

Estudo comparativo sobre a utilização de blocos sustentáveis na construção civil

Jaqueson Gomes Sales; Marcos Antonio Bezerra Chaves; Tatiane Sita de Souza

Orientador: Prof. Ms. Leandro Ferreira Gomes

Resumo

O plástico é um material que possui degradação lenta, levando em consideração que possui propriedades à prova de fungos e bactérias, o que acaba gerando um grande volume de lixo. Quando o descarte é realizado de maneira incorreta, o material acaba gerando uma grande poluição para o meio-ambiente. Diante disso, é essencial a implantação de projetos que visem dar utilidade a esses resíduos. Apresenta-se, então, um estudo comparativo voltado ao uso de material reciclável na construção civil, substituindo os blocos convencionais de concreto e cerâmico por blocos que possuem plástico em sua composição, compostos principalmente pela junção de PP (Polipropileno) e PEBD (Polietileno de baixa densidade). Esses blocos são capazes de acelerar o processo construtivo, anular o desperdício de materiais nas obras e também reduzir o excesso de mão de obra especializada, o que acarreta assim na diminuição dos custos de obras civis.

O presente artigo foi realizado com base no estudo do sistema de blocos plásticos denominado Brickarp, proposto por Fernando Llanos Gónima, além de pesquisas em artigos científicos e na literatura, comparando o bloco plástico com os blocos de concreto e cerâmico, com o objetivo de analisar as vantagens e desvantagens do tijolo plástico em relação a blocos frequentemente já utilizados na alvenaria estrutural.

Palavras-chave: Blocos de Plástico, Construção Civil, Sustentabilidade.

Abstract

Plastic is a material that has slow degradation, taking into account that it has fungus and bacteria proof properties, which ends up generating a large volume of waste. When the disposal is carried out incorrectly, the material ends up generating great pollution for the environment. Therefore, it is essential to implement projects that aim to make this waste useful. It is then presented a comparative study focused on the use of recyclable material in civil construction, replacing conventional concrete and ceramic blocks for blocks that have plastic in their composition, composed mainly by the junction of PP (Polypropylene) and LDPE (Polyethylene low density). These blocks are capable of accelerating the construction process, eliminating the waste of materials in the works and also reducing the excess of specialized labor, which leads to a reduction in the costs of civil works.

The present article was carried out based on the study of the plastic block system called Brickarp, proposed by Fernando Llanos Gónima, in addition to research in scientific articles and in the literature, comparing the plastic block with the concrete and ceramic blocks, with the objective of analyzing the advantages and disadvantages of plastic brick in relation to blocks often used in structural masonry.

Keywords: Plastic Blocks, Civil Construction, Sustainability.

Introdução

A poluição plástica é uma ameaça à natureza e à sociedade. Quando o seu descarte é feito de maneira incorreta, ela é responsável por diversos impactos ambientais e socioeconômicos, como poluição em oceanos, esgotamento de aterros sanitários, danos à saúde devido a decomposição lenta no solo, entre outros. No Brasil, a reutilização de resíduos plásticos ainda é pouco incentivada. Essa questão deveria ser abordada de forma mais integrada e envolvendo também os fatores social, econômico, educacional, ambiental e político.

Um estudo feito em 2016 pela empresa World Wide Found Nature mostrou que a produção de plásticos alcançou a marca de 396 milhões de toneladas métricas. Esse valor equivale a 53 quilos de plástico para cada pessoa no planeta. Se toda a capacidade estimada para produção de plástico for construída, a produção atual poderá aumentar em 40% até 2030 (World Wide Found for Nature, 2019). Diante disso, é essencial a implantação de projetos que visam dar utilidade a esses resíduos, para que assim, o desperdício plástico diminua.

Como uma maneira de associar a necessidade de reciclagem de resíduos plásticos com a construção civil, o colombiano Fernando Llanos Gónima desenvolveu um sistema alternativo de reutilização desse material, transformando o plástico reciclado em blocos para construção de casas, e o intitulou como sistema construtivo Brickarp.

No processo construtivo, a realização de instalações de blocos, vigas e lajes para projetar casas com o sistema Brickarp acaba gerando menos poluição se comparado à uma construção em alvenaria estrutural comum. Esse processo acaba sendo uma alternativa de proteção ambiental em larga escala, pois os blocos produzidos atendem aos protocolos ambientais de preservação, impactando de forma positiva no meio ambiente e sem contaminação, visto que são produzidos a partir da reutilização de resíduos plásticos domésticos e comerciais.

A construção de moradias sustentáveis, se comparado a outros lugares do mundo, ainda é pouco aplicada e conhecida no Brasil, o que acaba impactando diretamente com questões socioambientais aqui no país.

Fernando Gónima criou um bloco compacto com materiais plásticos reciclados e também fundidos, onde possuem em sua composição principalmente o Polipropileno e Polietileno de baixa densidade. Desde então, a empresa Bloqueplás, fundada por Fernando, utiliza o sistema Brickarp como técnica construtiva, onde são produzidos blocos e vigas com plástico recuperado que são obtidos por meio do processo de extrusão, no qual a matéria-prima é fundida por aplicação de calor, e logo após injetada em um molde rígido e com dimensões precisas, para assim chegar ao seu produto final (BLOQUEPLÁS, 2017).

Este artigo tem como objetivo principal realizar um estudo comparativo da aplicabilidade de blocos de plástico sustentáveis feitos pelo sistema Brickarp como matéria prima na

construção civil, em relação à blocos convencionais cerâmicos e de concreto. Como objetivo específico, pretende-se justificar o sistema Brickarp como um método economicamente e tecnicamente viável de construção em comparação aos blocos frequentemente utilizados na alvenaria estrutural, avaliando sua resistência mecânica, custo-benefício e apresentando as vantagens e desvantagens para a construção final.

Revisão Bibliográfica

O termo “Alvenaria” se refere à blocos aplicados de forma sobreposta e colados com argamassa, formando um elemento vertical com a função de resistir a cargas gravitacionais, fornecer proteção acústica e térmica e bem como a compartimentação de ambientes. As alvenarias também podem apresentar desempenho estrutural, dispensando a utilização de vigas e pilares, sendo elas próprias responsáveis por resistir às cargas atuantes na estrutura da construção, transmitindo-as para as fundações (TAUIL, 2010).

A denominação “Bloco Sustentável” se refere à blocos utilizados com o mesmo propósito da construção em alvenaria estrutural, porém, utiliza-se como matéria prima principal materiais plásticos que são reutilizados para assim formar estruturas e por fim moradias.

Os blocos são essenciais para a construção civil. Eles podem ser responsáveis pela vedação e/ou suporte da propriedade. É o principal material para vedação ou içamento de paredes de alvenaria. O objetivo da parede é delimitar a estrutura de trabalho entre os pilares e as vigas sem afetar diretamente a estrutura do projeto. Essa característica não dispensa o uso de revestimentos cerâmicos, cuja tecnologia e dimensões podem realmente atender aos diferentes requisitos de cada projeto.

O método construtivo com blocos sustentáveis Brickarp, desenvolvida pelo Arquiteto Fernando Llanos Gónima, tem como foco principal o reaproveitamento de plástico descartado. O processo para fabricação desses blocos é obtido a partir de um processo denominado extrusão, com um molde possuindo características rígidas e com dimensões precisas.

Conforme entrevista cedida ao Jornal Noticiero + Pacifico, Fernando explica que o tijolo possui encaixes justos, que possuem quatro aberturas padronizadas em sua horizontal. Quando a estrutura é montada, são formados dutos que servem para passagem de canos hidráulicos e conduítes elétricos. Como o seu design é patenteado, os blocos se tornam facilmente acoplados, como um “bloco de lego”. A Figura 1 apresenta um exemplo de bloco de plástico feito com o sistema Brickarp:

Figura 1 – Bloco de Plástico



Fonte: BLOQUEPLAS, 2022. Disponível em: <https://bloqueplas.com/>

A construção consiste em colocar e intertravar os blocos para formar paredes, seguindo um layout pré-definido. As paredes possuem armaduras de pilares e vigas produzidas com o mesmo método. Reforços complementares incluem perfis de aço ou alumínio conectados com fixadores convencionais (ENGINEERING FOR CHANGE, 2022).

Planejando empreender com sua ideia e expandi-la, Fernando se uniu ao colombiano Oscar Méndez, Arquiteto que trabalhou por quatro anos na indústria de plástico, e que levou para sua tese de mestrado o tema sobre “Sistemas de Construção utilizando o Plástico Reciclável”, onde acabou se aliando à Fernando como cofundador do sistema construtivo. Atualmente, Oscar é responsável pela empresa Conceptos Plásticos, onde utiliza o sistema Brickarp como propósito para construções de moradias, com foco na população de baixa-renda, produzindo conforto e segurança para a população que mais necessita.

A empresa Conceptos Plásticos parte do conceito de que a poluição plástica é uma responsabilidade de todos, e, ao mesmo tempo, a erradicação da pobreza beneficiaria a todos também. A empresa possui uma plataforma de participação para que governos, ONGs e cidadãos interessados contribuam para que todos possam se unir e assim permitir que todos se beneficiem, promovendo o conforto e bem-estar como um todo. (CONCEPTOS, 2022).

De acordo com Óscar Mendez, o processo de transformação dos plásticos recebidos em blocos de construção dura em média cerca de três dias. Primeiro, os pedaços maiores são moídos, e então, em uma máquina de extrusão, a mistura é derretida para que fique homogênea. A seguir, essa mistura aquecida é colocada em um molde, que gerará uma peça de construção após o seu esfriamento, como se fosse um “bloco de Lego” (FONSECA,2016). Para a produção do bloco plástico, o fabricante utiliza principalmente dois tipos de plásticos, o Polietileno de baixa densidade e o Polipropileno:

- PEBD (Polietileno de baixa densidade): o plástico PEBD é geralmente utilizado em embalagens de alimentos em geral (arroz, feijão, açúcar, grãos); embalagens de produtos farmacêuticos e hospitalares; brinquedos; fraldas descartáveis, entre outros.

- PP (Polipropileno): Os Polipropilenos estão presentes em embalagens para alimentos, suprimentos médicos, móveis de plástico, para-choques de automóveis e até em fibras e tecidos.

Esses plásticos de reuso, além de anularem o desperdício de materiais, diminuem também os custos nas obras civis. Eles também representam os principais tipos de plástico em processos de reutilização, porque podem ser misturados durante a reciclagem, pois suas propriedades são modificadas pela mistura, não havendo assim incompatibilidade com outros tipos de materiais. Na Figura 2, temos um exemplo de construção de uma casa com o método construtivo Brickarp:

Figura 2 – Moradia com o método construtivo Brickarp



Fonte: CONCEPTOS PLÁSTICOS, 2019. Disponível em: <https://conceptosplasticos.com/>

Antes de iniciar o processo de reciclagem dos plásticos, os materiais são separados conforme seus tipos de polímeros. A moagem do produto também é necessária para que ocorra a redução em partículas menores, com o intuito de obter uniformidade na extrusão e na injeção dos plásticos em moldes, e para isso, são usados trituradores.

Logo após o processo, o material é lavado e seco para não influenciar nas propriedades finais do material reciclado. Na Figura 3, segue um exemplo de moagem com o processo de extrusão:

Figura 3 - Processo de extrusão de vigas Brickarp



Fonte: FICIDET, 2022. Disponível em: <https://ficidadet.org/proyectos>

O sistema construtivo funciona com sistemas de ancoragem e montagem de blocos, que são sustentados por vigas e colunas do mesmo material, amarradas com perfis metálicos e parafusos. Esse sistema não necessita de cola, o que significa um ganho comparativo e valor agregado em relação a outros produtos atualmente utilizados no setor da construção (BLOQUEPLÁS,2017).

Em um estudo feito na Universidade de Bogotá, onde foi desenvolvido um trabalho científico comparativo entre diversos blocos sustentáveis, foi disponibilizada a ficha técnica do Brickarp, que foi cedida pela fabricante Concepto Plásticos, e segue no Quadro 1:

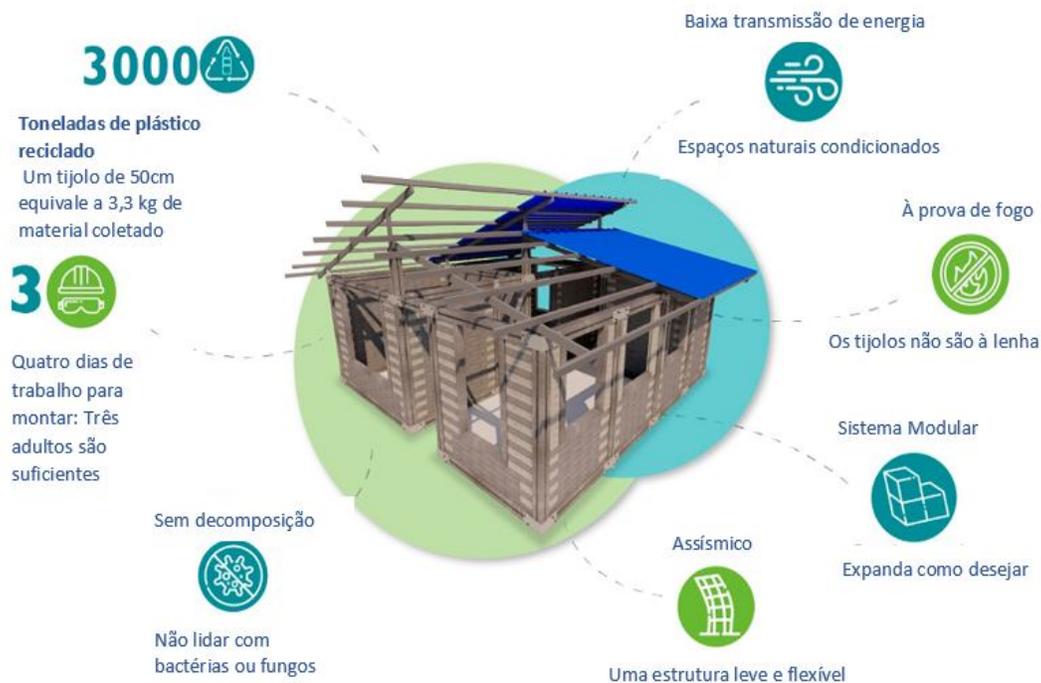
Quadro 1 – Ficha Técnica do Brickarp

Durabilidade	Resultados
Resistência a tração	1892,3 kgf/cm ²
Resistência a compressão	2039,5 kgf/cm ²
Temperatura máxima de trabalho	50 - 75°C
Temperatura mínima de trabalho	-20°C
Módulo elástico	1300 Mega Pascal
Densidade	0,98 g/cm ⁻³
Inflamabilidade	Nenhuma
Resistência a agentes químicos	excelente
Reciclagem	Sim

Fonte: ANÁLISIS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LADRILLOS FABRICADOS A PARTIR DE PLÁSTICO RECICLADO COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN, 2018. Adaptado para a língua portuguesa.

A construção de moradias utilizando o plástico como material primário possui como benefícios estruturais um alto poder isolante e que minimiza a transmissão de energia, calor e fogo. O tempo médio para a construção de uma casa térrea com o bloco é de aproximadamente 4 dias, em uma equipe de 3 adultos. Um tijolo de 50 cm equivale à 3,3 kg de material plástico reciclado, e o bloco possui uma estrutura leve, compacta e flexível, com um sistema modular que permite a expansão da forma como planejar (CONCEPTOS PLÁSTICOS, 2022). Na Figura 4, seguem diversos benefícios com o método construtivo apresentado:

Figura 4 – Características estruturais com blocos plásticos



Fonte: CONCEPTOS PLÁSTICOS, 2022. Disponível em: <<https://conceptosplasticos.com/content/brick-and-blocks.html>> Adaptado para a língua portuguesa.

Em entrevista cedida à revista Exame, Óscar Mendez explicou que o custo por uma moradia de 40 m² é em média de cinco a seis mil dólares. Além de ajudar o meio ambiente, a empresa, que utiliza o tijolo Brickarp, também possui como foco diminuir o déficit habitacional e promover melhores condições a quem mais precisa, ou seja, a população com baixo poder socioeconômico.

Fernando Gónima, por sua vez, foi capaz de criar uma casa de 36m² com dois dormitórios, cozinha, sala de estar e um banheiro por R\$24.000,00 (vinte e quatro mil reais), com um diferencial de R\$ 34.692,36 em comparação ao CUB/m² em março de 2022 no estado de São Paulo. Para isso, utilizou aproximadamente 6 a 7 toneladas de plástico e a casa foi construída em 5 dias. Como reconhecimento, ganhou o prêmio Internacional de Dubai, no ano de 2012 (UN-HABITAT, 2012).

Para analisar o orçamento, precisa-se ter conhecimento sobre qual é o valor do CUB (Custo Unitário Básico) da região onde será construída a edificação, pois ele varia de região para região. Cada estado possui um CUB, mas algumas cidades podem ter o seu próprio, assim como construtoras e empreiteiras.

O Custo Unitário Básico (CUB/m²) teve origem através da Lei Federal 4.591 de 16 de dezembro de 1964. De acordo com o item 3.9 da Norma Brasileira ABNT NBR 12.721:2006, o conceito de Custo Unitário Básico é o seguinte: "Custo por metro quadrado de construção do projeto-padrão considerado, calculado de acordo com a metodologia estabelecida em 8.3, pelos Sindicatos da Indústria da Construção Civil, em atendimento ao disposto no artigo 54 da Lei nº 4.591/64 e que serve de base para avaliação de parte dos custos de construção das edificações."(CUB,2014).

Utilizando o CUB do estado de São Paulo referente ao mês de março de 2022, o custo unitário básico em m², incluindo mão-de-obra, materiais e despesas administrativas é de R\$1.654,35 /m². Com base nessas informações, consegue-se mensurar o custo da obra com a metragem quadrada total da construção. O CUB permite uma estimativa aproximada do valor total do custo de uma obra básica.

Para saber o valor da obra é necessário ter a quantidade em m² de área de projeto a ser construído multiplicado pelo CUB do mês. Ou seja, 36 m² x R\$1.654,35 /m², que nos dá um valor de R\$ 59.556,6 /m². Vale lembrar que dentro desses valores estão inclusos a mão de obra, materiais de construção e pintura.

O sistema Brickarp é elaborado a partir de plástico reciclado, e sua matéria prima se estende por cerca de 3.000 anos. Os blocos também contêm poliolefinas, que são termoplásticos de elevada rigidez, cristalinidade, alto ponto de fusão e excelente resistência química. Esse sistema busca oferecer no futuro uma alternativa para a fabricação de elementos estruturais e não estruturais para a construção de projetos arquitetônicos, mediante a geração de um sistema construtivo que permite instalações rápidas, seguras e de baixo custo (FICIDET,2022).

Algumas propriedades do Brickarp têm como características sua leveza e compactibilidade. Esses blocos também podem ser transportados por longas distâncias, facilitando assim a construção em locais de difícil acesso, e podem ser armazenados, sem risco de deteriorar. Também possuem propriedades termoacústicas, pois a composição química dos blocos acaba criando uma barreira isolante contra o frio e o calor, mantendo o interior da construção a uma temperatura média constante (BLOQUEPLÁS,2017).

Os blocos possuem como característica principal a redução da poluição ambiental, já que sua matéria prima principal é o reaproveitamento de resíduos sólidos plásticos. A tecnologia utilizada para o desenvolvimento do sistema construtivo é simples e facilmente aplicada em qualquer região.

Ao recuperar resíduos plásticos sólidos, o meio ambiente fica livre de problemas ambientais decorrentes do acúmulo de resíduos não biodegradáveis; proliferação de pragas, poluição do ar por gases tóxicos e aquecimento global. Também há uma grande contribuição para a mudança do paradigma do consumismo e do desperdício, já que possui como propósito a reciclagem e reutilização de material descartado (UN-HABITAT, 2012).

O Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, no uso das competências que lhe foram conferidas pela Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, regulamentada pelo Decreto nº 99.274, de 6 de julho de 1990, e tendo em vista o disposto em seu Regimento Interno, anexo à portaria nº 326, de 15 de dezembro de 1994, e considerando a política urbana de pleno desenvolvimento da função social da cidade e da propriedade urbana, conforme disposto na Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001, considerando a necessidade de implementação de diretrizes para a efetiva redução dos impactos ambientais gerados pelos resíduos oriundos da construção civil, classificando os resíduos conforme art. 3º: “Os resíduos da construção civil deverão ser classificados, para efeito desta Resolução, da seguinte forma”(Resolução CONAMA nº 307,2002):

I - Classe A - são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como:

- a) Construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;
- b) Construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto;
- c) Processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;

II - Classe B - são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras e gesso;

III - Classe C - são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação;

IV – Classe D - são resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde (Resolução CONAMA nº 307, 2002).

Com o passar dos anos, podemos observar aumentos expressivos relacionados à problemas ambientais causados pelo lixo que a sociedade produz. Somente em 2021, os dados apurados mostraram que o Brasil alcançou à faixa de 82,5 milhões de toneladas de lixo geradas, uma quantia de 225.965 toneladas diárias. Regionalmente, e nos moldes de anos anteriores, a região com maior geração de resíduos continua sendo a Sudeste, com cerca de 113 mil toneladas diárias (50%) e 460 kg/hab/ano, enquanto a região Norte representa aproximadamente 4% do total gerado, com cerca de 6 milhões de toneladas/ano e 328 kg/hab/ano. (ABRELPE, 2021). A Figura 5 representa a quantidade de resíduos sólidos de acordo com o estado, e mostra as regiões com maior percentual de geração de resíduos sólidos:

Figura 5 – Geração de resíduos sólidos urbanos no Brasil de acordo com as regiões (KG/HAB/DIA)



Fonte: ABRELPE, 2021. Disponível em: < <https://abrelpe.org.br/> acesso em 18 de abril de 2022.

Os Polietilenos correspondem a uma média de 40,1% em aplicações das resinas utilizadas no Brasil. Grande parte dessas aplicações é destinada para embalagens em geral. Sendo assim, espera-se que esse seja o material pós-consumo mais reciclado, além disso, ele já possui diversas aplicações desenvolvidas, tanto aplicações mais comuns, como frascos para produtos de limpeza, quanto aplicações mais nobres, como geomembranas, tubos corrugados e madeira plástica. Já o PEBD é geralmente utilizado com: embalagens de alimentos em geral (arroz, feijão, açúcar, grãos); embalagens de produtos farmacêuticos e hospitalares; fraldas descartáveis, entre outros (ABIPLAST, 2014).

Em relação ao PEAD, ele possui propriedades um pouco diferentes entre si, em virtude da cristalinidade definida no momento da polimerização. Sendo assim, o PEBD é mais flexível, menos opaco e mais macio que o PEAD. No entanto, essas características de cada tipo não impede a mistura dos dois, ou seja, quando se incorporam maiores quantidades de PEAD, temos um material mais rígido que outro com maior quantidade de PEBD (ABIPLAST, 2014).

Os Polipropilenos são termoplásticos rígidos e semicristalinos amplamente utilizados. Se referem a polímeros resistentes, flexíveis e versáteis, e fazem parte do grupo de poliolefinas, se assemelhando ao Polietileno, com a única diferença de que todos os outros carbonos da cadeia principal têm um grupo metil ligado a ele. Os Polipropilenos estão presentes em embalagens para alimentos, suprimentos médicos, móveis de plástico, para-choques de automóveis e até fibras e tecidos (PLÁSTICO MODERNO, 2021).

Diante disso, ressaltamos a necessidade de implantação de projetos que visam dar utilidade a esses tipos de resíduos para que não tenham como finalidade o seu descarte

no meio-ambiente. O uso do plástico na construção civil, substituindo os tijolos convencionais por blocos formados pela junção de PP (Polipropileno) e PEBD (Polietileno de baixa densidade), acelera o processo de construção civil, além de anular o desperdício de materiais nas obras e reduzir o excesso de mão de obra especializada, o que acarreta assim na diminuição dos custos em construções.

De acordo com o estudo mencionado em relação ao método construtivo sustentável utilizando plástico como matéria prima principal, é imprescindível ressaltarmos que um dos métodos mais utilizados para construções em alvenaria no Brasil utilizam-se os blocos cerâmicos e de concreto.

O método construtivo com tijolo cerâmico é utilizado desde 4.000 A.C. para construção de moradias, e sua composição possui argila que pode ou não conter aditivos, que é sempre obtido após o processo de secagem e queima. Em seu processo de fabricação, é necessário que a argila seja misturada com água, formando assim uma pasta, que em seu processo de queima, chega a uma temperatura entre 900°C e 1.000°C. Uma das qualidades da argila e conseqüentemente do bloco cerâmico em seu produto final se deve à sua coloração (BARBOSA, 2011).

O tijolo cerâmico pode ser utilizado em alvenarias de vedação ou em alvenarias estruturais não armadas, armadas e protendidas. As especificações da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, garante qualidade ao consumidor e deve ser seguida (ANICER, 2022).

A norma ABNT NBR 15270-1:2017 especifica e regulamenta os requisitos dimensionais e propriedades físicas e mecânicas de blocos e tijolos cerâmicos a serem utilizados em obras de alvenaria com ou sem função estrutural e executadas de forma racionalizada ou não. A norma também estabelece os critérios para verificação e aceitação dos blocos e tijolos cerâmicos fornecidos para a execução de obras de alvenaria.

Os blocos cerâmicos não possuem a função de resistir a outras cargas verticais além do peso que já faz parte de sua alvenaria. Em relação à sua resistência à compressão, para blocos com furos na horizontal, deverá atender o valor de >1.5 Mega Pascal, e para blocos com furos na vertical o valor é de >3.0 Mega Pascal.

O bloco cerâmico 19 x 19 x 39cm é uma das opções mais utilizadas para construções no Brasil. O valor unitário dele gira em torno de R\$ 1,00. Ele pode ser utilizado para construções de muros e paredes, e também para casos de uso estrutural, onde acaba sendo sempre necessária a construção de vigas e pilares, devido a capacidade baixa de carga que esse tijolo suporta. Segue exemplo desse tipo de bloco cerâmico na Figura 6:

Figura 6 – Bloco Cerâmico 19 x 19 x 39cm



Fonte: Acervo Pessoal.

O tijolo cerâmico 19 x 19 x 39cm deve atingir o requisito mínimo de 1.5 Mega Pascal; absorção de água entre 8 e 25; Espessura mínima das paredes do bloco em 7mm externamente e a soma mínima das paredes em um mesmo corte transversal de 20mm. No quadro 2 segue a norma NBR 15270-1:2017 para blocos ou tijolos de vedação em parede vazada com furos e vazados horizontais:

Quadro 2 – Requisitos normativos para blocos ou tijolos de vedação em parede vazada com furos ou vazados horizontais de acordo com a NBR 15270-1:2017

Bloco ou tijolo de vedação em parede vazada com furos ou vazados horizontais					
Classe	f_b mínimo MPa	Absorção d'água %	Geometria		
			Espessura mínima das paredes do bloco ou tijolo mm		Soma mínima das paredes em um mesmo corte transversal [externas e interna(s)] mm
Externa	Interna				
VED15	1,5	8 a 25	7	Não há	20

Fonte: NBR15270-1:2017 Disponível em: <https://www.abnt.org.br/> acesso em 29/04/2022.

Com base na NBR 15270/2017, a Cerâmica Francischinelli Ltda, empresa que fabrica tijolos cerâmicos de diversos tipos e tamanhos, demonstra que seus blocos atingiram a média de resistência para blocos cerâmicos, conforme quadro 3:

Quadro 3 – Certificado de Laboratório de ensaios cerâmicos para blocos 14 x 19 x 29



INSTITUTO
DE INOVAÇÃO

MATERIAIS AVANÇADOS

Laboratório de Ensaio Cerâmicos

Relatório nº 2185/2021	Produto: Bloco VED15 14x19x29cm	Data: 06/12/21
Empresa: Cerâmica Francischinelli Ltda		

DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO

Ensaio realizado conforme NBR 15270-2/2017 – Anexo C	Data de realização: 02/12/21
--	------------------------------

RESULTADOS:

Bloco N.º	Resistência à Compressão	
	MPa	kgf/cm ²
01	4,1	42,0
02	4,2	42,7
03	4,3	44,0
04	2,1	21,4
05	3,6	37,1
06	4,5	45,8
07	5,7	58,6
08	4,9	49,8
09	4,3	44,3
10	4,4	45,3
11	4,2	42,6
12	3,5	35,8
13	3,7	37,4
MÉDIA	4,1	42,1
Tolerância permitida pela NBR 15270-1/2017	Classe: VED15 ≥ 1,5 MPa VED30 ≥ 3,0 Mpa	
Incerteza *U=+/-	0,1 MPa	0,3 Kgf/cm ²

Fonte: Cerâmica Francischinelli, 2021.

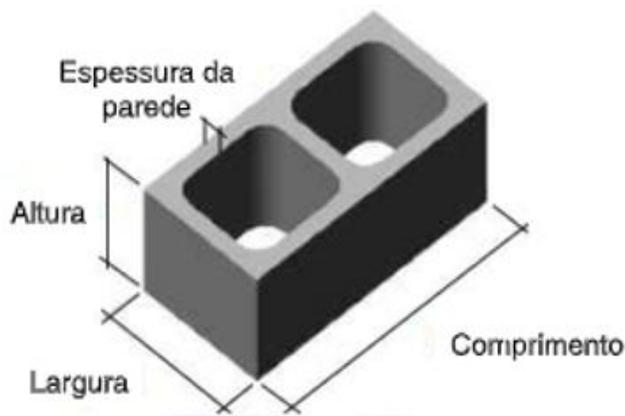
Para construções em Alvenaria com bloco cerâmico, algumas características essenciais devem ser observadas, como a sua forma, dimensões, cor uniforme e a ausência de rachaduras e cavidades. Eles também devem conter a identificação de seu fabricante. Algumas vantagens com a utilização de blocos cerâmicos se referem a seu excelente isolamento térmico e acústico, pois ele consegue manter a temperatura interna confortável devido ao ar aprisionado que fica entre os furos que o bloco possui.

Além disso, sua forma apresenta ranhuras, que facilitam a entrada da argamassa, tornando assim o processo construtivo ainda mais fácil. Para mais, seu custo-benefício e matéria prima se tornam uma grande vantagem comparado a outros tipos de blocos, levando a um menor gasto para a obra. A desvantagem principal é sua baixa resistência mecânica, o que acaba tornando o tijolo mais frágil em comparação com outros métodos construtivos, e necessitam também de um cuidado maior em seu manejo para evitar quebras. O sistema construtivo funciona através de um sistema de ancoragem e montagem de blocos suportados por vigas e pilares do mesmo material, fixados com perfis metálicos e parafusos (MAPA DA OBRA, 2016).

Outro método construtivo bastante utilizado na alvenaria estrutural e já mencionado anteriormente são os blocos de concreto. Os blocos de concreto são utilizados desde o surgimento do cimento Portland, quando se iniciou a produção de unidades grandes e maciças de concreto. Desde então, houve uma evolução na fabricação de blocos de concreto e a forma como é utilizado na alvenaria. No entanto, o processo de fabricação basicamente permaneceu o mesmo até hoje (TAUIU, 2010).

A norma ABNT NBR 6136:2016 estabelece alguns requisitos para blocos vazados de concreto simples destinados à alvenaria, com ou sem função estrutural. O concreto deve possuir sempre cimento Portland, agregados e água em sua composição. Um exemplo é o bloco de concreto vazado simples, onde ele pode ou não ter função estrutural, e ele possui aberturas superiores e inferiores onde a área líquida é igual ou inferior à 75% da área bruta. Na Figura 7, segue imagem do bloco de concreto vazado simples:

Figura 7 – Bloco de concreto vazado simples



A NBR 6136:2016 especifica e normatiza os principais requisitos para blocos de concreto como sua classificação, sua classe, resistência que deverá ser atingida, absorção de água e retração, conforme quadro 4, onde todo fabricante deverá seguir para que não exista riscos em suas construções.

Quadro 4 – Requisitos normativos para blocos de concreto de acordo com a norma NBR 6136:2016

Classificação	Classe	Resistência característica à compressão axial ^a MPa	Absorção %				Retração ^d %
			Agregado normal ^b		Agregado leve ^c		
			Individual	Média	Individual	Média	
Com função estrutural	A	$f_{bk} \geq 8,0$	$\leq 9,0$	$\leq 8,0$	$\leq 16,0$	$\leq 13,0$	$\leq 0,065$
	B	$4,0 \leq f_{bk} < 8,0$	$\leq 10,0$	$\leq 9,0$			
Com ou sem função estrutural	C	$f_{bk} \geq 3,0$	$\leq 11,0$	$\leq 10,0$			

^a Resistência característica à compressão axial obtida aos 28 dias.
^b Blocos fabricados com agregado normal (ver definição na ABNT NBR 9935).
^c Blocos fabricados com agregado leve (ver definição na ABNT NBR 9935).
^d Ensaio facultativo.

Fonte: NBR 6136:2016 Disponível em: <https://www.abnt.org.br/> acesso em 30/04/2022.

Os blocos vazados de concreto também precisam atender à norma 6136:2014, onde especifica-se e é regulamentada as resistências mínimas para as classes A, B e C, e suas condições estruturais, conforme exemplificação no quadro 5:

Quadro 5 - Classificações para as classes A, B e C.

Classe A	Classe B	Classe C
Com função estrutural, para uso em alvenaria acima ou abaixo do nível do solo	Com função estrutural, para o uso em alvenaria acima do nível do solo	Com e sem função estrutural, para o uso em alvenaria acima do nível do solo

Respectivamente, $f_{bk} \geq 8,0$ Mega Pascal, $f_{bk} \geq 4,0$ Mega Pascal e $f_{bk} \geq 3,0$ Mega Pascal (NBR 6136:2014).

Verifica-se como exemplo a certificação que é cedida pela Associação Brasileira de Cimento Portland, tendo como base blocos vazados de concreto, onde é entregue um certificado para os fabricantes conforme a resistência adequada que apresentam, sempre de acordo com a normativa. A resistência especificada em norma evita desabamentos, trincas e comprometimentos estruturais. A fábrica Medeiros Filho Ind e Com de Blocos de Concreto obteve com seus blocos 8,0 Mega Pascal para classe A, e 3,0 Mega Pascal para classe C, conforme quadro 6:

Quadro 6 – Certificado de concessão ABCP para blocos de concreto vazados

— CERTIFICADO DE CONCESSÃO —

SELO DA QUALIDADE DE BLOCOS VAZADOS DE CONCRETO E PEÇAS DE CONCRETO PARA PAVIMENTAÇÃO

A ABCP – Associação Brasileira de Cimento Portland, concede a

MEDEIROS FILHO IND E COM DE BLOCOS DE CONCRETO LTDA

Associação Brasileira de Cimento Portland

CNPJ: 07.669.603/0001-20

R CORA CORALINA, 40 - BALNEARIO ROBERTO AN - CEP 11717-390 - PRAIA GRANDE/SP

Concessão nº
23858



o direito de uso do **Selo da Qualidade ABCP** segundo os requisitos estabelecidos no regulamento do programa para:

Norma:	Produto:	Classe:
ABNT NBR 6136:2016	Blocos vazados de concreto para alvenaria	A (fbk ≥ 8,0 MPa)
ABNT NBR 6136:2016	Blocos vazados de concreto para alvenaria	C (fbk ≥ 3,0 MPa)

A máxima resistência característica à compressão avaliada nos últimos 12 meses é de 13,3 MPa.

Para mais informações sobre o Programa Setorial da Qualidade, acesse <http://www.abcp.org.br>

Data da emissão:
01 de março
de 2022



Engº Fernando Dalbon Cardoso
Coordenador
ABCP Certificadora - EGT

Associação Brasileira de Cimento Portland

www.abcp.org.br

Av. Torres de Oliveira, 76 | São Paulo, SP

Data da validade:
31 de maio
de 2022

Fonte: ABCP - Associação Brasileira de Cimento Portland, 2022

Os blocos de concreto devem possuir características homogêneas e compactas, não apresentar trincados ou rachaduras e possuir arestas vivas para que assim não prejudique o assentamento ou afete a resistência e a durabilidade da construção (SINDUSCON, 2014).

O custo Unitário de um bloco de concreto vazado simples gira em torno de R\$ 3,00 à R\$ 5,00. Ele pode ser utilizado tanto para construções de muros e paredes como também para uso estrutural. Para calcular a quantidade de blocos em uma área útil, deve-se obter como exemplo uma sala com 50,34 metros quadrados. Se for utilizado 12,5 unidades de blocos de concreto no tamanho 14 x 19 x 39 cm por metro quadrado, multiplicando iremos

obter 629 blocos completos. Somando 10% em reposição percentual para perdas e interrupções, calculamos o número de meio blocos (MAPA DA OBRA, 2016).

Algumas vantagens em construções com blocos de concreto se dão na agilidade em construir e também no isolamento térmico e acústico. Como desvantagens, deve-se apontar que blocos de concreto tem o valor um pouco maior se comparado a outros tipos de blocos, além disso, perfurações podem afetar sua qualidade e resistência, além de se tornar difícil realizar novas instalações e efetuar manutenção de tubos e fiações.

Metodologia

O presente artigo propõe comparar blocos sustentáveis feitos com o sistema Brickarp em relação à blocos convencionais de concreto e cerâmico, frequentemente utilizados na alvenaria estrutural. As principais características apontadas entre os blocos foram relacionadas à sustentabilidade na construção civil, ao tempo de construção, a durabilidade dos blocos e às suas características de resistência mecânica e custo-benefício.

Ressalta-se a importância em ser considerado o cuidado com questões ambientais em todo e qualquer processo construtivo, pois medidas eficazes relacionadas ao cuidado com o meio-ambiente são essenciais e precisam ser implementadas e acompanhadas do início do projeto até a sua execução final, o que acaba tornando o tijolo plástico uma alternativa muito melhor em comparação com os blocos de concreto e cerâmico, pois ele é composto por elementos compactos com blocos fundidos inteiros e que, juntamente com outros elementos, como vigas e colunas, é acoplado como um sistema autossustentável, fabricado a partir de resíduos plásticos sólidos. Ele atende todos os requisitos de preservação ambiental e ainda ajuda o meio-ambiente, diminuindo a poluição.

O tempo de construção do tijolo plástico, se comparado aos demais, acaba sendo muito menor, pois o tempo médio para construir uma casa térrea é de aproximadamente 4 dias com uma equipe de 3 adultos, o que acaba tornando uma alternativa muito mais simples e viável em relação aos blocos comumente utilizados na construção civil.

A durabilidade dos blocos de plástico é de aproximadamente 3.000 anos, pois sua matéria prima possui longa duração, o que também acaba sendo uma grande vantagem se comparado aos demais blocos aqui estudados.

As características de resistência mecânica também são positivas e acabam mostrando uma grande diferença se comparado aos blocos de concreto e cerâmico. O bloco plástico possui em média 200 Mega Pascal em sua resistência à compressão, enquanto o bloco cerâmico tem em média 4,1Mega Pascal e o bloco de concreto a média de 8 Mega Pascal, o que aponta uma enorme diferença entre o bloco reciclável em comparação aos demais.

O custo-benefício para o sistema Brickarp acaba sendo em média 50% mais econômico, pois o valor do seu m² atinge a média de R\$ 666,66 enquanto para os blocos comuns na alvenaria estrutural, o valor atinge a média de R\$ 1.654,35.

Os termoplásticos de alta rigidez, conhecidos como poliolefinas, acabam oferecendo ao bloco alto ponto de fusão e também resistência química. O sistema Brickarp acaba sendo uma alternativa futura na fabricação de elementos estruturais e não estruturais para a construção de projetos arquitetônicos. O seu sistema modular permite expandir a estrutura como desejar.

Observa-se no quadro 7 algumas informações importantes coletadas no decorrer do artigo, que se referem a características relevantes para nosso estudo comparativo.

Quadro 7 – Comparativo entre os blocos em relação as características apontadas.

CARACTERÍSTICAS	TIJOLO PLÁSTICO BRICKARP	BLOCO DE CONCRETO VAZADO PARA ALVENARIA ESTRUTURAL	TIJOLO CERÂMICO 14 X 19 X 29
RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO	200 Mega Pascal	8 Mega Pascal	4,1 Mega Pascal
CUSTO-BENEFÍCIO	50% DE REDUÇÃO DE CUSTOS SE COMPARADO AOS DEMAIS	50% MAIS CARO QUE O TIJOLO PLÁSTICO	50% MAIS CARO QUE O TIJOLO PLÁSTICO
MANUTENÇÃO DA EDIFICAÇÃO	A ESTRUTURA NÃO PERMITE FUROS PARA MANUTENÇÃO, SENDO NECESSÁRIO DESMONTAR A EDIFICAÇÃO	MAIOR QUALIDADE PARA MANUTENÇÃO EM RELAÇÃO AOS DEMAIS, NO ENTANTO, PERFURAÇÕES TAMBÉM PODEM DANIFICAR A ESTRUTURA	POSSUI UMA MENOR RESISTÊNCIA SE COMPARADO AOS OUTROS BLOCOS, É MAIS FRÁGIL E MAIS FÁCIL DE QUEBRAR
ABSORÇÃO DE ÁGUA	0%	8%	8 À 25 %
PROPRIEDADES TÉRMICAS E ACÚSTICAS	POSITIVO	POSITIVO	POSITIVO
SUSTENTABILIDADE	POSITIVO	NEGATIVO	NEGATIVO

Fonte: Do Autor

A economia de água também é um fator relevante, pois o reaproveitamento é constante em 100% da matéria prima do bloco, uma vez que para produzir 1kg de plástico são necessários 2.000 litros de água, e isso só é possível devido ao reaproveitamento de água do próprio plástico que está em sua composição. (Bloqueplás, 2017)

Na Figura 8, foi elaborado um demonstrativo em relação à economia da água, com base em uma residência de 40m², levando em consideração uma produção de 50 casas por mês:

Figura 8 - Economia de água com o Sistema Brickarp



Fonte: BLOQUEPLÁS, 2017. Disponível em <https://bloqueplas.com/index.php/brickarp>

No quadro 8, exemplifica-se as principais características positivas entre os blocos de plástico Brickarp, tijolo cerâmico de 8 furos e bloco de concreto vazado simples, onde aponta-se as principais qualidades de cada um deles:

Quadro 8 – Características entre os blocos

SISTEMA BRICKARP	TIJOLO CERÂMICO	BLOCO CONCRETO
<ul style="list-style-type: none"> • Sustentável; • Econômico; • Baixo custo; • Polietileno; • Polipropileno. 	<ul style="list-style-type: none"> • + Térmico; • + Acústico; • Econômico; • Popular; • Baixo custo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Resistência • + Acústico; • Variedades; • Aparente; • Tamanhos. 

Fonte: BLOQUEPLÁS, 2017. Disponível em <https://bloqueplas.com/index.php/brickarp>

Resultados e Discussão

O método construtivo feito com o sistema Brickarp possui diversos benefícios e vantagens se comparado à métodos construtivos em alvenaria comum. A elaboração e execução consistem na ancoragem das colunas e vigas através de perfis metálicos travados com parafusos. Esse método dispensa qualquer tipo de cola, o que acaba reduzindo custos na construção. Além do mais, o bloco e os componentes estruturais não necessitam de um armazenamento especial, e sua tecnologia de fabricação é ágil e limpa, ou seja, não geram resíduos a serem descartados, diferentemente dos demais blocos.

Outro item analisado foi a resistência à terremotos. Devido ao design e ao plástico utilizado tornarem as vigas flexíveis, além da não aplicação da cola, acabam gerando uma construção resistente a sismos, além de também serem construídas em um tempo menor em relação a blocos de alvenaria comum.

A elaboração e instalação de blocos plásticos para a construção de casas com o sistema Brickarp, não gera poluição ou cria impacto ambiental negativo, ao contrário, é uma alternativa de proteção ambiental em larga escala, uma vez que a matéria-prima para a fabricação dos blocos é obtida a partir da reciclagem de resíduos comerciais, empresariais e domésticos, o que acaba se tornando uma ótima vantagem ao meio-ambiente. As moradias também possuem uma aparência moderna e agradável, conforme Figura 9:

Figura 9 – Exemplo de uma moradia construída com o bloco plástico Brickarp



FICIDECT, 2022. Disponível em: <https://ficidet.org/proyectos>

Os blocos de plástico produzidos com o sistema Brickarp atendem aos protocolos ambientais de preservação, impactando de forma positiva sem contaminação, além de darem um novo destino ao lixo plástico despejados em aterros e locais impróprios, como oceanos, rios, canais e ruas, visto que os blocos são produzidos a partir de resíduos domésticos e comerciais, o que não ocorre com demais blocos utilizados em alvenaria comum.

Vale ressaltar que os blocos são completamente reutilizáveis e a casa pode ser montada e desmontada para transferência sempre que necessário, pois os blocos plásticos reciclados contêm poliolefinas, que são termoplásticos com um poder de alta rigidez, cristalinidade, alto ponto de fusão e excelente resistência química. Já em relação aos blocos de concreto e cerâmicos, isso não seria possível, pois não há como desmontá-los após a finalização da estrutura.

É importante destacar também que o transporte desses blocos plásticos é bem mais fácil se comparado aos blocos de barro e concreto, pois ele possui característica leve e de fácil transporte. Já em relação as propriedades isoladoras de frio e calor, tanto o bloco plástico quanto os blocos de alvenaria comum possuem.

O custo da edificação projetada e construída utilizando-se blocos de plástico com o sistema Brickarp possui um valor em média 50% abaixo da alvenaria convencional.

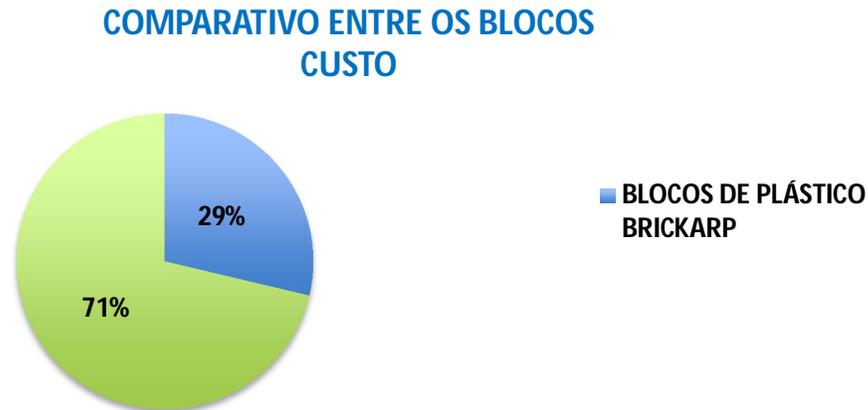
Como uma forma de demonstrar de forma simples a diferenciação entre os valores de blocos, seguem comparativos entre custos por m² em reais e em porcentagem, conforme gráficos 1 e 2:

Gráfico 1 – Comparativo entre os blocos em relação ao custo por m² em reais



Fonte: Do Autor

Gráfico 2 – Comparativo entre os blocos em relação ao custo por m² em porcentagem

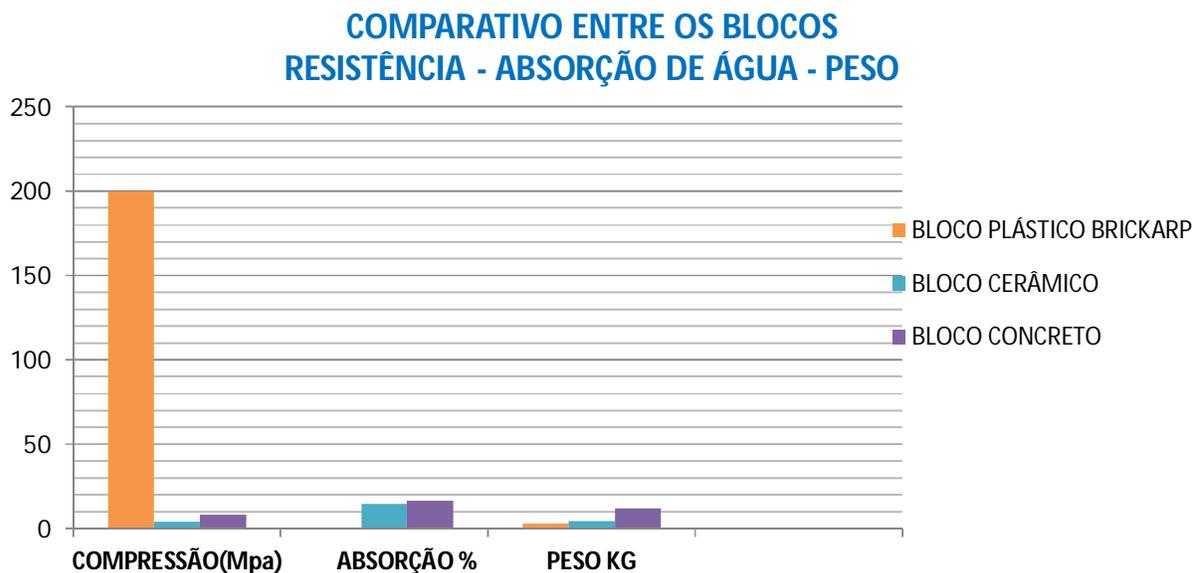


Fonte: Do Autor

Pode-se verificar um grande diferencial de preços entre os blocos convencionais e o bloco feito com o plástico Brickarp, que acaba obtendo um custo muito menor se comparado aos blocos já utilizados na alvenaria comum. Devido à sua matéria-prima ser de material de reuso e que seriam de descarte para empresas e moradias, seu valor acaba se tornando muito mais acessível.

Já em relação à outras características, deve-se observar que o bloco de plástico possui uma maior resistência devido à sua composição. Ele também não absorve nada de água, pois sua composição plástica torna o reaproveitamento em 100% de sua matéria prima, e o bloco também possui propriedades que o tornam muito mais leve em relação aos blocos de concreto e cerâmico, conforme se verifica nos gráficos 3, 4 e 5 e 6:

Gráfico 3 – Comparativo entre os blocos em relação à resistência (Mega Pascal),

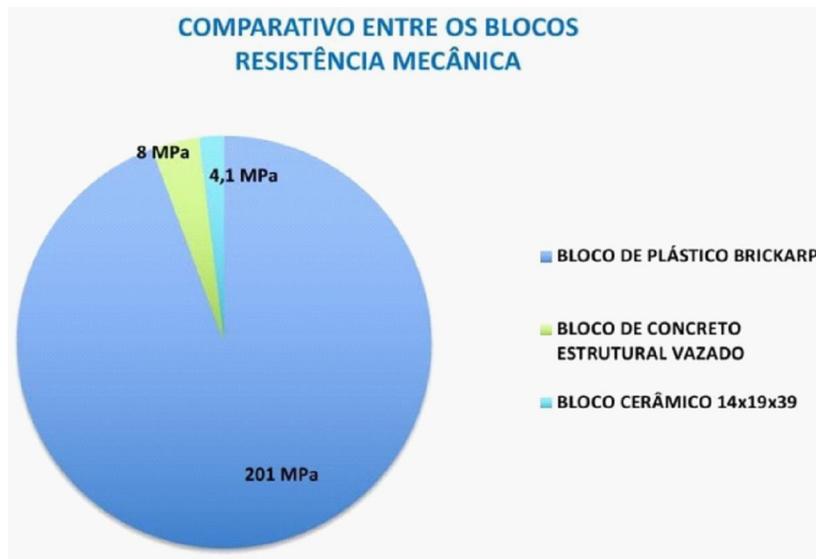


Fonte: Do Autor

Observa-se a grande resistência a compressão do bloco plástico Brickarp se comparado aos blocos cerâmicos e de concreto.

O bloco plástico possui, em testes de compressão realizados pela fábrica Conceptos Plásticos, uma resistência à compressão que chega em uma média de 2039,5 kg/f cm², ou seja, uma média de resistência a compressão por volta de 200,01 Mega Pascal. Suas características e propriedades que o compõe elevam sua qualidade se comparado aos demais blocos de concreto e cerâmico.

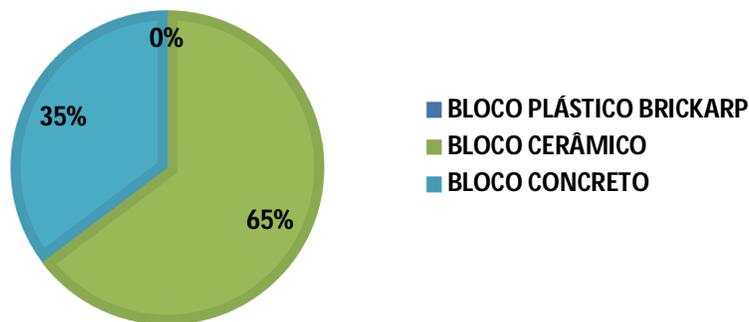
Gráfico 4 – Comparativo entre os blocos em relação à resistência (MPa)



Fonte: Do Autor

Gráfico 5 – Comparativo entre os blocos em relação à absorção de água

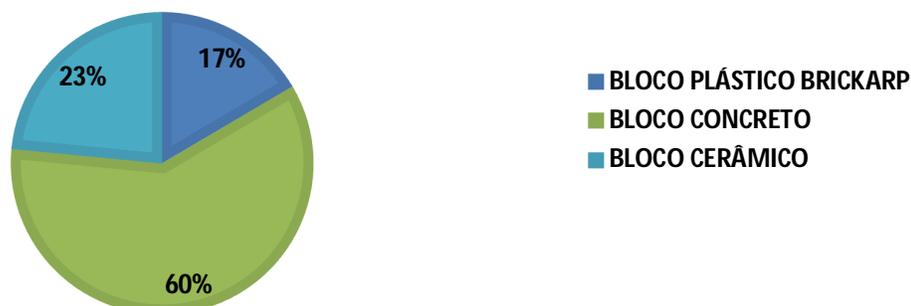
COMPARATIVO ENTRE OS BLOCOS ABSORÇÃO DE ÁGUA (%)



Fonte: Do Autor

Gráfico 6 – Comparativo entre os blocos em relação ao peso

COMPARATIVO ENTRE OS BLOCOS PESO (KG)



Fonte: Do Autor

Conclusão

Pode-se concluir que o método construtivo Brickarp utilizando blocos feitos de plástico reciclado, são capazes de, além de diminuir o custo das construções se comparado aos blocos convencionais, diminuir também o tempo para concluir a construção. A moradia poderá ser executada em 4 dias por três adultos. Além disso, há a redução da necessidade de mão de obra especializada, devido ao fácil transporte de materiais e a facilidade da construção, já que os blocos são montados e encaixados uns aos outros de uma forma simples e rápida, diferentemente dos blocos de concreto e cerâmico.

Com os dados coletados, pode-se concluir que uma moradia utilizando o método construtivo com tijolo plástico fica em média 50% mais barato que um tijolo de alvenaria estrutural comum, mostrando-se assim ser um ótimo custo benefício.

Pelo fato de o projeto estar sendo implementado recentemente, há limitação em realizar manutenções hidráulicas, pois não há uma forma facilitada de abrir pontos na parede sem danificar a estrutura, pois as paredes atuais são estruturais e não apenas de vedação.

A dificuldade em encontrar o material no Brasil também é um ponto negativo, haja vista que, atualmente, o material só está sendo vendido em seu país de origem. No entanto, no Brasil já existem alguns projetos similares e com o mesmo conceito, mais ainda em fases de testes.

Sugestões de melhorias seriam blocos reformulados com acesso facilitado a tubulações internas, sem necessidade de desmontagem de uma parede para um reparo básico. Constata-se também que o bloco sustentável é uma ótima alternativa se

comparado aos blocos em alvenaria comum, demonstrando assim ser um ótimo custo-benefício para as edificações, levando-se em consideração que a grande maioria de suas características e propriedades acabam se tornando melhores se comparado a blocos de alvenaria comum.

Por fim, é demonstrado a grande importância e a urgência de estudos e testes com edificações que utilizem métodos construtivos e materiais como o sistema Brickarp aqui no Brasil, pois, além desse tipo de construção se tornar um grande aliado para questões sócio ambientais, ajudam também a diminuir a desigualdade social e as questões sócio-econômicas, tendo em vista a facilidade e simplicidade na construção de uma moradia e o baixo custo se comparado a uma casa comum, proporcionando assim uma moradia digna, segura e confortável para quem mais precisa.

Referências Bibliográficas

ZANIN, M. MANCINNI, SD. **Resíduos plásticos e reciclagem: aspectos gerais e tecnologia**. 2. Edição. Editora Ufscar, 2015.

ARAÚJO, M.C.B DE; COSTA, M.F. **IV Seminário nacional sobre resíduos sólidos**. Recife, 2000.

WORLD WIDE FOUND FOR NATURE, **Solucionar a poluição plástica: transparência e responsabilização**. GLAND, Suíça. Mar. 2019, p 1-50.

BLOQUEPLÁS, **Casas de Plástico**. Disponível em: <https://bloqueplas.com/index.php/brickarp> acesso em: 31 de março de 2022.

CONCEPTOS PLÁSTICOS. Disponível em: <https://conceptosplasticos.com/conceptos-plasticos.html> acesso em: 01 de abril de 2022.

TAUIL, C. A; NESE, F.J.M. Alvenaria estrutural – **Metodologia de projeto, Detalhes, Mão de obra, Normas e ensaios**. São Paulo, 2010. Acesso em 25 de abril de 2022.

NOTICIERO+PACIFICO. **Casa de Plástico - Fernando Llanos Gónima**. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=xdpY9cH_hjs acesso em 10 de abril de 2022.

ENGINEERING FOR CHANGE. **Bloqueplás – Fernando Llanos Gónima. Interlocking block system made of recycled plastic and rubber.**

Disponível em: <<https://www.engineeringforchange.org/solutions/product/bloqueplas-2/>> acesso em 10 de abril de 2022.

FONSECA, MARIANA. **Este empreendedor constrói casas com o que você joga no lixo.** Revista Exame, 2016.

Disponível em: <<https://exame.com/pme/empreendedor-plastico-casas-baratas/>> acesso em 10 de abril de 2022.

CASTILLO, DIANA CAROLINA. **ANÁLISIS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LADRILLOS FABRICADOS A PARTIR DE PLÁSTICO RECICLADO COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN.** Bogotá, 2018. P.41

Disponível em:

<<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/14462/2018dianacastillo.pdf?sequence=1>> acesso em 04 de abril de 2022.

THE BEST OF PLASTIC IN THE CORRECT USE. **Conceptos Plásticos, 2022.**

Disponível em <<https://conceptosplasticos.com/content/brick-and-blocks.html>> acesso em 17 de abril de 2022.

LA FUNDACIÓN PARA LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y EL DESARROLLO TECNOLÓGICO. **Ficidet, 2022.** Disponível em: <<https://ficidet.org/proyectos>>

acesso em 17 de abril de 2022.

UN-HABITAT. **Prêmio Internacional de Dubai a las Buenas Prácticas para Mejorar las Condiciones de Vida.** Formato del Informe Novena Edición. 2012. Municipalidad de Dubai, E.A.U.

CUB/m² Custo Unitário Básico. **Indicador dos custos do setor da Construção Civil.** CBIC – Câmara Brasileira da Indústria da Construção, 2014.

Disponível em: <http://www.cub.org.br/saiba-mais> acesso em 01 de maio de 2022.

SINDUSCON-SP. **Setor de economia SindusCon SP – Boletim Econômico Março de 2022 desonerado.** Custo Unitário Básico - CUB, 2022.

Disponível em: <<https://sindusconsp.com.br/download/boletim-economico-marco-2022-com-desoneracao/>> acesso em 01 de maio de 2022.

CONAMA - **Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução nº 307, de 05 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.**

Disponível em: <http://conama.mma.gov.br/> Acesso em 10 de abril de 2022.

ABRELPE. **Panorama 2021 dos resíduos sólidos no Brasil.**

Disponível em: <https://abrelpe.org.br/> acesso em 18 de abril de 2022.

ABIPLAST – **Associação Brasileira da indústria do plástico.**

Disponível em: <http://www.abiplast.org.br/publicacoes/perfil-2014/> acesso em 23 de abril de 2022.

PLÁSTICO MODERNO – **Resinas plásticas – Polipropileno.** Revista Plástico Moderno, 2021. Disponível em: <https://www.plastico.com.br/polipropileno-entenda-tudo-sobre-este-material-o-que-e-para-que-serve-quais-os-tipos-de-polipropileno> acesso em 01 de maio de 2022.

BARBOSA, Fernando B.; JOHN, Leandro M.; SILVA, Valter E.; SILVA, Elaine Cristina R. **Um comparativo entre os blocos cerâmicos utilizados nas edificações de Caruaru – Estudos preliminares.** Caruaru, 2011. Acesso em: 25 abril de 2022.

ANICER – ASSOCIAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA CERÂMICA. **Blocos e Tijolos.** Rio de Janeiro, 2022. Disponível em:

<https://www.anicer.com.br/produtos/blocos/> acesso em 01 de maio de 2022.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Componentes cerâmicos – Blocos e Tijolos para alvenaria. Parte 1: Requisitos. ABNT NBR15270-1:2017, 2017.** Acesso em 29 de abril de 2022.

MAPA DA OBRA. **Dicas para construir paredes com blocos de concreto.** 2016. Disponível em: <https://www.mapadaobra.com.br/capacitacao/dicas-para-construir-paredes-com-blocos-de-concreto/> acesso em 26 de abril de 2022.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Blocos vazados de concreto simples para alvenaria - requisitos. ABNT NBR 6136:2016, 2016.** Acesso em 29 de abril de 2022.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Blocos vazados de concreto simples para alvenaria - requisitos. ABNT NBR 6136:2014, 2014.** Acesso em 01 de maio de 2022.

SINDUSCON/MG – **Blocos de concreto para alvenaria estrutural.** 2.ed. Belo Horizonte: Sinduscon-MG, 2014 Disponível em: https://www.sinduscon-mg.org.br/wp-content/uploads/2016/11/Blocos_de_Concreto_para_Alvenaria_Estrutural.pdf

Acesso em 01 de maio de 2022.

ABCP - Associação Brasileira de Cimento Portland. **Medeiros Fiho Ind e Com de Blocos de Concreto LTDA. Certificado de Concessão – Selo da qualidade de blocos vazados de concreto e peças de concreto para pavimentação.** Praia Grande/SP, 31 de maio de 2022.

CERÂMICA FRANCISCHINELLI LTDA – **Relatório de ensaios de produtos cerâmicos acabados segundo norma.** Bloco de vedação 14 x 19 x 29 cm. Itu/SP, 06 de dezembro de 2021.