

USO DE GARRAFAS DE POLI-TEREFTALATO DE ETILENO – PET PARA A PRODUÇÃO DE GEOCÉLULA

Caroline Silva dos Santos ¹; Vitor Moraes Bastos ²; Ricardo Leandro Vaccarezza ³; Rafael Mota D'Souza ⁴; João Gualberto Leite Figueirêdo Filho ⁵; Waldete Japiassu de Oliveira Carneiro ⁶

Resumo – O presente trabalho apresenta um estudo em andamento relacionado a uma alternativa para reutilização de garrafas de poli-tereftalato de etileno (PET) com o objetivo de produzir uma estrutura alternativa para a geocélula, podendo auxiliar no incremento dos índices de reciclagem desse produto e possibilitando a redução de custos para melhorar o comportamento mecânico do solo. As garrafas PET são utilizadas basicamente para o armazenamento de bebidas carbonatadas, porém, após o consumo, elas acabam se destinando a aterros sanitários. Ao longo do tempo estes espaços têm ficado cada vez mais limitados devido ao alto crescimento, tanto da urbanização, quanto da população de consumo e também pela dificuldade de decomposição deste material, provocando graves impactos ambientais, principalmente em áreas urbanas e marinhas. As garrafas PET possuem propriedades física, térmica e resistência mecânica satisfatórias, o que as tornam uma alternativa a ser estudada para aplicação no ramo da construção civil.

Abstract – The following paper presents an underway study on an alternative for polyethylene terephthalate (PET) bottle reuse with the goal of producing a new and alternative structure for the geocell, which may aid to increase this product's recycle indexes and to enable the cost reduction on the soil mechanic behavior improvement. The PET bottles are basically used for carbonated drink storage, however, they eventually end up on landfills. Over time these sites have been increasingly limited due to the high growth of both urbanization and consumption population in addition to the difficulty of decomposing this material, which causes serious environment impacts, especially in urban and marine areas. The PET bottles have demonstrated satisfactory mechanical, physical and thermal resistance, which makes them an alternative to be studied for futher application on civil construction.

Palavras-Chave – Geocélula, garrafa PET, reutilização, resistência.

¹ Eng., Graduanda, Unidade de Ensino Superior de Feira de Santana – Ba, (75) 98106-1660, c_siilva@hotmail.com

² Eng., Graduando, Unidade de Ensino Superior de Feira de Santana – Ba, (75) 99202-4005, vitormbastos@outlook.com

³ Eng., Graduando, Unidade de Ensino Superior de Feira de Santana – Ba, (75) 99207-8590, ricardovaccarezza94@gmail.com

⁴ Eng., Graduando, Unidade de Ensino Superior de Feira de Santana – Ba, (75) 98241-0022, rafaelmotadsouza@gmail.com

⁵ Eng., Me., Universidade Estadual de Feira de Santana – Ba, (71) 99906-0159, jgffilho@yahoo.com.br

⁶ Eng., Dra., Universidade Federal de Lavras – MG, (71) 99301-0274, waljapiassu@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

O PET é um polímero produzido por condensação, por meio da reação entre o ácido tereftálico (PTA) ou, dimetil tereftalato (DMT) e, o etileno glicol (EG). A polimerização ocorre por aquecimento dos reagentes a presença de um catalisador de antimônio, com remoção de água ou metanol (MANO, 1999).

O PET foi conhecido por muitos anos simplesmente por poliéster ou fibra. As primeiras amostras obtidas em laboratório datam de 1941, onde uma pequena empresa de origem Inglesa desenvolveu a produção de fibras. Após a segunda guerra mundial, na Europa e nos EUA iniciaram-se os estudos sobre a resina poliéster. Nos anos 50 tais pesquisas foram baseadas apenas no aspecto têxtil gerando marcas como Dracon da empresa DuPont e Terylene da ICI. Em 1962 a Goodyear introduziu o primeiro pneu com tecido poliéster e, apenas no final da década de 60, e início dos anos 70, estes polímeros foram desenvolvidos especificamente para embalagens na forma de filmes, chapas e garrafas (EHRIG, 1992).

No Brasil, foram produzidas 572 toneladas de resina PET na fabricação de embalagens (ABIPET, 2011). Um dos piores problemas originados no descarte de materiais plásticos é o espaço que ocupam nos aterros sanitários, sem contar que é um material de difícil decomposição (LEITE, 2003).

Nas últimas décadas, a maior conscientização das questões ambientais e as políticas estatais sobre preservação ambiental vêm fazendo com que surjam novas propostas de reciclagem e redução de resíduos gerados (JOHN, 1996). Dentre os benefícios ambientais, merece destaque a redução do volume de garrafas nos aterros, 59% das embalagens pós consumo foram recicladas, totalizando 331 mil toneladas (CEMPRE, 2011).

A Construção Civil, dentre os setores industriais, é um dos ramos com maior potencial de aproveitamento de grandes quantidades de resíduos, devido ao número de insumos e volume de matérias-primas envolvidas neste ramo. Diante disso estão as tentativas de utilização das garrafas de PET na construção civil, sempre com o intuito de minimizar os custos e redução de impacto ambiental. Vale salientar que, caso a garrafa seja reciclada, devem ser considerados também os impactos causados pelo processo da reciclagem, como por exemplo: o consumo de água e energia, emissões atmosféricas, geração de efluentes líquidos e geração de resíduos sólidos (VALT, 2007).

Neste estudo procurou-se utilizar a garrafa PET cortada em circunferências para empregá-la na produção de uma geocélula, com definições similares a geocélula convencional, apresentando estruturas tridimensionais abertas, constituídas com rebites para interligar as células. Quando preenchidas com areia, brita ou concreto, comportam-se como uma placa semirrígida, distribuindo as solicitações verticais concentradas.

O objetivo deste trabalho é reproduzir uma geocélula a partir da manipulação de garrafas PET, onde será denominada como GeoPET. Farias (2005), ressalta as vantagens do sistema de confinamento celular, pois se apresenta como uma ótima solução para os processos erosivos, principalmente, nas obras como: proteção de taludes e revestimento de canais. O confinamento oferece ao sistema alta resistência às forças hidráulicas de arraste, inibindo o processo erosivo. Este estudo abrange, de forma complementar, a avaliação das suas propriedades, explorando as suas resistências físicas e mecânicas que as tornam fortes candidatas a serem utilizadas no ramo da construção civil. Estas propriedades permitem aumentar a capacidade de suporte de cargas no solo, como por exemplo, para estabilizar a base de estradas ou vias ferroviárias, pátios de estacionamento ou de cargas e reforço para o controle da erosão.

Diante de todas as possibilidades de benefícios no uso das geocélulas desenvolveu-se este trabalho visando reproduzir uma estrutura semelhante, utilizando garrafas PET. O projeto em questão, ainda encontra-se em fase de estudo e busca analisar fatores como o confinamento do agregado, a interação das células, o atrito entre o enchimento e as paredes das células, além de avaliação de propriedades como resistências físicas e mecânicas que tornam a GeoPET pretendente para ser utilizada na construção civil.

2. MATERIAIS

O trabalho em estudo visou a escolha de materiais obtidos a partir de fontes limpas e/ou alternativas e que tenham aplicabilidade no ramo da engenharia civil. Produziu-se então uma GeoPET, e a escolha da garrafa PET deu-se devido a diversidade de vantagens que possui, como resistência mecânica, térmica e química elevada. O PET é um polímero com cristalinidade alcançada entre 50 e 60%. Em condições muito especiais podem alcançar uma porcentagem de até 95%. Quanto maior a porcentagem de cristalinidade: maior rigidez, maior a resistência térmica e menor a transparência e a resistência ao impacto (WIEBECK e HARADA, 2005). O PET semicristalino além de melhores propriedades mecânicas possui também uma maior estabilidade térmica uma vez que não mais ocorre o amolecimento do produto na região de transição vítrea (RABELLO e WELLEN, 2008).

Antes da produção da geocélula, houve uma preocupação com o formato da garrafa PET. Foi escolhida uma geometria circular, objetivando garantir uma distribuição mais precisa das cargas. A altura e dimensão escolhidas para confecção da geocélula foi determinado de acordo com as especificações das normas, já que esses fatores podem interferir na eficiência da mesma.

2.1. O PET como plástico na Engenharia

O PET é o melhor e mais resistente plástico para fabricação de garrafas e embalagens para refrigerantes, águas, sucos, óleos comestíveis, medicamentos, cosméticos, produtos de higiene e limpeza, destilados, isotônicos, cervejas, dentre vários outros como embalagens termo formadas, chapas e cabos para escova de dente (ABIPET, 2018).

O PET proporciona alta resistência mecânica (impacto) e química, além de ter excelente barreira para gases e odores (ABIPET, 2018). Devido as características já citadas e o peso muito menor que das embalagens tradicionais, o PET mostrou ser o recipiente ideal para a indústria de bebidas em todo o mundo, reduzindo custos de transporte e produção (GUELBERT, 2007). Por tudo isso, oferece ao consumidor um produto substancialmente mais barato, seguro e moderno. As embalagens PET são 100% recicláveis e a sua composição química não libera nenhum produto tóxico (WEINAR, 1992).

2.2.2. Processo de obtenção

O PET é um poliéster saturado formado por ácido tereftalato (TPA) ou dimetil tereftalato (DMT) e do etileno glicol (EG). Os catalizadores comuns na polimerização do PET são metais, óxidos ou sais metálicos. A aplicação do Pet para embalagens sopradas requer um polímero com massa acima de 40 000g/mol e viscosidade intrínseca superior a 0,70 dl/g, o que não é possível de se obter apenas com o processo de poli condensação (Wiebeck e Harada, 2005).

2.2.3. Propriedades

Propriedades físicas: essas podem ser variadas de acordo com o designer que cada empresa definir para a garrafa PET. Na Tabela 1 estão dispostas as características das garrafas PET que utilizamos.

Propriedades mecânicas: A utilização do PET como plástico de engenharia teve um grande impulso devido à alta resistência mecânica que, pontualmente, pode assemelhar-se com a de alguns metais.

Propriedades de barreira: O PET é atóxico e apresenta baixa permeabilidade a umidade e gases, em especial ao dióxido de carbono e ao oxigênio

Leveza: O PET é quase dez vezes mais leve que o vidro para a mesma quantidade de bebida carbonatada.

Resistência química: Os poliésteres são caracterizados pela sua excelente resistência a uma variedade de produtos químicos, incluindo hidrocarbonetos alifáticos, gasolina, óleos, gorduras, álcoois, glicóis, ésteres de alta massa molar, cetonas, ácidos e bases diluídos, detergentes e a maioria de soluções aquosas de sais (Wiebeck e Harada, 2005).

Tabela 1. Características dimensionais da garrafa PET

Propriedades	Unidade	Valores
Altura	Cm	34,5
Diâmetro	Cm	9,5
Raio	Cm	4,75
Peso	G	47

2.2. A geocélula na construção civil

Após a Segunda Grande Guerra, com o desenvolvimento da indústria petroquímica e a consequente disseminação dos produtos plásticos, iniciou-se a “Era dos Geossintéticos”. As primeiras utilizações de geotêxteis como elemento filtrante foram em obras costeiras nos Países Baixos e nos EUA. Desde então a geocélula vem sendo utilizada em projetos militares e civis no mundo (Vertematti, 2001). Diante disso, com a evolução dos geossintéticos, surgiu a geocélula, que de acordo com a NBR 12553 (2003) é classificado como um produto com estrutura tridimensional aberta, constituída de células interligadas, que confinam mecanicamente os materiais nela inseridos, com função predominante de reforço e controle de erosão.

3. METODOLOGIA

Na produção do protótipo, primeiramente foi feito um molde de com 6cm de altura. Este posteriormente foi posto em cima da PET para assim, com o auxílio de estilete e tesoura, obter faixas da garrafa PET de forma uniforme. Depois do recorte foi efetuado 4 furos em sentidos opostos em cada faixa para consequentemente, com auxílio de uma pistola, realizar a união entre as mesmas com o rebite, unindo uma fração a outra até adquirir o tamanho desejado. Por final, os espaços vazios podem ser preenchidos por concreto, grama ou agregado para atender melhor as solicitações para a compactação do solo. O processo poderá ser acompanhado na Figura 2.



Figura 2. Processo de produção da GeoPET

Na Tabela 2 estão dispostas as especificações técnicas do protótipo construído.

Tabela 2. Características dimensionais da GeoPET

Propriedades	Unid.	Valores
Altura	Cm	6
Raio	Cm	4,75
Diâmetro	Cm	9,5
Área	cm ²	320,84
Dimensão da peça estendida	M	2,5x2,6
Área da peça estendida	m ²	6,5

*A altura sofre influência direta do tipo de solo onde a GeoPET será empregada. Por exemplo: taludes em solos inférteis, como não cresce vegetação, não tem resistência suficiente, logo a altura da GeoPET terá que ser maior.

Após a etapa de construção do protótipo, estão previstas análises mecânicas em laboratórios e ensaios de campo com a utilização de geocélula produzida a partir de garrafas PET com a intenção de estudar a sua aplicabilidade com segurança em obra de estabilização de taludes e encostas.

4. CONCLUSÕES

A garrafa PET apresenta resistências mecânicas e físicas, que são um indicativo da sua viabilidade para serem utilizadas no ramo da construção civil. Uma geocélula de garrafa PET apresenta propriedades que a tornam capaz de responder muito bem as tensões necessárias, pois a estrutura alternativa é muito similar: vazadas, assim a malha de abertura permite uma maior interação e ancoragem no solo inserido.

A pesquisa, em fase de andamento, conta com a parceria de algumas empresas para a realização dos testes em campo e em laboratório para estudar a sua eficiência na estabilização de taludes e encostas com de finalização de coleta de dados em dezembro deste ano.

REFERÊNCIAS

ABIPET – Associação Brasileira da Indústria do PET. *Resina PET – O que é PET?* Disponível em: < <http://www.abipet.org.br/index.html?method=mostrarInstitucional&id=81>>. Acesso em: 18 de jun. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 12553: Geossintéticos - Terminologia*. Rio de Janeiro, 2003.

CEMPRE, Compromisso Empresarial Para Reciclagem. *O mercado para reciclagem*. São Paulo, 2011

EHRIG, R. J. *Plastics Recycling. Products and processes*. New York, N. Y.: Hanser Publishers, 1992.

FARIAS, R. J. C. *Utilização de Geossintéticos em Sistemas de Controle de Erosões*. 188 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 2005.

GUELBERT, T. F. et al. *A embalagem PET e a Reciclagem: Uma visão econômica Sustentável para o Planeta*. Foz do Iguaçu, 2007.

JOHN, V. M. *Pesquisa e Desenvolvimento de Mercado para Pesquisa*. In: *Reciclagem e Reutilização de Resíduos como Material de Construção Civil*. 1996. Anais. 1996.

LEITE, P. R. *Logística Reversa - Meio Ambiente e Competitividade*. São Paulo: Prentice Hall, 2003. 246p.

MANO, E. B. *Introdução a polímeros*. 1. Ed. São Paulo, SP: Edgard Blucher, 1999.

RABELO, M.S.; WELLEN, R. M. R. *Estudo da Cristalização a frio do poli (tereftalato de etileno) (PET) para a produção de Embalagens*. Campina Grande, 2008

VALT, R. B. G. *Ciclo de vida das embalagens para bebidas no Brasil*. Brasília, 2007.

VERTEMATTI, J.C. (2001) Curso Básico de Geotêxteis. ABINT, São Paulo. Disponível em: <<http://www.abint.org.br/cbg.html>>. Acesso em: 14 de jul. 2018.

WEINAR, J. *Os Próximos Cem Anos: Em nossas Mãos o Destino da Terra*. 2. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

WIEBECK, H.; HARADA J. *PLASTICOS DE ENGENHARIA: Tecnologias e aplicações*. São Paulo, pg 131, 2005.