periféricas, terrenos baldios e curso d’ água prejudicando cada vez mais não só o meio ambiente, mas também pessoas, com contaminações de insetos e roedores.

Buscando minimizar esses impactos ambientais, visando em reduzir e a reutilizar esses materiais que são descartados, pensamos em reciclar os entulhos gerados pelas obras, utilizando-o como um agregado, tornando assim, a obra mais sustentável e econômica, diminuindo os custos de gerenciamento de resíduos, pois o custo do material reciclado é bem menor que o agregado natural. Brito Filho (apud Leite, 2001), considera que se obtém uma economia de 67% em média quando comparados os preços de agregado reciclado e agregado natural, portanto essa é uma boa alternativa quando se diz respeito a uma obra mais limpa. Diante dessa temática surge a necessidade de novos conceitos e aplicações tanto na incorporação de um agregado sustentável quanto na reutilização das garrafas de produtos carbonatados a fim de satisfazer a grande demanda de consumo, tendo assim a finalidade de criar um elemento que seja sustentável.

Um método adequado e eficaz seria a reutilização do PET no ramo da construção como um material substituto do bloco de concreto. Ao substituir o bloco pela garrafa encontra-se um método que garante menor impacto ambiental, pois para tal reutilização exige-se grande demanda de material, no qual reduziria de forma significativa a quantidade de garrafas que não são recicladas. Outro ponto a ser observado é que não existe emissão de CO<sub>2</sub>, como acontece com o PET reciclado no setor industrial, e ao mesmo tempo utilizaríamos um material oriundo dos entulhos das construções, que serviria como aliado em termos de resistência e economia.

### 1.1 Polietileno Tereftalato

De acordo com GAVA et al (2009 apud SARANTÓPOULOS et al, 2002) o polietileno tereftalato (PET) é um poliéster, obtido por polimerização com dimetil tereftalato ou ácido tereftálico, ele é um filme transparente muito resistente, com brilho e propriedade muito boas contra umidade e gases. Este poliéster já tem sido usado na fabricação de diversos materiais no setor da construção civil, devido possuir uma boa propriedade, baixo custo, leveza e uma resistência mecânica razoável, porém, seu reaproveitamento sem passar pelo processo de reciclagem ainda é um assunto pouco estudado, pois é descartado mais rápido do que outros produtos, agravando assim as dimensões ambientais do gerenciamento de resíduos sólidos urbanos.

Este artigo teve como objetivo avaliar a viabilidade do novo sistema que consiste em estudar um método construtivo utilizando garrafa PET em seu interior, com o intuito de substituir o bloco de concreto de vedação e obter a resistência necessária.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Na concepção de uma nova técnica de aplicação de um material, é imprescindível comparar o novo método com o método existente, para concluir se o novo procedimento tem um resultado superior ou inferior. Sendo assim escolhemos substituir a garrafa pelo bloco de concreto de vedação, nas dimensões 14x19x39 cm, logo adaptamos o método de acordo com essas dimensões.

Ao iniciarmos nosso estudo, primeiramente analisamos qual seria o melhor método para a utilização do PET em uma parede de vedação. Levando em consideração: o tamanho da garrafa, a posição, o preenchimento e a liga da garrafa com o concreto. Partindo desse princípio, decidimos usar a garrafa PET de 2L no sentido vertical, tendo em vista ser a maneira mais adequada para o nosso projeto de pesquisa, considerando a espessura e as dimensões do bloco de concreto, além disso, a garrafa no sentido vertical apresenta maior resistência à compressão.

No estudo em questão, foram elaborados dois métodos construtivos. No 1º método a garrafa foi preenchida com terra e no 2º método ela foi utilizada vazia. Para cada método foi realizado dois corpos de prova (cps), para obter a resistência média. Para ser possível o ensaio, adaptamos e recalculamos as dimensões da fôrma, baseando no tamanho de dois blocos de concreto na vertical.

### 2.1 MATERIAIS UTILIZADOS

Sarrafos de Madeira (fôrmas): Utilizada para moldar nossos corpos de prova (cps) com 17x39x39.

Garrafa PET (2 l): Utilizadas três garrafas em cada método.

Terra: Utilizada para preencher a garrafa PET. (material encontrado junto com entulhos de uma construção).

Cimento CII: Utilizada na preparação do concreto.

Brita Reciclada: Utilizada o pedrisco na preparação do concreto (material obtido na Reciclagem de Concreto São João).

Areia Reciclada: Utilizada areia média com 1,4mm, na preparação do concreto (material obtido na Reciclagem de Concreto São João Sorocaba).

### 2.2 EXECUÇÃO

-Passo1: Foram produzidas as fôrmas para moldagem do Cps, os sarrafos foram parafusados.

-Passo 2: Preenchimento das garrafas com terra.

-Passo 3: Preparação do concreto de acordo com a NBR 12655/2015.

-Passo 4: Aplicação de uma camada de concreto na base.

-Passo 5: Após alguns minutos foram colocadas as garrafas e o concreto.

-Passo 6: Foram aplicados golpes de socamento manual conforme a NBR 5738/2015.

- Passa 7: Após 48h foi realizada a desforma dos Cps.(Conforme NBR 5738/2015).

- Passo 8: Após a cura de 28 dias conforme a NBR 5738/15, os cps foram levados para serem ensaiados no laboratório Qualitec Controle Tecnológico.

Figura 1: Pedrisco reciclado Figura 2: Areia reciclada

Figura 3: Garrafa PET de 2 Litros Figura 4: Terra

Figura 5: Fôrmas Figura 6: Base

Figura 7: Garrafas Figura 8: Garrafas vazias com terra (1º método) (2º método)

Figura 9: Corpo de prova Figura 10: Corpo de prova desenformado

2.4 Ensaio de Resistência à compressão

Figura 11: Ensaio de prisma

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Tabela 1: Resistência a Compressão PET com terra

Descrição Prisma 1 Prisma 2

Dimensões (cm) 17,0x39,4x38,9 16,7x39,4x38,9

Carga

(N) 335370

455300

Área Bruta

(cm<sup>2</sup>) 669,80 657,98

Resistência

(MPa) 5 6,91

Resistência Média (MPa) 5,96

Tabela 2: Resistência à Compressão PET vazia

Descrição Prisma 1 Prisma 2

Dimensões (cm) 17,4x39,8x38,9 17,0x39,9x38,9

Carga

(N) 242680

194250

Área Bruta

(cm<sup>2</sup>) 692,52 678,30

Resistência

(MPA) 3,50 2,86

Resistência Média (MPA) 3,18

A largura da parede ficou aproximadamente 3 (três) cm maior que a largura do bloco de concreto, devido as fôrmas não estarem no mesmo padrão de medida do bloco. No entanto essa diferença não influenciou nos resultados, para encontrarmos a resistência para uma parede de PET de 14 (quatorze) cm aplicamos um cálculo de regra de três simples através da área bruta e obtivemos os seguintes valores:

Tabela 3: Resistência à Compressão PET com terra  
(parede de 14 cm)

Descrição Prisma 1 Prisma 2

Dimensões (cm) 14x39x39 14x39x39

Área Bruta

(cm<sup>2</sup>) 546 546

Resistência

(MPA) 4,08 5,73

Resistência Média (MPA) 4,91

Tabela 4: Resistência à Compressão com PET vazia  
(parede de 14 cm)

Descrição Prisma 1 Prisma 2

Dimensões (cm) 14x39x39 14x39x39

Área Bruta

(cm<sup>2</sup>) 546 546

Resistência

(MPA) 2,75 2,30

Resistência Média (MPA) 2,53

O método com terra obteve resistência média de 4,91 MPA superando o valor exigido pela norma (NBR 6136/2014) para bloco de concreto de vedação Classe C que deve ter  $f_{ck} \geq 3$ MPA. Esse método também pode ser usado como bloco de concreto Classe B (função estrutural) que exige  $4,0 \geq f_{ck} \geq 8$ .

Por outro lado o método com PET vazia obteve resistência média de 2,53 MPA, resultando numa resistência inferior ao exigido para Classe C. No entanto esse 2º método pode ser usado como bloco de vedação Classe D. A NBR 6136/2014 não apresenta os valores de resistência à compressão pra classe D, deixando facultativo o ensaio do mesmo. Outra opção para esse 2º método seria modificar sua composição e assim aumentar a resistência.

### 3.2 Custo

#### Tabela 4: Materiais da parede com garrafa PET

Descrição Preço (R\$)

20 kg de Cimento CII 16,52

4 Baldes de areia 20,00

1 Balde de Pedra 5,00

TOTAL 41,52

R\$10,38 por bloco pra parede de 17 cm.

R\$8,55 por bloco pra parede de 14 cm.

#### Tabela 4: Custo Alvenaria comum

(bloco de concreto)

Material Custo

Material

(1m<sup>2</sup>)

R\$ 26,53

#### Tabela 4: Custo Parede de garrafa PET

Descrição Custo

Material

(1m<sup>2</sup>)

R\$ 56,21

As tabelas acima mostram os valores de cada método construtivo. A parede feita de garrafa PET apresenta um custo de R\$ 29,68 maior que a alvenaria comum, somente nos materiais, o que torna não viável a construção de uma parede com PET com relação ao seu custo. No entanto, esse método construtivo é viável para construtoras que tem grande demanda de entulhos gerados em suas obras que podem ser reciclados e reutilizados como agregados, logo, o seu gasto com materiais seria menor, podendo ser reciclados in loco com o equipamento triturador britador de entulhos, obtendo assim uma vantagem financeira.

#### 4.CONCLUSÃO

O sistema construtivo utilizando a garrafa PET e os resíduos de obra em seu processo é um sistema inovador de alta qualidade e resistência, sendo possível sua utilização como um elemento de vedação ou até mesmo como um elemento estrutural. Entretanto, por apresentar um custo elevado em comparação a alvenaria convencional, torna-se viável para as construtoras, devido à quantidade significativa de entulhos que são gerados numa edificação e que frequentemente são descartados em aterros sanitários. Sendo assim, além de economizar com o transporte desses materiais até o seu destino final, a

implantação desse novo projeto permitirá construir paredes de baixo custo, resultando num sistema eficaz e sustentável.

## 5.REFERÊNCIAS

ABIPET - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO PET. Censo de reciclagem de pet no Brasil. Disponível em:. Acesso em Novembro de 2015.

SILVA, Rafael Rodrigues; DE LIMA RODRIGUES, Flávia Tatiane Ribeiro. Análise do ciclo de vida e da logística reversa como ferramentas de gestão sustentável: o caso das embalagens PET. *Iberoamerican Journal of Industrial Engineering*, v. 7, n. 13, p. 44-58, 2015.

ARAÚJO, Márcio Augusto. A moderna construção sustentável. IDHEA-Instituto para o Desenvolvimento da, 2008.

PERES, Gabriel Albieri et al. ESTUDO DA IMPLANTAÇÃO DE UMA CASA CONSTRUÍDA COM GARRAFAS PETS. *ETIC-ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA-ISSN 21-76-8498*, v. 9, n. 9, 2014.

Romão, Wanderson, Márcia AS Spinacé, and Marco-A. De Paoli. "Poli (tereftalato de etileno), PET: Uma revisão sobre os processos de síntese, mecanismos de degradação e sua reciclagem." *Polímeros: Ciência e Tecnologia* 19.2 (2009): 121-132.

WCED.World Comission on Environment and Development.Our Commom Future.

Oxford and New York: Oxford University Press, 1987.

MASCARÓ, Lúcia. Apresentação. In :. MASCARÓ, Lúcia (coord.). In: *Tecnologia & arquitetura*. São Paulo: Nobel, 1990.

GONÇALVES-DIAS, Sylmara Lopes Francelino; TEODÓSIO, A. S. S. Reciclagem do PET: desafios e possibilidades. XXVI ENEGEP. Fortaleza, 2006.

GAVA, Altanir Jaime, 1941 – Princípios de alimentos; São Paulo Nobel1984.

NETO, Daniel dos Santos Viais; GABRIEL, Camila Pires Cremasco; GABRIEL FILHO, Luís Roberto Almeida. Análise do processo de construção de um ambiente constituído por garrafas pet. *Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista*, v. 9, n. 1, 2013.

SOUZA, Regina Alves de et al. Formas sustentáveis de construção. *Pesquisa em Educação Ambiental*, p. 1-4, 2015.



GALLI, Bárbara et al. Uso de garrafas de poli-tereftalato de etileno–PET como insumo alternativo na construção de edificações residenciais. Revista de Arquitetura IMED, v. 1, n. 2, p. 174-181, 2013.

CPOS - Boletim Referencial de Custos - Tabela de Serviços - Versão 165 - Vigência: 07/07/15 L.S.: