

# **Utilização de Garrafas PET na Produção de Tijolos de Concreto: uma Proposta Sustentável para a Indústria da Construção Civil**

**Marcos dos Santos**

**marcosdossantos\_doutorado\_uff@yahoo.com.br**

**MB - CASNAV**

**Priscila Fernandes do Nascimento**

**priscila\_f.n@hotmail.com**

**UNISUAM**

**Luiz Rodrigues Junior**

**luizroinuj@hotmail.com**

**SENAI CETIQT**

**Marcone Freitas dos Reis**

**marconefreis11@gmail.com**

**UFF**

**Rubens Aguiar Walker**

**rubens.walker@gmail.com**

**UFF**

**Resumo:**No Brasil descarta-se uma média de 250 bilhões de garrafas PET por ano, dos quais há o reaproveitamento de aproximadamente 50% desse material. Soma-se a isso o fato de que a Indústria da Construção Civil (ICC) é uma das atividades econômicas com maior passivo ambiental, haja vista que 90% dos seus insumos são extraídos diretamente da natureza. Assim, o presente trabalho propõe uma alternativa de reutilização de garrafas de politereftalato de etileno (PET) na composição de um bloco de concreto, auxiliando no incremento da taxa de recuperação desse material e possibilitando a produção de edificações residenciais de baixo custo. Assim, o estudo em tela tem um forte apelo sócio-ambiental, podendo melhorar a qualidade de vida de milhares de brasileiros.

**Palavras Chave:** Garrafas PET - Tijolo de Concreto - Reciclagem - Taxa de Recuperação - Construção Civil

## 1. INTRODUÇÃO

Atualmente, não basta que uma empresa produza volumes maiores e com melhor qualidade. É preciso desenvolver a cultura da responsabilidade socioambiental dentro das organizações, de maneira a não comprometer a qualidade de vida das gerações futuras. Além disso, há uma tendência global dos países estabelecerem regulamentações cada vez mais restritivas no que diz respeito à destinação dos resíduos sólidos. A reciclagem da garrafa PET abrange os três pilares do desenvolvimento sustentável: benefícios sociais, benefícios econômicos e benefícios ambientais.

Nenhuma atividade pode ser próspera e perene sem que todas as variáveis que incidam sobre seus resultados sejam contempladas, daí a necessidade do gestor exercitar a sua visão sistêmica. A Reciclagem das embalagens de PET pós-consumo criou, em menos de 20 anos, todo um setor industrial. Essa indústria baseou-se, desde seu princípio, nas regras determinadas pelo próprio mercado: oferta e procura. Assim, ao criar e desenvolver aplicações para a matéria-prima resultante do processo de reciclagem das garrafas usadas, a Indústria do PET determinou uma forte demanda pela sucata. Conforme criou-se uma nova indústria de movimentação, isso já ajudou a movimentar tanto a economia do país, quanto contribuiu para diminuição de poluentes no meio ambiente. Hoje em dia a grande maioria das pessoas já possui grande inclinação a não despejar suas garrafas em qualquer lugar, pois têm consciência, de que existem diversas formas de descarte ecológico, ou seja, destino ambientalmente correto, sem considerar ainda, o retorno financeiro com a reciclagem.

De acordo com a Associação Brasileira da Indústria do PET (ABIPET), o polietileno é 100% reciclável e é atualmente usado na fabricação de fibras têxteis, filmes para adesivos, embalagens de bebidas, produtos como papéis, tapetes, mantas de TNT, cordas, vassouras, resinas alquídicas usadas para produção de tintas, resinas insaturadas usadas para produção de adesivos e resinas poliéster, sofás, pufes, roupas esportivas, calçados, malas, entre outros.

Uma vez recuperado pelos catadores, ou outros sistemas logísticos, as garrafas serão revalorizadas e transformadas em matéria-prima. Os flocos da garrafa moída são a forma preferencial para quem vai usar o material reciclado na produção de um novo artigo.

Estima-se que há no Brasil um consumo anual de aproximadamente 250 bilhões de unidades de garrafas PET. Observa-se na Figura 1, retirada de um estudo apresentado pela ABIPET em 2011, que houve um acréscimo de 2.161% na recuperação do PET de 1994 para 2011, totalizando cerca de 294 Ktons (quilotoneladas), cujo principal destino final foi a indústria têxtil (39,30%). Contudo, não há números significativos que apontem iniciativas nesse tipo de âmbito da construção civil.

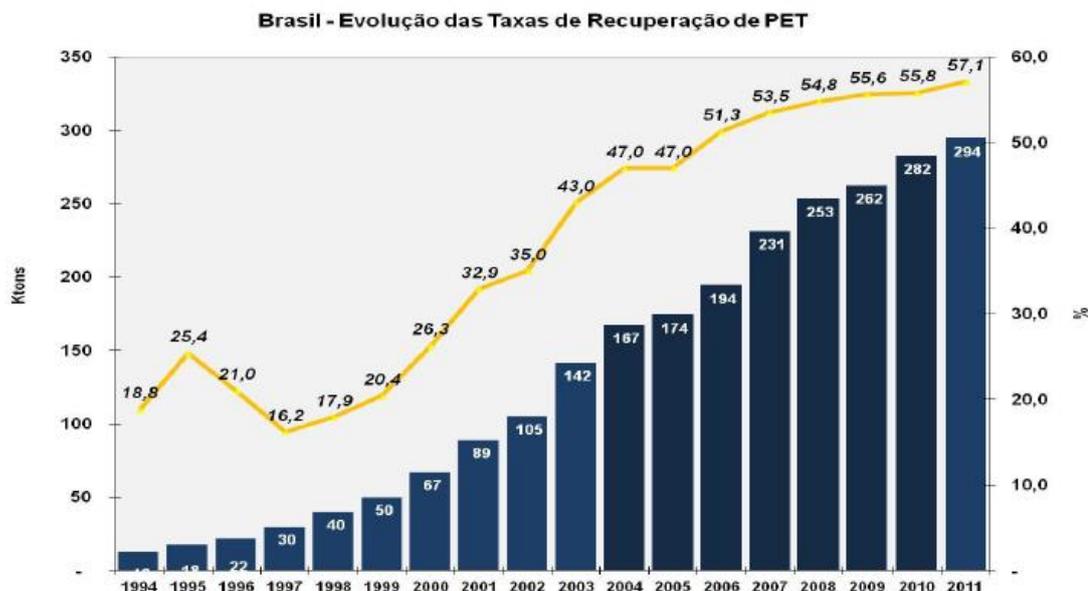


FIGURA 1: Brasil – Evolução das Taxas de Recuperação de PET. Fonte: ABIPET (2011)

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (MMA), a produção sustentável é a incorporação, ao longo de todo ciclo de vida de bens e serviços, das melhores alternativas possíveis para minimizar custos ambientais e sociais. Já o consumo sustentável pode ser definido, segundo o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), como o uso de bens e serviços que atendam às necessidades básicas, proporcionando uma melhor qualidade de vida, enquanto minimizam o uso de recursos naturais e materiais tóxicos, a geração de resíduos e a emissão de poluentes durante todo ciclo de vida do produto ou do serviço, de modo que não se coloque em risco as necessidades das futuras gerações.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

Conforme registram Granzotto e Pretto (2012), nos últimos anos, as questões ambientais geraram grandes mudanças na sociedade, economicamente e produtivamente, o que exigiu conscientização ecológica por parte de instituições, de empresas e das pessoas em geral, que passaram a se envolver no desenvolvimento de um mundo melhor. A sustentabilidade busca uma gestão integrada e com responsabilidade social para que os diversos setores participem em ações de proteção contra os problemas ambientais e suas implicações.

Segundo Pereira (2011), a concepção de sustentabilidade foi elaborada logo após a Conferência de Estocolmo, na metade da década de 1970, mas apenas ganhou atingiu proporções mundiais no final da década de 1980. O conceito de sustentabilidade sugere que o padrão de vida de gerações futuras não seja afetado ou comprometido pelo cumprimento das necessidades básicas da população atual. Além disso, os recursos apenas devem ser gastos à medida que a natureza seja capaz de repô-los, para que o desenvolvimento de diversas áreas não afronte de forma irreparável os ecossistemas ou a sociedade.

Foi realizada uma pesquisa, na plataforma de periódicos da CAPES, no período compreendido entre 1990 e 2015, as publicações que contivessem a palavra-chave *sustainability*. Optou-se por pesquisar a palavra “sustentabilidade” em inglês, por apresentar uma massa consideravelmente maior de registros, adensando assim a pesquisa em tela. A Figura 2, a seguir, mostra o gráfico dos resultados obtidos na bibliometria para a palavra-chave *sustainability*.



FIGURA 2 – Evolução da quantidade de registros do termo "sustainability". Fonte: Autores (2017)

Para o termo *sustainability* (sustentabilidade), o número de registros de trabalhos cresceu exponencialmente, apresentando uma suave queda apenas no ano de 2015, com mais de 17.800 publicações. O ápice ocorreu em 2014, com o registro excedendo 18.200 publicações. O aumento no número de pesquisas neste campo ocorre pelo fato de que, com o passar dos anos, a abordagem sobre o tema tem se tornado cada vez mais relevante. A sociedade, de forma geral, torna-se gradativamente mais preocupada com a proteção ambiental, à medida que novas pesquisas são realizadas de forma que o conhecimento sobre tal assunto seja cada vez maior e mais abrangente.

Conforme Aragon e Ghiraldello (2014), na construção civil, na segunda metade do século XX e início deste século, alguns dos materiais convencionais utilizados foram progressivamente sendo substituídos por materiais poliméricos que são os plásticos e borrachas. De fato, desde as instalações hidráulicas e elétricas até ao acabamento de uma obra como em revestimentos de pavimentos e caixilharias, o plástico tem se revelado como elemento fundamental para o setor de construção civil. Embora nem sempre aparente, como no caso das tubulações, que se escondem atrás das paredes e em certos casos disfarçados como em pisos ou telhas que imitam peças de cerâmica, o plástico vem aumentando a cada ano a sua importância e peso.

Segundo Santana, Carvalho e Faria (2013), os tijolos ecológicos constituem uma alternativa para a sustentabilidade e conservação do meio ambiente, pois desenvolve práticas que colaboram com o meio ambiente como a não queima de biomassa e o reaproveitamento de entulhos.

Canellas e D'Abreu (2004), salientam que o Brasil consumiu 330 ktons de resina PET na fabricação de embalagens. A demanda mundial é de cerca de 6,7 milhões de toneladas por ano. Observa-se que os dados referentes a produção x consumo, indicam que, somente em 2003, a diferença encontra-se na ordem de 9 ktons.

Spinacé e De Paoli (2004) destacam que dentre os polímeros reciclados, o PET destaca-se pelo alto índice de reciclagem atingido em um curto período de existência. No início dos anos 80 os EUA e o Canadá reciclavam o PET para fazer enchimento de almofadas, posteriormente, com a melhora na qualidade do PET reciclado, surgiram aplicações importantes, como tecidos e recipientes para produtos não alimentícios.

Romão, Spinacé e De Paoli (2009), afirmam que em 2005 o PET foi o segundo polímero mais encontrado no resíduo sólido urbano e apresentou o maior índice de reciclagem mecânica (53% - porcentagem em massa) entre os termoplásticos.

Dias e Teodósio (2006), apontam que se a coleta seletiva fosse bem estruturada, conseguiria-se mais PET com menos contaminação. Por outro lado, a embalagem PET é totalmente reaproveitável, podendo ser reciclada várias vezes. Quando deixada num aterro sanitário, impermeabiliza as camadas em decomposição, prejudicando a circulação de gases e líquidos.

### **3. PROBLEMA**

Atualmente, tem-se dois problemas principais em relação à garrafa PET. Um deles é quando a garrafa é descartada de maneira incorreta, jogada em qualquer lugar. Outro problema é quando ela é destinada a aterros sanitários, pois os mesmos já estão com superlotação de resíduos, tendo em vista que o PET leva em média 100 anos ou mais para decompor-se no meio ambiente. Além disso, deve-se considerar que as milhões de garrafas PET descartadas incorretamente geralmente vão parar nos rios e poluem ainda mais o meio ambiente.

Todo tipo de lixo precisa ter seu descarte feito de maneira correta, senão ocorrem diversos problemas ecológicos, dentre eles: sujeira nas ruas, poluição ambiental, obstrução do passeio público, poluição visual, contaminação do solo e dos lençóis freáticos, alagamentos e inundações em períodos de chuva, diminuição da vida útil dos aterros sanitários, proliferação de endemias, prejuízos ao turismo local e aumento dos gastos públicos com a limpeza urbana.

Um aterro sanitário é um local de destinação final dos rejeitos de origem humana, de base doméstica, comercial, de alguns serviços de saúde e determinadas indústrias. A base de um aterro sanitário deve ser constituída por uma camada de solo compactado, a fim de evitar o vazamento de material líquido e consequente contaminação do lençol freático. Acima desse solo deve vir uma camada impermeável de polietileno de alta densidade – P.E.A.D, seguida de um sistema de drenagem de chorume, que deve ser tratado e reinserido ao aterro, causando assim uma menor poluição ao meio ambiente. Os aterros sanitários não podem ser feitos de qualquer forma ou em qualquer lugar. Eles precisam de um solo específico e de determinadas condições ambientais. Os aterros possuem um solo preparado para que não haja contaminação das áreas do entorno. Além disso, há o monitoramento das emissões de gases provenientes da decomposição dos resíduos orgânicos.

Seu interior deve possuir um sistema de drenagem de gases que possibilite a coleta do biogás, constituído por metano – CH<sub>4</sub>, gás carbônico – CO<sub>2</sub>, vapor d'água, entre outros, formado pela decomposição dos resíduos. Estes efluentes gasosos devem ser preferencialmente beneficiados na produção de energia. Caso não seja possível, podem ser queimados na atmosfera. A produção e utilização do biogás tem como retorno financeiro a compensação por créditos de carbono ou CER's do mecanismo de Desenvolvimento Limpo, conforme previsto no Protocolo de Quioto.

Por fim, sua cobertura é constituída por um sistema de drenagem de águas pluviais, para que não haja a infiltração da água da chuva no interior do aterro, normalmente constituído por uma camada de argila compactada. Um agravante que deve ser considerado é a superlotação dos aterros sanitários no Brasil, levando à desativação de muitos deles. Assim, a questão do lixo muda de patamar, passando a ser um problema de ordem pública. Segundo os dados da Organização das Nações Unidas (ONU), de dezembro de 2011, o Brasil emitiu 1.441 megatoneladas de lixo, trazendo em seu bojo todos os problemas correlatos, principalmente no que diz respeito à Saúde Pública.

### **4. METODOLOGIA**

Este trabalho apresenta o estudo de viabilidade desenvolvido com o intuito de testar o uso de grânulos de garrafa PET para a fabricação de blocos de concreto prensado. Foram

consideradas as características geométricas, os índices físicos e características mecânicas, tais como, condutividade térmica e resistência à tração e compressão.

O estudo visa analisar o desempenho de blocos de concreto produzidos com materiais alternativos, incorporando novos componentes oriundos de resíduos sólidos poluentes. Para a confecção do tijolo, foi utilizado o cimento do tipo Portland - CP II -32, pó de pedra britada e água na dosagem (1; 5; 1). Utilizou-se também o PET oriundo de garrafas já utilizadas, devidamente esterilizado e adicionado na composição.



FIGURA 3 – Preparo das garrafas PET para composição do tijolo. Fonte: Autores (2017)

A confecção dos blocos testes, ou blocos pilotos, tem o objetivo de avaliar as possíveis falhas e dificuldades para execução do experimento. Para moldagens dos blocos utilizaram-se formas para fabricação de blocos, conforme pode ser visto na Figura 4. A compactação da mistura foi realizada manualmente por um único operador tentando minimizar efeitos de variação da energia de compactação utilizada. Foram confeccionados 03 blocos para os testes com cura de 7, 14 e 21 dias.



FIGURA 4 – Formas para fabricação dos blocos de concreto. Fonte: Autores (2017)

Os blocos foram fabricados com os agregados nas seguintes proporções:

Agregado “A” – 40% de areia + 60% de PET

Agregado “B” – 50% de areia + 50% de PET

Agregado “C” - 60% de areia + 40% de PET

A mistura entre o agregado e cimento deve ser seca e deve estar homogênea, além de possuir uma só coloração. Em seguida, adicionou-se água aos poucos até ficar com a umidade ideal de moldagem, e peneirou-se a mistura que deve possuir a consistência de uma farofa úmida. Quanto mais homogênea e uniforme estiver a mistura, maior será o ganho na resistência, criando assim uma relação logarítmica entre a uniformidade da mistura e a resistência mecânica.

Cumpridas as etapas anteriores, a mistura foi levada para prensa de compactação e modelagem do tijolo. Nessa etapa, não se deve ultrapassar o tempo máximo de uma hora, pois o tempo de “pega” do cimento é prejudicado. O bloco de teste pronto encontra-se ilustrado na Figura 5.



FIGURA 5 – Bloco de concreto teste. Fonte: Autores (2017)

## 5. RESULTADOS ESPERADOS

A pesquisa encontra-se em desenvolvimento e os testes preliminares indicam resultados aceitáveis de resistência. O objetivo desse estudo é comprovar que a adição do PET na composição de um bloco de concreto traz benefícios à construção civil e ao meio ambiente. Uma vez que esse estudo de viabilidade seja concluído e o projeto apresente uma viabilidade técnica e comercial, tal proposta tem o potencial de trazer um grande avanço não só na construção civil, como também na destinação correta das garrafas pets. Assim, espera-se trazer uma significativa contribuição para a sociedade, na medida em que irá auxiliar no incremento dos índices de reciclagem desse material, bem como possibilitará a produção de edificações residenciais de baixo custo.

## 6. REFERÊNCIAS

É necessário que o conceito de sustentabilidade e reciclagem seja um dos focos na construção civil, já que essa é uma das áreas produtivas que mais prejudica e degrada o meio ambiente. Com isso, a fabricação e utilização do tijolo com adição do PET seria uma maneira viável de contribuir para redução deste resíduo sólido tão danoso para o planeta. Além disso, tal proposta pode reduzir os custos envolvidos na construção civil, facilitando assim a aquisição da casa própria. Assim, o estudo aqui apresentado tem um forte apelo sócio-ambiental.

## 7. REFERÊNCIAS

**ARAGON, A. T.; GHIRALDELLO, L.** Produtos a base de polietileno (PET) na construção civil: um estudo diagnóstico no município de Poços de Caldas. Poços de Caldas/MG: Gestão e Conhecimento, edição 2014.

**ABIPET. 10º Censo da reciclagem do PET no Brasil.** Disponível em: [file:///C:/Users/user/Downloads/D%C3%A9cimo\\_Censo\\_da\\_Reciclagem\\_de\\_PETno\\_Brasil.pdf](file:///C:/Users/user/Downloads/D%C3%A9cimo_Censo_da_Reciclagem_de_PETno_Brasil.pdf). Acessado em 20/05/2017

**CANELLAS, S. S.; D'ABREU J. C.** Reciclagem de PET, visando a substituição de agregado miúdo em argamassa. Natal/RN: Anais do XXI ENTMMME, 2005.

**DIAS, S. L. F.; TEODÓSIO, A. S. S.** Reciclagem do PET: desafios e possibilidades. Fortaleza: Anais do XXVI ENEGEP, 2006.

**GRANZOTTO, M. M.; PRETTO, V.** A Cultura da Sustentabilidade: entre Fazeres e Saberes. XVI Jornada Nacional de Educação do Centro Universitário Franciscano (JNE/UNIFRA). Rio Grande do Sul, 2012.

**PEREIRA, C. U.** Sustentabilidade: da Teoria à Prática - por uma Educação Ambiental Transformadora. II Simpósio de Educação Ambiental e Transdisciplinaridade (SEAT). Núcleo de Pesquisas e Estudos em Educação

Ambiental e Transdisciplinaridade do Instituto de Estudos Sócio-Ambientais da Universidade Federal de Goiás (UFG/IESA/NUPEAT). Goiânia, 2011.

**ROMÃO, Wanderson; SPINACÉ, M. A. S., DE PAOLI, Marco A.** Poli (Tereftalato de Etileno), PET: Uma Revisão Sobre os Processos de Síntese, Mecanismos de Degradação e sua Reciclagem. *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, vol. 19, nº 2, pág. 121 – 132, 2009.

**SANTANA, J. E. S.; CARVALHO, A. C. X.; FARIA, A. P. G.** Tijolo Ecológico versus Tijolo Comum: benefícios ambientais e economia de energia durante o processo de queima. Salvador/BA: Anais do IV Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, 2013.

**SPINACÉ, M. A. S., DE PAOLI, M. A.** A Tecnologia de Reciclagem de Polímeros. Campinas: *Química Nova*, vol. 28, nº 1, pág. 65-72.