

MODELAGEM E PROPOSTA DE UTILIZAÇÃO DE TIJOLOS FABRICADOS A PARTIR DA RECICLAGEM DE PLÁSTICOS

JONATHAN DA SILVA SANTOS¹, WILLIAM PORTILHO DE PAIVA², VAGNER MARQUES DIAS³

¹ Graduando em Engenharia de Controle e Automação, Bolsista PIBIFSP, IFSP, Câmpus Salto, santos.jonathan@ifsp.edu.br.

² Doutor em Engenharia Mecânica, IFSP, Câmpus Salto, portilho@ifsp.edu.br.

³ Empresário e Técnico em Eletrônica, Salto, vagner@evolutionmedicalgroup.com.br.

Área de conhecimento (Tabela CNPq): 3.06.03.20-0 Tratamentos e Aproveitamento de Rejeitos

RESUMO: Com o aumento da densidade demográfica o país se depara, cada vez mais, com problemas no gerenciamento e organização da sociedade brasileira, trazendo consigo a carência de moradias para os habitantes e falta de emprego para pessoas sem qualificação. Outro fator negativo é o acréscimo da quantidade de resíduos urbanos gerados, sendo o maior deles de resíduos plásticos, dos quais apenas uma pequena parcela é reaproveitada. Baseado nos problemas apresentados e em estudos já publicados com esse tema, o presente trabalho tem como objetivo estudar o uso de plástico reciclado para se produzir tijolos e com esses tijolos montar uma casa popular seguindo normas de um programa habitacional com proporção nacional (Programa Minha Casa Minha Vida). Uma parte do objetivo, apresentado neste artigo, é projetar e modelar o tijolo e a estrutura da residência utilizando *softwares* de CAD. Como resultado são obtidas a definição da geometria do tijolo, a quantidade de tijolos necessária e a estimativa em quilogramas de lixo plástico reaproveitado para se construir uma moradia popular. Por fim, o trabalho apresenta uma alternativa para diminuir o déficit habitacional do Brasil, estimular e aumentar a reciclagem de plásticos no país, valorizar pessoas que trabalham na coleta e processamento do plástico e gerar empregos para pessoas com baixa qualificação, que poderão trabalhar na montagem das casas.

PALAVRAS-CHAVE: modelagem 3D; plástico reciclado; tijolo plástico.

STUDIES FOR BRICK PRODUCTION USING RECYCLED PLASTIC

ABSTRACT: This work presents studies that contribute to minimize three Brazilian social problems – large accumulation of plastic waste, low job opportunity for unskilled workers and housing deficit. Report of World Bank presents Brazil as the fourth largest producer of plastic waste in the world. The report shows that less than 2% of the waste generated is actually recycled. Part of remaining waste goes to landfills, but part is thrown away in an inappropriate place and goes to rivers, dragged by rainwater, creating environmental problems. Second problem is the marginalization of part of economically active population due to low professional qualifications. Another problem is related to the deficit of 7,78 million housing units, in 2017. With collaboration of a company and following technical standards and procedures of a state habitational program, this work, using 3D CAD modeling, developed a brick geometry (to facilitate assembly by unskilled workers) and defined an assembly considering the bricks layout, as well as electrical, hydraulic and solar heating systems. In addition, this work defined the quantity of blocks and approximate amount of plastic waste necessary for construction of one house. Future works will evaluate the physical properties, the mechanical resistance and other structural characteristics of the blocks and the house.

KEYWORDS: 3D modeling; recycled plastic; plastic brick.

INTRODUÇÃO

O conceito de construções utilizando blocos tipo LEGO®, em conjunto com a utilização de material reciclado, desperta cada vez mais o interesse das empresas do ramo da construção civil e inovação sustentável pelo baixo custo de fabricação, pela facilidade e velocidade de montagem, pelo reaproveitamento de materiais e diminuição do uso de recursos naturais (BYFUSION GLOBAL INC., 2020; CONCEPTOS PLASTICOS, 2019; ECOMAT, 2020).

Com a elevação da densidade demográfica e o aumento no descarte de resíduos plásticos, se vê necessária uma forma de reaproveitar os plásticos que não são utilizados como produto secundário, como por exemplo as embalagens de plásticos PET (polyethylene terephthalate), que tem constante presença no cotidiano das pessoas, e a partir dele gerar um produto que beneficie a sociedade, ao invés de apenas descartá-los na natureza (DOS SANTOS JUNIOR, DE MACÊDO, *et al.*, 2012).

Nas pesquisas realizadas neste trabalho não foram encontradas empresas no Brasil que façam esse tipo de construção de maneira comercial. Tendo em vista as oportunidades inerentes a este conceito, e os problemas descritos neste trabalho, está sendo desenvolvido, em parceria com uma empresa, um tijolo tipo bloco de montar que utiliza plástico reciclado como matéria-prima. Além disso estão sendo estudadas formas de utilização deste tijolo para a construção de residências populares. A modelagem dos tijolos e uma alternativa de montagem da estrutura final, realizada utilizando *software* de CAD, são mostradas neste artigo.

MATERIAL E MÉTODOS

O desenvolvimento do trabalho foi dividido em 4 etapas. Na primeira etapa foi definida a geometria do tijolo. Em seguida foi desenvolvida uma planta baseada especificamente no dimensional do tijolo. Posteriormente foi feita a simulação da construção da casa em 3D. Finalmente foi estudada a finalização do projeto, incluindo cobertura, esquadrias, parte elétrica, hidráulica e aquecimento solar.

A geometria base do tijolo foi definida empiricamente utilizando o conceito dos brinquedos do tipo bloco de montar, considerando os seguintes aspectos:

- Facilidade de fabricação pelo processo de injeção de plástico;
- Resistência mecânica adequada;
- Menor quantidade possível de variação, visando:
 - Redução de custo de fabricação de moldes;
 - Redução de tempo de preparação de máquina (*setup*);
 - Facilidade na montagem pela reduzida quantidade de peças diferentes;
- Formato e forma de utilização natural e intuitiva, baseada em brinquedos de montar, podendo ser compreendida até mesmo por crianças.

Partindo desses aspectos foram projetadas três peças distintas, compostas por 1 encaixe, 2 encaixes (Fig. 1) ou 3 encaixes.

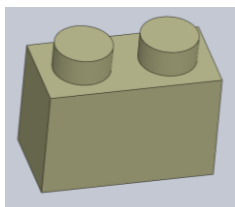


FIGURA 1. Modelo simplificado de um bloco com 2 encaixes.

Após a definição da geometria dos blocos foi feito o desenho da planta baixa (Fig. 2), atendendo às especificações mínimas de cômodos e mobiliário do Programa Minha Casa Minha Vida (MCMV), com dimensional ajustado exclusivamente às dimensões destes blocos.

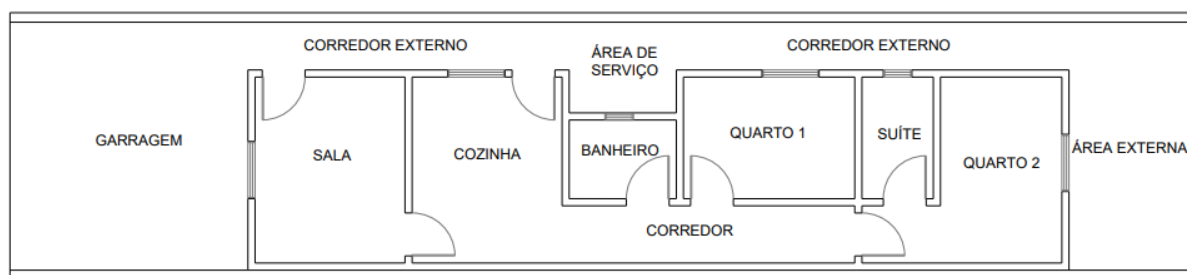


FIGURA 2. Planta baixa.

Em seguida foi feita a simulação da montagem da casa, em 3D (Fig. 3). Foi estudada e definida precisamente a posição de cada tijolo na montagem, visando utilizar a maior quantidade possível de peças de 3 encaixes com o objetivo de:

- Diminuir a quantidade de peças diferentes a ser utilizada;
- Otimizar o processo de fabricação por injeção;
- Aumentar o rendimento na montagem com consequente redução no tempo;
- Minimizar erros de montagem.

A utilização e posição exata de cada peça com 1 ou 2 encaixes também foi definida objetivando otimizar a amarração entre os blocos e fiadas, além de completar lacunas nas extremidades ou intersecção de paredes. Por fim, a resistência da estrutura é garantida por colunas de concreto estrategicamente posicionadas.

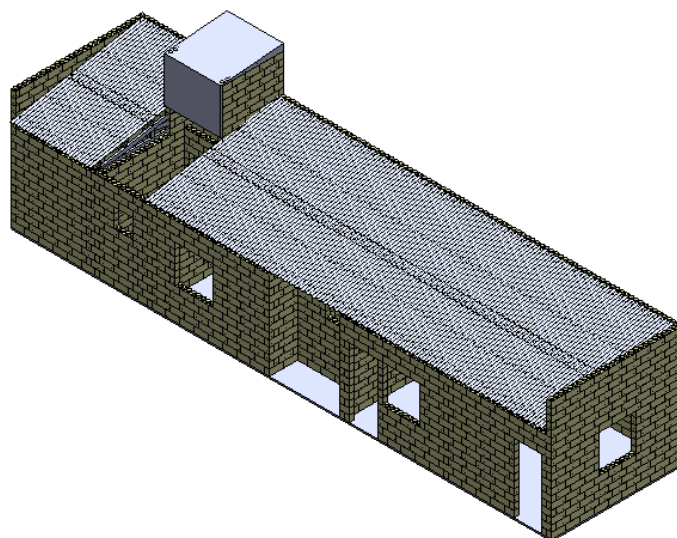


FIGURA 3. Modelagem 3D da casa.

O projeto prevê tanto a possibilidade da utilização de esquadrias e estruturas de telhado já existentes no mercado, como também aquelas fabricadas a partir de materiais reciclados, como por exemplo a utilização de madeira plástica (tema de outro trabalho em andamento), aumentando ainda mais o compromisso com a sustentabilidade. Atendendo aos requisitos do Programa MCMV, o projeto do telhado prevê a instalação de aquecedor solar para utilização nos chuveiros da residência. Os tijolos também contam com dutos para instalação elétrica e hidráulica já embutidos em seu interior, evitando-se o retrabalho e alteração da resistência da estrutura devido à realização de recortes nas paredes.

Futuramente a empresa fabricará o tijolo e o trabalho terá sequência, quando então será verificada sua viabilidade de construção e segurança conforme normas. Posteriormente, será elaborado um manual de montagem da estrutura, possibilitando que mesmo pessoas sem capacitação técnica específica possam realizá-la.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O primeiro resultado obtido neste trabalho foi o dimensionamento da geometria interna e externa dos blocos – estes dados só podem ser mostrados em sua forma simplificada até que o processo de patente dos blocos esteja concluído.

O dimensionamento foi feito utilizando recursos de modelagem em 3D e, a partir deste, foi possível definir o método de fabricação dos tijolos, que consiste na injeção do plástico em moldes com o formato dos blocos, resultando em alta produção com qualidade dimensional e acabamento muito bons.

Provendo uma aplicação prática para esses tijolos foi elaborada uma planta que atende às dimensões dos blocos e especificações mínimas do Programa MCMV. Esse programa habitacional foi escolhido por ter abrangência nacional e consequentemente o Projeto poder atingir todo o território brasileiro. A modelagem 3D desta planta propiciou definir a posição exata de todos os blocos, fazendo as amarrações necessárias e indicando os cantos a serem reforçados com colunas de concreto, garantindo a resistência mecânica da estrutura. A modelagem também permitiu definir a quantidade exata necessária de blocos dos diferentes encaixes que serão utilizados para a montagem de uma única casa e estimar suas respectivas massas (Tab. 1).

TABELA 1. Quantidade de blocos utilizados e suas respectivas massas.

Bloco	Quantidade	Massa unitária calculada[kg]	Massa total aproximada[kg]
1 encaixe	175	0,77	135
2 encaixes	139	1,45	200
3 encaixes	2056	2,1	4315

Analisando os dados da Tabela 1, obtém-se que, para a construção de uma casa, serão necessárias, aproximadamente, 5 toneladas de lixo plástico, ou seja, a cada casa construída, 5 toneladas de lixo plástico deixam de ser descartadas na natureza.

Considerando que o Brasil produz, em média, 1 quilograma de lixo plástico por habitante a cada semana (WWF, 2019), uma família composta por quatro pessoas produz, em média, 200 quilogramas de lixo plástico por ano. Fazendo a relação entre a massa de plástico necessária para a fabricação de uma casa e a massa de lixo produzido anualmente por uma família (Fig. 4), tem-se:

$$Xf = \frac{m_c}{m_f} \Rightarrow \frac{5.000}{200} = 25 \quad (1)$$

onde:

Xf = Quantidade de lixo plástico gerado por X famílias;

m_c = Massa de lixo plástico necessária para a construção de uma casa em kg;

m_f = Massa de lixo plástico gerada anualmente por uma família de 4 pessoas, em kg.

A Equação 1 mostra que, por ano, a cada grupo de 25 famílias, uma casa poderia ser construída, utilizando como material o plástico reciclável.

Para efeitos de cálculo, considerando-se a população do Brasil em 200.000.000 de pessoas, e famílias formadas por 4 pessoas, obtém-se um total de 50.000.000 de famílias. Assim, tem-se:

$$Qc = \frac{50.000.000}{Xf} \Rightarrow \frac{50.000.000}{4} = 2.000.000$$

onde Qc = Quantidade de casas produzidas.

Conclui-se que, se fosse possível reciclar 100% do lixo plástico disponível, o déficit de 7,78 milhões de moradias (INFOMONEY, 2019) poderia ser zerado em 4 anos.



FIGURA 4. Relação entre a massa de plástico necessária para fabricação de uma casa e a massa de lixo plástico produzida anualmente.

Trabalhos semelhantes discutem a utilização do plástico como agregado, em substituição a partes da areia (DOS SANTOS JUNIOR, DE MACÊDO, *et al.*, 2012; ECOMAT, 2020) enquanto o presente trabalho propõe a utilização do plástico unicamente, como material de fabricação do tijolo.

CONCLUSÕES

O presente trabalho possui uma visão social abrangente e apresentou uma proposta para contribuir para a redução de problemas sociais, culturais e ambientais a partir da utilização de plástico reciclado para a fabricação de casas populares.

Desde a definição da geometria dos blocos até a construção final da estrutura visou-se a qualidade dimensional, otimização de processos e segurança dos usuários finais.

Um dos resultados do presente trabalho foi o desenvolvimento de uma planta específica, cujas dimensões se adequam tanto aos modelos dos blocos projetados quanto às exigências mínimas de um programa habitacional com abrangência nacional.

Também foi definida a disposição dos blocos na estrutura por meio de *software* CAD e foi mostrado que esse tipo de construção é viável do ponto de vista de *layout*. Do ponto de vista de resistência estrutural, outros estudos serão realizados futuramente.

Por fim, também foi definida a quantidade exata de blocos necessários para a construção de uma única residência, bem como apresentada a relação mássica entre o lixo plástico disponível produzido por várias famílias e a quantidade mássica necessária para a construção de uma casa.

REFERÊNCIAS

BYFUSION GLOBAL INC. **ByFusion Global Inc.**, 2020. Disponível em: <www.byfusion.com>. Acesso em: 18 set. 2020.

CONCEPTOS PLASTICOS. **Conceptos Plasticos**, 2019. Disponível em: <www.conceptosplasticos.com>. Acesso em: 18 set. 2020.

DOS SANTOS JUNIOR, João et al. Utilização de garrafas PET na confecção de tijolos. **Cadernos de Graduação - Ciências Exatas e Tecnológicas**, Sergipe, v. 1, n. 15, p. 59-66, out. 2012.

ECOMAT. Centro de pesquisa e desenvolvimento ECOMAT de Bremen's - WFB. **WFB**, 2020. Disponível em: <<https://www.wfb-bremen.de/en/page/commercial-property/ecomat-research-technology>>. Acesso em: 23 set. 2020.

INFOMONEY. Infomoney., 7 jan. 2019. Disponível em: <<https://www.infomoney.com.br/minhas-financas/deficit-habitacional-e-recorde-no-brasil/>>. Acesso em: 22 set. 2020.

WWF, International. **Solucionar a poluição plástica**: Transparência e responsabilização.