

PRODUÇÃO DE BLOCOS SUSTENTÁVEIS COM ADIÇÃO DE RESÍDUOS PARA APLICAÇÃO EM CONSTRUÇÕES CIVIS

PRODUCTION OF SUSTAINABLE BLOCKS WITH ADDITION OF WASTE FOR APPLICATION IN CIVIL CONSTRUCTIONS

Jaldo M. Marinho Júnior 1

Keyla Souza Nunes 2

Fabrizio Machado Silva 3

Aymara Gracielly N. Colen 4

Resumo: O processo produtivo sustentável é capaz de minimizar os impactos ambientais com a introdução de materiais residuais, proporcionando uma destinação adequada e um incremento à economia e ao mercado, ademais a secagem para a cura do material é solar. Para a produção do tijolos sustentáveis o primeiro traço de 1:3:6 (1 parte de cimento para 3 partes de filito e 6 partes de terra vermelha) e o segundo traço foi de 1:3:6 (1 parte de cimento para 3 partes de filito e 6 partes de resíduo), e, água para as duas proporções. Os resultados adquiridos dos ensaios de compressão do primeiro traço foram 0,84 Mpa, 0,92 Mpa, 1,11 Mpa, 1,19 Mpa, 1,26 Mpa e 1,65 Mpa. Os valores obtidos dos ensaios de compressão do segundo traço foram 0,45 Mpa, 0,59 Mpa, 0,62 Mpa, 0,66 Mpa e 0,79 Mpa. O primeiro traço obteve resultados inferiores para resistência à compressão exigido pelas normas técnicas. De todo modo, o uso do tijolo modular de solo-cimento-resíduo em estudo auxilia de maneira significativa na construção civil, aproveita os RCCs gerados no setor, possui considerável durabilidade, elevada resistência e impermeabilidade, e pode ser utilizado sem a aplicação de revestimentos.

Palavras-chave: Edificações Verdes. Meio Ambiente. Resistência. Tijolo solo-cimento-resíduo.

Abstract: The sustainable production process is capable of minimizing environmental impacts with the introduction of waste materials, providing an appropriate destination and an increase in the economy and the market, in addition to drying to cure the material is solar. For the production of sustainable bricks, the first mix of 1: 3: 6 (1 part cement for 3 parts of filite and 6 parts of red earth) and the second mix was 1: 3: 6 (1 part of cement for 3 parts of filite and 6 parts of residue), and water for both proportions. The results obtained from the first batch compression tests were 0.84 Mpa, 0.92 Mpa, 1.11 Mpa, 1.19 Mpa, 1.26 Mpa and 1.65 Mpa. The values obtained from the compression tests of the second trace were 0.45 Mpa, 0.59 Mpa, 0.62 Mpa, 0.66 Mpa and 0.79 Mpa. The first line obtained lower results for the compressive strength required by technical standards. Anyway, the use of the modular soil-cement-residue brick under study helps significantly in civil construction, takes advantage of the civil construction waste generated in the sector, has considerable durability, high resistance and impermeability, and can be used without the application of coatings.

Keywords: Green Buildings. Environment. Resistance. Soil-cement-waste brick.

1- Discente do Curso de Engenharia Civil Faculdade ITOP. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8228500181779158>, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0510-4717>. E-mail: jaldomjr@outlook.com

2- Discente do Curso de Engenharia Civil Faculdade ITOP. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4145144832817037>, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0931-3620>. E-mail: kns.keyla@gmail.com

3 - Doutor em Tecnologia Ambiental, Eng. Ambiental. Professor, Pesquisador e Coordenador do Curso de Eng. Civil, Faculdade ITOP. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0308861058772993>, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8963-6659>. E-mail: fabrizio_amb@yahoo.com.br

4- Mestre em Recursos Energéticos Renováveis, Eng. Ambiental, Especialista Inovação Tecnológica, Professora e Pesquisadora do Curso de Eng. Civil, Faculdade ITOP. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1142902896675039>, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7173-4680>. E-mail: eng.colen@gmail.com

Introdução

A construção civil atua como uma das principais indústrias responsáveis pelo desenvolvimento socioeconômico do mundo, também é a grande responsável pelo alto índice de geração de resíduos e emissão de poluentes, causando danos à saúde humana e ao meio ambiente, alguns irreparáveis (SOARES, 2017).

De acordo com Morais et al., (2014) é de suma importância a busca de alternativas que possam aliar praticidade com o manuseio do material e economia de custos na execução de uma edificação, em que a escolha dos materiais e dos métodos de como serão executados são determinantes para atingir uma economia significativa na obra.

D' Oliveira (2014) afirma que a maior preocupação da crescente produção de resíduos da construção civil (RCC) gira em torno do contexto ambiental, pois uma vez produzido, esses detritos deverão ser destinados de maneira correta ou reaproveitados, a fim de que se diminuam os inúmeros impactos ambientais observados na cadeia produtiva da construção civil desde a obtenção da matéria prima até a entrega da obra já finalizada.

Um bom planejamento dos empreendimentos seguido por gerenciamento e controle adequado da obra pressupõe separação dos resíduos na fonte, ou seja, triagem por tipos durante os processos construtivos. A separação dos resíduos é fator essencial para viabilizar a implantação de práticas de reutilização e reciclagem, conforme diretrizes propostas pela Resolução Conama nº 307/2002 (MARTINS, 2012).

No Brasil produz-se em média meia tonelada de resíduos de construção civil ao ano. De acordo com a Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos de Construção Civil e Demolição (Abrecon), o país joga fora oito bilhões de reais ao ano porque não recicla seus produtos. Para termos ideia, os números indicam que 60% do lixo sólido das cidades vêm da construção civil e 70% desse total poderia ser reutilizado. Por isso, as empresas deveriam observar com cautela e estarem implantando uma gestão mais voltada a sustentabilidade com soluções com maior qualidade, e no menor custo possível para os seus clientes.

Instituições e governanças estão ao longo dos anos definindo ações para reduzir os impactos ambientais. Uma dessas realizações, a Lei nº 12.305/10 que declara a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Em seu artigo 13 vem tratar sobre resíduos sólidos da construção, pois estabelece critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil (RCC).

Por último, a ONU HABITAT (2016), elaborou uma nova agenda de compromissos para garantia de novas tecnologias de baixo impacto, consideradas tecnologias limpas. É importante lembrar que a aplicação do conceito de logística reversa na construção civil é assunto até o instante muito pouco explorado. Por outro lado, nos permite assegurar que são espantosas as possibilidades de sua aplicação, desde que respeitadas às propriedades específicas da construção civil (FONSÊCA; UCHOA, 2016).

Neste contexto pode-se destacar o tijolo solo-cimento, considerado um destaque devido seu processo de fabricação ser considerado limpo, pois não necessita da queima de madeira para aquecimentos de fornos, evitando a poluição com gases (WEBER; CAMPOS E BORGA, 2017).

Para corroborar, Dos Santos et al., (2014) afirmam que o tijolo ecológico ou sustentável, além de favorecer as questões ambientais por não emitir gases que comumente são lançados na atmosfera, o material contribui significativamente na economia do país, já que o material faz o uso do reaproveitamento de resíduos descartados pela construção; além de outros materiais que podem ser adicionados na confecção do material. Ademais, o tijolo modular de solo-cimento possui dutos formados pelos encaixes dos tijolos modulares em camadas termo-acústicas possibilitando a passagem dos condutores para rede elétrica e hidráulica, evitando a quebra das alvenarias que geralmente ocorre no método convencional. Além disso, a baixa popularidade do tijolo ecológico é fator primordial para a desinformação e falta de discussão sobre o material.

Fundamentada na redução, reutilização, recuperação e reciclagem de materiais e energias, a Economia Circular excede a área e o centro rigoroso das atividades de gestão

de resíduos e de reciclagem, objetivando uma ação mais ampla, a começar do redesenho de métodos, produtos e novos padrão de negócios até o aperfeiçoamento da utilização dos recursos. Propõe-se assim o crescimento de novos produtos e trabalhos economicamente possíveis e ecologicamente eficazes. A Economia Circular implica no fim da sociedade do descarte. Significaria a renúncia do padrão "fazer, usar, descartar" como uma forma alternativa de organizar a produção, e a transição para a abordagem "reuso e reciclagem". Uma definição breve de Economia Circular é "quando seus *outputs* se tornam seus *inputs*" (BONCIU, 2014).

Pode-se assim apontar na prática que na produção destes tijolos, que se quebram podem ser novamente transformados, diferente dos blocos cerâmicos tradicionais, gerando, assim, menos entulho. As vantagens do tijolo ecológico não estão só relacionadas ao meio ambiente, mas também ao conforto, à estética e ao aspecto financeiro (SEBRAE, 2015). É importante salientar que o fator determinante para uma melhor qualidade do solo-cimento depende do tipo de solo, umidade de moldagem, tipo de prensa, proporção de solo/cimento, tipo de estabilizante e o processo de cura e homogeneidade da composição de resíduos adicionadas, para uma maior resistência à compressão, absorção e durabilidade do tijolo sustentável.

Destarte, a presente pesquisa possui objetivo de investigar as características dos materiais utilizados na produção do tijolo sustentável, bem como seu processo produtivo e a aplicação de resíduos de construção civil, sendo uma solução para as construções, ademais a resposta dos ambientes advindos desta opção tecnológica.

Materiais e Métodos

Área de Produção de Tijolos Sustentáveis

A produção dos blocos ou tijolos sustentáveis foi realizada numa fábrica na região industrial de Taquaralto, em Palmas-TO (Figura 01), confeccionado em 2 traços, o primeiro utilizando solo e o outro, utilizando resíduo.

Figura 01 – Mapa de Localização – Área de Produção dos Tijolos



Fonte: Google Earth (2020).

Nesse cenário são apontados os materiais empregados na pesquisa, evidenciando-se os efeitos dos ensaios da caracterização dos blocos. Disserta-se, ainda, a seleção dos traços observados, métodos de ensaio, maquinário utilizados e o planejamento realizado.

Materiais

Água;
Solo e Cimento CP-V extra forte Ciplan;
Filito D' liga e Resíduo de construção civil;
Prensa Alroma.

Composição do Tijolo Sustentável

O solo argiloso foi selecionado no próprio local de produção e assim caracterizado (Figura 02). O cimento utilizado foi o CP-V extra forte Ciplan (Figura 03). A norma define o cimento como um ligante hidráulico conseguido através da moagem de clínquer Portland (NBR 16697/2018).

Figura 02 – Solo



Figura 03 – Cimento



Fonte: Os autores (2020).

O processo de fabricação do tijolo solo-cimento pode ser dividido nas seguintes etapas: preparação do solo, preparo da mistura, moldagem dos tijolos e cura/armazenamento (SANTOS et al., 2013).

Para a formação e produção dos tijolos ecológicos foi feita a proporção de materiais e resíduos para o primeiro e segundo traço (Figura 04).

O primeiro traço foi de 1:3:6 (1 parte de cimento para 3 partes de filito e 6 partes de terra vermelha), e aproximadamente 1,5 L de água. O segundo traço foi de 1:3:6 (1 parte de cimento para 3 partes de filito e 6 partes de resíduo), e aproximadamente 1,8 L de água. (Figura 05).

Figura 04 – Medição



Fonte: AUTORES (2020).

Figura 05 – 1º e 2º traços



Fonte: AUTORES (2020).

A água, a prensa e mão de obra foram utilizadas no ambiente de produção de tijolos. Foram realizados testes, tátil e visual, para determinação da umidade e logo após o material foi misturado e enviado por meio de uma esteira até a prensa (Figura 06 e 07).

Figura 06 – Confeção dos blocos por prensagem



Fonte: AUTORES (2020).

Figura 07 – Misturador e esteira



Fonte: AUTORES (2020).

Após a prensagem é realizado o controle de qualidade onde são medidos os tijolos (Figura 08), aquele que não estiver dentro do padrão é descartado e utilizado novamente em outro traço. Depois disso os tijolos são empilhados acima de paletes até a altura de 1 metro para secagem e cura no sol.

Os resíduos de construção civil (Figura 09) foram coletados em um empreendimento com licenciamento ambiental vigente para a atividade em questão, localizada na TO-020, na capital tocantinense. Assim, o tijolo ecológico além dos materiais solo, cimento e água já citados, foi produzido com aproveitamento de resíduos da construção, para manter o seu desempenho e sua durabilidade (PEREIRA, 2019).

Figura 08 - Controle de Qualidade



Fonte: AUTORES (2020).

Figura 09 - Resíduos da Construção Civil (RCC)



Fonte: AUTORES (2020).

É importante ressaltar que a Portaria nº 280, de 29 de junho de 2020 regulamenta sobre o transporte adequado dos resíduos sólidos para a operacionalização do plano de gerenciamento de resíduos.

Classificação dos Resíduos de Construção Civil - RCC

Os resíduos de construção civil podem ser classificados conforme Quadro 1.

Quadro 1 - Classificações dos Resíduos de Construção Civil

Classificações dos resíduos da construção civil	
NBR 10004/2004	Classe II – não perigosos: Classe II B inertes.
Conama 307/2002	Classe A - são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis; Classe B - são os resíduos recicláveis para outras destinações; Classe C - são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis; Classe D - são resíduos perigosos oriundos do processo de construção.
Lei nº12.305/2010	I - quanto à origem: resíduos sólidos urbanos e resíduos da construção civil; II - quanto à periculosidade: resíduos não perigosos.

Fonte: (AUTORES, 2020).

Resultados e Discussões

Construção Verde e Cidades Sustentáveis

O setor da construção civil é responsável pela geração de uma elevada quantidade de sedimentos da construção e demolição. Esses tipos de materiais geram grandes impactos ao ambiente e a sociedade quando não é reservado de forma adequada, pois a disposição desse resíduos em locais indevidos cooperam para a deterioração e degradação da qualidade ambiental.

A partir das problemáticas geradas pelos grandes volumes de resíduos da construção civil e a conseqüente escassez de recursos naturais pela expressiva extração, tem-se a necessidade de soluções que gerem o desenvolvimento econômico e o crescimento sustentável (MATOS & ALENCAR, 2019).

O tijolo ecológico possui características essenciais para seguir o modelo de sustentabilidade quanto ao seu processo fabril, tornando-se assim um material de qualidade e autossustentável (GONÇALVES e CARDOSO, 2016). Segundo Santana et al., (2013) é importante salientar que 1000 tijolos ecológicos equivalem a 2,5m³ de entulhos da construção civil, e se forem incorporados no processo produtivo para a fabricação de tijolos, equivale a 150m³ retirados de entulhos ao mês.

Conforme o Sebrae (2015), nos anos 40 desenvolveu-se a tecnologia da fabricação de tijolos ecológicos. Contudo, somente depois da década de 70 o Brasil começou a produzir este tipo de tijolo de baixo custo, aplicando processos de fabricação menos agressivos ao ambiente. De acordo Fiais e Souza (2017), os tijolos ecológicos são assim chamados devido ao seu processo de fabricação, que não se faz necessário passar pelo processo de queima como acontece no convencional, evitando uma redução no corte de árvores como também reduzindo os gases lançados na atmosfera.

A NBR ISO 37120/2017, primeira norma técnica brasileira para cidades sustentáveis, pondera um aspecto global de indicadores para serviços urbanos e qualidade de vida, e sua aplicação deve prever harmonia com as normas e legislações vigentes. A fim de atingir o progresso sustentável, esses indicadores podem ser utilizados para rastrear e monitorar a evolução do desempenho da cidade, relacionadas ademais, ao conceito de cidades inteligentes.

Logo, pode-se apontar a certificação a LEED – *Leadership in Energy and Environmental Design*, que promove e estimula práticas de construções sustentáveis, satisfazendo critérios para uma construção verde. Incentiva a redução de impactos urbanos das edificações provocando a eficiência do uso da água e energia, materiais e recursos, qualidade ambiental interna, e processos inovadores. Há também outros registros sustentáveis como o AQUA,

REEAM, QUALIVERDE, que se referem a empreendimentos sustentáveis.

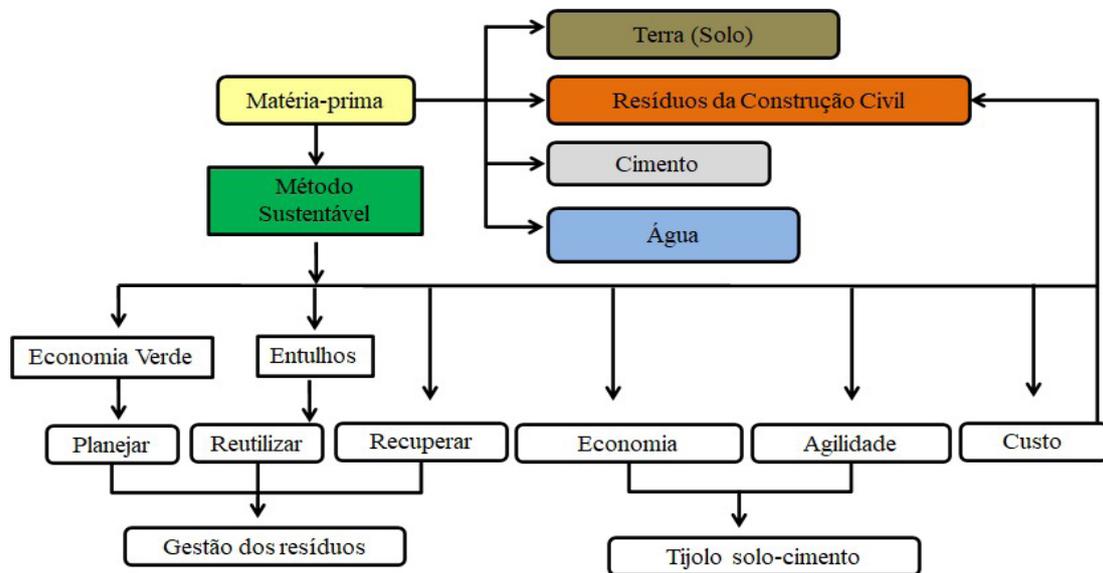
O tijolo ecológico possui grande durabilidade e manutenção reduzida nas edificações realizadas com o mesmo, pois por apresentar elevada resistência e impermeabilidade, resistindo ao longo dos anos ao desgaste e à umidade (TEIXEIRA et al., 2012).

Quanto aos custos para produção do tijolo sustentável tendem a ser inferior ao convencional por reutilizar um material descartado e o baixo preço (filito) (o quilo custa em média menos de R\$ 1,00).

Aplicação do Tijolo Sustentável em Construções

Para o processo produtivo utilizou-se o solo, o resíduo proveniente da construção, e ainda, o resíduo do próprio material para produzir um tijolo modular de solo-cimento-resíduo (Figura 10).

Figura 10 - Fluxograma de Aplicação do Bloco Sustentável na Construção Civil



Fonte: (AUTORES, 2020).

Os materiais utilizados são encontrados com certa facilidade: terra (solo), areia fina, ou o filito comumente chamado pó de pedra, cimento CP - V -- Alta Resistência Inicial (ARI) (composto por 70% de entulho, 10% de cimento e 10 a 20% de filito).

Os blocos são retirados da prensa, e iniciados a última etapa, que compreende a cura, podendo ser realizado a cura seca ou a úmida, com o devido armazenamento dos tijolos (CAMPOSJR., 2016). É relevante salientar que o tijolo ecológico não utiliza a queima de biomassa para o processo de cura e nem grandes quantidades de madeira, o que pode se sugerir que há a possibilidade de preservação dessas áreas, bem como a economia desse recurso renovável, e que de forma indireta estaria relacionada com a economia dos solos e recursos naturais (SANTANA et al., 2013). Além de incrementar o mercado e causar o barateamento de casas e edifícios, tornando a construção civil acessível às classes desfavorecidas (BRING, 2018).

O assentamento dos tijolos produzidos é realizado por meio de encaixes sucessivos macho e fêmea de simples nivelamento e alinhamento, sendo recomendado para a união dos elementos construtivos argamassa de assentamento de piso e cola PVA, na proporção respectiva de 20/1 e podendo ser utilizado como alvenaria aparente, recebendo somente uma pintura de impermeabilização, ou ser revestido com reboco e texturas (ALROMA, 2018).

Características Físicas e Mecânicas

Temperatura

A medição das temperaturas foi realizada na Escola Chico Xavier em Palmas-TO, onde observou-se um ambiente arejado e com umidade, pois a instituição educacional citada foi construída com este tipo de tijolo (Figura 11 e 12). Outros trabalhos já detectaram que tijolo ecológico pode reduzir em até 8°C a temperatura de um ambiente.

Figura 11 – Temperatura e umidade interna



Fonte: (AUTORES, 2020).

Figura 12 – Temperatura e umidade externa



Fonte: (AUTORES, 2020).

Produção do Tijolo Sustentável

A utilização da terra crua na construção civil não é apenas por representar um valor abaixo do mercado que favoreça a população de baixa renda, mas visa uma redução de impactos gerados pela construção, tendo em vista a quantidade de solo disponível para o processo de fabricação (PINTO, 2015).

É fator determinante para uma melhor qualidade do solo-cimento depende do tipo de solo, umidade de moldagem, tipo de prensa, proporção de solo/cimento, tipo de estabilizante e o processo de cura. Para uma maior resistência à compressão, absorção e durabilidade do solo-cimento, deve-se utilizar um percentual maior de cimento na mistura (MOTTA et al., 2014).

A Figura 13 mostra o tijolo ecológico produzido conforme as proporções do primeiro traço e a Figura 14, conforme proporções do segundo traço.

Figura 13 - Tijolos do 1º traço



Fonte: (AUTORES, 2020).

Figura 14 - Tijolos do 2º traço



Fonte: (AUTORES, 2020).

Resistência Mecânica

Após a moldagem dos tijolos foi realizada a cura úmida de 28 dias, para a realização de testes de resistência à compressão.

Os corpos de prova para o ensaio à compressão simples foram elaborados da seguinte maneira: cortou-se os tijolos ao meio, sobrepôs-se as duas partes e ligou as duas metades invertidas com uma camada de argamassa colante. Logo em seguida, regularizou-se as faces com a execução do capeamento nas duas faces dos tijolos, com um intervalo de 12 horas do procedimento de uma face para outra, de acordo com a NBR 8492 (2012).

No Quadro 02 percebe-se que o primeiro traço obteve resultados inferiores para resistência à compressão exigido pela NBR 8491 (2012). E os resultados adquiridos dos ensaios de compressão das amostras do primeiro traço foram 0,84 Mpa, 0,92 Mpa, 1,11 Mpa, 1,19 Mpa, 1,26 Mpa e 1,65 Mpa. Os valores obtidos dos ensaios de compressão das amostras do segundo traço foram 0,45 Mpa, 0,59 Mpa, 0,62 Mpa, 0,66 Mpa e 0,79 Mpa.

Quadro 02 - Ensaios de Resistência à Compressão

Nº do CP	Data da Moldagem	Local de Aplicação	Resistência aos 28 dias
1	25/06/2020	Bloco solo-cimento 25x12,5x6 - traço 1	0,84
			0,92
			1,11
			1,19
			1,26
2	30/06/2020	Bloco solo-cimento-resíduo - traço 2	0,45
			0,59
			0,62
			0,66
			0,79
			0,45

Fonte: (AUTORES, 2020).

Viabilidade Técnica

O tijolo sustentável deve oportunizar segurança e funcionalidade para as obras, objetivando sempre examinar as demandas solicitadas ao mesmo. Em razão disso, previamente ao se utilizar o produto, recomenda-se atentar para os apoios aos requisitos estabelecidos nos ensaios de resistência e absorção de tijolo ecológico, obedecendo-se as prescrições referências aos resultados de resistência/compreensão.

Após os ensaios, pode se inferir que o tijolo de solo-cimento é mais resistente que a alvenaria convencional (cuja resistência é de 20kgf/cm²). Já o resultado do ensaio da absorção é 15,32%, menor que a de um tijolo convencional, que é de 45,388%.

Outro aspecto importante a salientar é que o fator determinante para uma melhor qualidade do solo-cimento depende do tipo de solo, umidade de moldagem, tipo de prensa, proporção de solo/cimento, tipo de estabilizante e o processo de cura. Para uma maior resistência à compressão, absorção e durabilidade do solo-cimento, deve-se utilizar um percentual maior de cimento na mistura (MOTTA et al., 2014).

Considerações Finais

O aproveitamento do bloco sustentável auxilia de maneira significativa para a construção civil, retratando um processo sustentável e correto, já que o insumo não passa pela execução de queima, proporcionando a diminuição de vários impactos em nosso meio ambiente.

As qualidades do material, apresentando resistência média de 2,0 MPa e uma resistência unitária de 1,7 MPa superior aos materiais convencionais utilizados em vedação NBR 8491/2012, o que torna possível uma redução na geração de resíduos, além da boa durabilidade do material que pode ser utilizado sem a aplicação de revestimentos, o que mostra sua boa qualidade quando exposto aos agentes externos.

A colaboração para o avanço da sustentabilidade aponta um decréscimo no tocante a emissão de dióxido de carbono, diminuição e reaproveitamento dos resíduos da construção civil em consequência de resistência e durabilidade consideráveis, bem como a diminuição de revestimentos que além de economizar nos custos de uma obra.

Contudo, a utilização de tijolos ecológicos necessita de cuidados, a fim de evitar patologias como fissuras

Referências

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS .**NBR 16697: Cimento Portland – Requisitos.** Rio de Janeiro, 2018.

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS .**NBR 10004: Resíduos sólidos - Classificação.** Rio de Janeiro, 2014.

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – **NBR 8491: Tijolo de solo-cimento — Requisitos.** Rio de Janeiro. 2012.

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - **NBR 8492: Tijolo de solo-cimento — Análise dimensional, determinação da resistência à compressão e da absorção de água — Método de ensaio.** Rio de Janeiro, 2012.

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - **NBR ISO 37120: Desenvolvimento sustentável de comunidades — Indicadores para serviços urbanos e qualidade de vida.** Rio de Janeiro, 2017.

ALROMA. **Máquinas para tijolos ecológicos.** Disponível em: <http://www.alroma.com.br/tijolo-vantagens> Acesso em: 01 de jul. 2018.

BONCIU, F. A economia europeia: De uma economia linear a uma economia circular. **Jornal Romeno de Assuntos Europeus.** v. 14, p. 78-91, 2014.

BRASIL. **Lei n. 12.305, de 02 de agosto de 2010.** Dispõe sobre a política Nacional de resíduos sólidos. 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm> Acesso em 19. agosto 2019.

BRASIL. **Portaria nº 280 de 29 de junho de 2020.** institui o Manifesto de Transporte de Resíduos - MTR nacional, como ferramenta de gestão e documento declaratório de implantação e operacionalização do plano de gerenciamento de resíduos, dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos e complementa a Portaria nº 412, de 25 de junho de 2019. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-280-de-29-de-junho-de-2020-264244199>>. Acesso em: 19 abri. 2020.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução nº 307, de 05 de julho de 2002.** Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/estruturas/a3p/arquivos/36_09102008030504.pdf>. Acesso em: 19 abri. 2020.

BRING, Useofebt. **Uso do tijolo ecológico para trazer economia na construção civil.** Disponível em: <http://nippromove.hospedagemdesites.ws/arquivos_up/documentos/8b9d5160665c0b519f6be0fc2663b7e.pdf> Acesso em: 01 de mar. 2018.

CAMPOS JR., Paulo Borges. **Produção de tijolos de solo-cimento.** Piracicaba: Unimep, 2016. 73 p.

D’ OLIVEIRA, C.M.P.E.; PICANÇO, A.P.; ANDRADE, A.M. -. I-004 – Gir@ssol – software para apoio à gestão de resíduos de construção e demolição: validado no município de Palmas/TO. In: **IV Seminário Nacional de Resíduos Sólidos, 2014.**

DOS SANTOS, Wagna Piler Carvalho; SUZART, Vivian Patricia; DA SILVA JÚNIOR, Nelicio Ferreira. **Tendências tecnológicas para o processo de preparação de compósito à base de solo-cimento e fibra de bananeira para fabricação de tijolos e tecnologias correlatas através da pesquisa em documentos de patentes.** Cadernos de Prospecção, v. 6, n. 1, p. 36,

2014.

FIAIS, Bruna Barbosa; DE SOUZA, Daniel Sarto. **Construção sustentável com tijolo ecológico.** Revista Engenharia em Ação UniToledo, v. 2, n. 1, 2017.

FONSÊCA, Rúbia de Oliveira; UCHOA, Francisco Passos. **A importância da logística reversa para construção civil.** 2016. Disponível em: <www.singep.org.br/5singep/resultado/664.pdf> Acesso em: 01 mar. 2018.

GONÇALVES, Caroline de Paiva; CARDOSO, Adriana de Freitas. **A utilização da cerâmica nas técnicas construtivas em busca da inovação e sustentabilidade.** In: Congresso Brasileiro de Cerâmica, 60. 2016. Águas de Lindóia, São Paulo, 2016. p. 577 - 587.

SANTOS, W.P.C.; SUZART, V.P.; SILVA-JUNIOR, N.F.S. Tendência tecnológica para o processo de preparação de compósito à base de solo-cimento e fibra de bananeira para fabricação de tijolos e tecnologias correlatas através da pesquisa em documentos de patentes. **Cadernos de Prospecção**, v.6, n.1, p.36-44. 2013.

MARTINS, F. G. **Gestão e gerenciamento de resíduos da construção civil em obras de grande porte: estudos de caso.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Hidráulica e Saneamento). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo (2012).

MATOS, João Paulo Cavalcante; ALENCAR, Tharsis Cidália de Sá Barreto Diaz de. **Gerenciamento de Resíduos Sólidos e a Aplicação da Logística Reversa no Segmento da Construção Civil.** Id on Line Rev.Mult. Psic., 2019, vol.13, n.43, p. 784-807. ISSN: 1981-1179.

MORAIS, Marcelo Brito de; CHAVES, Armando Macêdo; JONES, Kimberly Marie. **Análise de viabilidade de aplicação do tijolo ecológico na construção civil contemporânea.** Revista Pensar Engenharia, v. 2, n. 2, jul. 2014.

MOTTA, C. J.; MORAIS, W. P.; ROCHA, N. G. **Tijolo de Solo Cimento: Análise das características físicas e viabilidade econômica de técnicas construtivas sustentáveis.** Belo Horizonte: Exata, 2014. 13-26 p.

PEREIRA, Caio. **Alvenaria de Vedação – Vantagens e Desvantagens.** Escola Engenharia, 2018. Disponível em: <https://www.escolaengenharia.com.br/alvenaria-de-vedacao/>. Acesso em: 22 nov. 2019.

PINTO, Lucas Mazzoleni. **Estudo de tijolos de solo cimento com adição de resíduo de construção civil.** 2015. 57 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015.

SANTANA, S. J.; CARVALHO, X. A.; FARIA, A. R. **Tijolo Ecológico versus Tijolo Comum: benefícios ambientais e economia de energia durante o processo de queima.** Mato Grosso: IBEAS - Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais, 2013.

SEBRAE. **Como montar uma fábrica de tijolos ecológicos.** Disponível em: <<http://www.sebrae.com.br>>. Acesso em: 08 jun. 2015.

SOARES, Maria do Carmo Roos. **Logística reversa aplicada a construção civil: análise dos processos de descarte em uma construtora no município de Capão da Canoa/RS.** TCC (Graduação) – Curso de Administração, Universidade Santa Cruz do Sul, Rio Grande do Sul, 2017.

ONU HABITAT. **Nova Agenda Urbana**. Conferência das Nações Unidas, 2016. Disponível em: <http://habitat3.org/wp-content/uploads/NUA-Portuguese-Angola.pdf>. >. Acesso em: 22 jul. 2020.

TEIXEIRA, M. F.; REIS, S. A.; FIGUEIREDO, F. M. O uso de resíduos lignocelulosicos na produção de tijolos de adobe. Rio Grande do Sul. **IN: 3º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente**, 2012.

WEBER, Eduardo; CAMPOS, Roger Francisco Ferreira de; BORGA, Tiago. **Análise da eficiência do tijolo ecológico solo-cimento na construção civil**. Ignis, Caçador, v. 6, n. 2, p.18-34, maio/ago 2017. Semestral.

Recebido em 4 de outubro de 2020.
Aceito em 18 de novembro de 2020.