

TIJOLO MODULAR DE SOLO-CIMENTO COMO MATERIAL NA CONSTRUÇÃO CIVIL

MODULAR BRICK OF SOIL-CEMENT AS MATERIAL IN CIVIL CONSTRUCTION

Recebido em: 27/03/2018.

Aceito em: 12/06/2018.

Álvaro Morais do Nascimento¹

Alan de Oliveira Feitosa²

Thiago da Silva Almeida³

Diego Meira de Lacerda⁴

RESUMO

O presente artigo tem como finalidade mostrar a viabilidade ecológica de sistemas construtivos utilizando o tijolo modular de solo-cimento, esquadrinhando os custos, fabricação, métodos construtivos, difundindo um material que seja acessível e importante para o desenvolvimento sustentável e para a otimização de processos, contribuindo dessa forma para o progresso da indústria da construção civil. A metodologia adotada incide em uma revisão bibliográfica que consiste em uma revisão sistemática da literatura, onde se analisa o sistema fabril e o método construtivo utilizando o tijolo modular de solo-cimento, visando mostrar seus pontos ecológicos, econômicos e suas principais características. A excelência do sistema construtivo utilizando o solo cimento em relação ao método tradicional, pode ser constatada pelo menor custo do sistema, com enfoque para a possibilidade da não utilização de revestimentos, além da agilidade em sua execução, sem gerar resíduos e com baixo impacto ambiental, se mostrando uma alternativa altamente viável e promissora.

Palavras-chave: Tijolo solo-cimento. Sustentabilidade. Construção civil.

¹ Graduado em Engenharia Civil pelo Centro Universitário de João Pessoa (UNIPÊ). E-mail: alvaro.morais@live.com

² Doutor em Engenharia de Materiais pela Universidade Federal de João Pessoa (UFPB). Docente do Centro Universitário de João Pessoa (UNIPÊ). E-mail: alanof.ufpb@gmail.com

³ Doutor em Engenharia de Materiais pela Universidade Federal de João Pessoa (UFPB). Docente do Centro Universitário de João Pessoa (UNIPÊ). E-mail: engthiago.ufpb@gmail.com

⁴ Mestre em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB). E-mail: diegolacerda.psp@gmail.com

ABSTRACT

The present paper aims to show the ecological viability of building systems using modular brick of soil-cement, cost-scrutinizing, manufacturing, construction methods, disseminating a material that is accessible and important for sustainable development and for the optimization of processes, thus contributing to the progress of the construction industry. The methodology adopted is based on a literature review, which consists of a systematic review of the literature, which analyzes the manufacturing system and the construction method using the modular brick of soil-cement, aiming to show its ecological, economic points and its main characteristics. The excellence of the construction system using the cement soil in relation to the traditional method can be verified by the lower cost of the system, with a focus on the possibility of not using coatings, besides the agility in its execution, without generating residues and with low environmental impact, showing itself to be a highly feasible and promising alternative.

Keywords: Brick soil-cement. Sustainability. Civil Construction.

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de novas técnicas construtivas e a implementação de materiais de baixo impacto ao meio ambiente, com uma boa relação custo-benefício, são temas fundamentais para a evolução da construção civil e da sociedade, considerando não apenas o desenvolvimento sustentável, mas a otimização dos processos.

Os tijolos de solo-cimento são moldados por prensagem e em sua técnica de fabricação o solo é o componente principal, com dosagem mínima de 10 unidades de solo e uma de cimento e não se emprega a queima, o que resulta em uma redução na emissão de gases nocivos em comparação com os sistemas construtivos tradicionais, com destaque para o bloco cerâmico de vedação.

Segundo Souza (2006), a utilização do tijolo modular de solo-cimento traz diversos benefícios para a construção civil, que vão desde o processo de fabricação até sua utilização na execução de alvenarias, tais benefícios são considerados devido ao processo de fabricação, que pode ser realizado no próprio canteiro de obras.

Em busca de alternativas capazes de satisfazer um sistema sustentável, na fabricação dos tijolos modulares de solo-cimento, tem-se a alternativa de reduzir os impactos ambientais ocasionados devido a sua matéria prima em abundância, o solo (DANTAS, 2015).

Fiais e Souza (2017), apontam que 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 engenharia civil está nos setores que mais consomem e degradam o meio ambiente. “Não existe construção que não gere impacto, a busca é por intervenções que o ocasionem em menor escala”. (PISANI, 2005, p. 53).

A proposta da pesquisa é mostrar a viabilidade do tijolo modular solocimento ou tijolo ecológico como é mundialmente conhecido, como sistema construtivo sustentável, que corresponda de maneira satisfatória às necessidades de uso da edificação, além de mostrar a importância para os profissionais da indústria da construção civil, de que a aplicação de novos métodos construtivos são essenciais para se alcançar um parâmetro sustentável e ecológico, reduzindo a emissão de poluentes e a geração de resíduos.

ASPECTOS PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DA CONSTRUÇÃO CIVIL

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 a saúde humana e ao meio ambiente, alguns irreparáveis (SOARES, 2017).

Na figura 1, tem-se os resíduos comumente encontrados na construção civil.

Figura 1: Resíduos gerados da recuperação de pavimentos flexíveis



Fonte: Autores

Com a aplicação de uma política que visa o incentivo para o reaproveitamento de resíduos que são descartados pelas obras da construção civil, ocorrerá uma diminuição expressiva na quantidade de materiais extraídos das jazidas, ocorrendo assim, uma redução do impacto ao meio ambiente devido a reutilização de materiais

da construção e a reciclagem de outros resíduos sólidos proveniente do descarte irregular da sociedade (OLIVEIRA, 2002). A figura 2 mostra o descarte de resíduos de construção e resíduos urbanos de forma indevida.

Figura 2: Descarte de RCD e RSU de forma indevida



Fonte: Autores

De acordo com Araújo (2014), o alto índice de resíduos gerados em obras de construção, demolição e reformas, envolvem problemas complexos que precisam ser analisados e executados de acordo com um plano de gestão para o gerenciamento e monitoramento dessas atividades.

O tijolo ecológico por sua vez, possui características essenciais para seguir o modelo de desenvolvimento sustentável, quando em seu processo fabril pode-se utilizar o solo, material em abundancia ou até reutilizar resíduos derivados da construção, ou ainda, o resíduo do próprio material, tornado o tijolo modular de solo-cimento um material de boa qualidade e autossustentável (GONÇALVES e CARDOSO, 2016).

HISTÓRIA DO SOLO-CIMENTO

Na década de 1930, pesquisas com a utilização de solo-cimento na construção civil começaram a ganhar destaque nacional após a regulamentação de seu processo fabril e aplicação pela Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP), (LIMA, 2010).

No Brasil os estudos se intensificaram a partir de 1936 após a revolução industrial com a regulamentação do seu uso pela ABCP. Na ocasião o solo-cimento era introduzido na confecção de base e sub-bases de pavimentos flexíveis (PEREIRA e PEZZUTO, 2010).

A NBR 12023 (ABNT, 2012), define o solo-cimento como, um produto enrijecido, que resulta da cura de uma mistura íntima e compactada de solo, cimento e água, em proporções estabelecidas através de dosagem, executada conforme a NBR 12253 (ABNT, 2012). Na figura 3, tem a aplicação de solo-cimento para confeccionar pavimentos flexíveis.

Figura 3: Utilização do solo-cimento como base para pavimentos flexíveis



Fonte: Adaptado pelos autores. (PEREIRA e PEZZUTO, 2010)

COMPOSIÇÃO DO SOLO-CIMENTO

A composição do solo-cimento surge de uma mistura íntima de solo, aglomerante hidráulico artificial denominado cimento Portland que deve sempre ser utilizado em quantidades inferiores a quantidade do solo e por último, à adição de água em pequenas quantidades, afim de adquirir uma homogeneização adequada conforme as exigências definidas pela norma regulamentadora.

Além de diversos outros materiais que podem ser empregados na composição do tijolo modular, podemos destacar o plástico e a borracha, onde comumente são encontrados descartados de forma indevida no meio ambiente. Com isso se faz necessária a reutilização desses materiais, afim de reduzir o descarte indevido e aumentar a quantidade de adições que podem ser empregados na fabricação do tijolo modular para o emprego na construção civil. Para (RIBEIRO, 2013, p. 17), na composição do solo-cimento, pode “estar sujeita ao emprego de materiais alternativos (plástico, borracha, papel, vidro, resíduos provenientes de demolição e entre outros)”.

Solo

O solo, nos últimos anos é o material mais utilizado na construção civil, seja direta ou indiretamente, podendo substituir ou reduzir diversos tipos de materiais e proporcionar uma redução de custos.

Sabendo da abundância de solo disponível no mundo e conhecendo suas principais características, Souza (2006), afirma que o solo começou a ser utilizado no Brasil na construção civil através de exploradores portugueses, onde, atualmente, algumas cidades brasileiras tem o solo como constituinte fundamental das construções mais antigas.

De acordo com Pinto (2015), 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.

Cimento Portland

Na NBR 11578 (ABNT, 1998, p.2), define cimento Portland como um “aglomerante hidráulico obtido pela moagem de clínquer Portland ao qual se adiciona, durante a operação, a quantidade necessária de uma ou mais formas de sulfato de cálcio”.

Na ABCP (2002), descreve o cimento Portland como um pó fino com propriedades aglomerantes, aglutinantes ou ligantes que endurece com ação da água. Depois de endurecido, mesmo que seja novamente submetido a ação da água o cimento Portland não se decompõe mais.

De acordo com Souza et al. (2008), o cimento Portland composto de pozolana (CP II Z-32), apresenta propriedades aceitáveis para a fabricação do solo-cimento, além da facilidade de obtenção do material devido ao alto índice de utilização no mercado da construção, correspondendo a aproximadamente 75% da produção industrial.

Água

A NBR 8491 (ABNT, 2012, p.2), “instrui que a água usada deve ser isenta de impurezas nocivas à hidratação do cimento”.

Em modo geral, à água a ser utilizada no processo de fabricação do tijolo solo-cimento deve ser potável para que não apresente danos ao processo de hidratação do cimento e conseqüentemente visando evitar determinadas patologias. A figura 4 tem-se a composição de materiais utilizados para confeccionar o tijolo modular de solo-cimento.

Figura 4: Composição do tijolo solo-cimento



Fonte: Adaptado pelos autores.

PROCESSO DE FABRICAÇÃO DO TIJOLO MODULAR DE SOLO-CIMENTO

O tijolo modular de solo-cimento ou tijolo ecológico, é assim chamado por ser considerado um material de fabricação ecologicamente correta, eliminando o processo de queima para se adquirir a resistência desejada. Além disso, o formato de prensagem do material, permite a passagem das tubulações elétricas e hidráulicas no interior do material, o que acaba contribuindo para uma redução de resíduos.

A utilização do desenvolvimento tecnológico na construção civil na fabricação de tijolos modulares de solo cimento vem se impondo como desafio a diversos pesquisadores, profissionais e até mesmo a sociedade, com o intuito de amenizar os impactos gerados no setor da construção (CASTRO e SILVA, 2011).

Segundo Mota (2010), com o avanço tecnológico da construção civil, são utilizados diversos tipos de solos na fabricação de tijolos de solo-cimento além das várias vantagens que vão do processo de fabricação até a utilização final no canteiro de obras.

Motta et al. (2014), ressaltam que além do solo como matéria prima em abundância utilizado na fabricação do tijolo de solo-cimento, pode-se usar resíduos do próprio material de solo-cimento de outras construções, ou seja, isso representaria em uma redução ainda maior, tendo em vista o reaproveitamento do mesmo material.

Após todo o processo de obtenção e separação do material ideal, a mistura homogeneizada do solo-cimento é transferida para a prensa como mostra a figura 5, que possui um molde de dimensões variáveis, onde para cada tipo de prensagem obtém-se tijolos maciços ou com dois orifícios, conhecido por tijolo modular (COPARE e OLIVEIRA, 2016).

Figura 5: Moldagem com prensa hidráulica



Fonte: Copare e Oliveira (2016).

AVALIAÇÃO DA DURABILIDADE DO TIJOLO MODULAR DE SOLO-CIMENTO

Lima (2010), define a durabilidade como sendo a capacidade na qual um dado material tende a resistir a agentes ambientais, onde, tal agressividade está diretamente relacionada as ações físicas e químicas que atuam nas estruturas e independem das ações mecânicas do material.

A NBR 13554 (ABNT, 1996), descreve os procedimentos necessários para determinação da durabilidade dos corpos de prova de solo-cimento, ao serem submetidos aos ciclos de secagem e molhagem, pode-se determinar a variação de umidade, variação de volume e perda de massa.

De acordo com Lima et al. (2010), a melhor maneira de se verificar a durabilidade dos materiais de solo-cimento, é efetuando o umedecimento do material, afim de observar a perda de massa e a variação de volume ao longo de repetidos ciclos de molhagem e secagem do material.

Segundo Milani (2005), em resultados obtidos na sua dissertação de mestrado, apresentado a Universidade Estadual de Campinas, conclui que a resistência a compressão e a durabilidade dos tijolos de solo-cimento diminuíram com o aumento da quantidade de um solo mais argiloso e aumentaram com a porcentagem do teor de cimento.

Com o uso do tijolo modular de solo-cimento na construção de alvenarias, tem-se “boa durabilidade e boa resistência ao desgaste, o que permite seu uso sem revestimento, considerando-se sua aparência” (BAUER, 2015, p. 727).

Da Silva (2005), destaca a durabilidade mostrada nas antigas construções com terra crua, boa parte delas ainda existentes, percebe-se assim a boa resistência destas construções com uso do solo, ainda assim, torna-se necessário a otimização do uso

do material, adicionando teores de cimento ao solo afim de aumentar a resistência e a durabilidade do material, mais conhecido como solo-cimento.

De acordo com Antunes (2008), enfatiza, que a escolha do critério para medida da durabilidade exige certa complexidade e que a comparação do solo-cimento com os materiais convencionais geralmente utilizados, como por exemplo, os blocos e tijolos maciços cerâmicos, onde, os melhores ensaios de durabilidade das misturas de solo-cimento foram inferiores a durabilidade dos materiais convencionais.

Ainda de acordo com Antunes (2008), ressalta que a baixa durabilidade do solo-cimento não condena o uso do material, apenas mostra a boa durabilidade dos materiais convencionais.

Segundo Da Silva (2005), as construções com a utilização de solo-cimento, apresentam grande durabilidade e baixa manutenção, pois apresentam alta resistência mecânica e boas condições de impermeabilidade, fornecendo construções duradouras, resistindo a longos anos ao desgaste e à umidade.

VANTAGENS E DESVANTAGENS

Vantagens

As vantagens do tijolo modular de solo-cimento são inúmeras, dentre elas o destaque principal é para o seu processo de fabricação, onde são adotadas técnicas capazes de reduzir a emissão de gases que são lançados na atmosfera, além de seu método construtivo que possibilita uma execução rápida, além de uma redução significativa na geração de resíduos (MOTTA et al., 2014).

Dos Santos et al. (2009), cita algumas vantagens do tijolo solo-cimento, destacando-se o seu processo de fabricação que não passa pela queima, maior uniformidade de fabricação, apresenta resistência mecânica superior ao cerâmico convencional, o tijolo apresenta furos em seu interior, onde são formadas câmaras de ar, oferecendo isolamento termo acústico.

Segundo Fraga et al. (2017), o uso do tijolo modular de solo-cimento proporciona um assentamento rápido e prático, evitando desperdícios do material além de proporcionar uma execução com uma mão de obra não especializada, gerando uma economia ao custo final da obra.

Ainda segundo Fraga et al. (2017), os dutos formados pelos encaixes dos tijolos modulares formam camadas termo acústicas possibilitando a passagem dos condutores para rede elétrica e hidráulica, evitando a quebra das alvenarias que geralmente ocorre no método convencional.

Desvantagens

De acordo com Motta et al. (2014), cita que uma das principais desvantagens do material, partem de erros da separação do solo até o processo de dosagem, essas falhas podem favorecer na aparição de fissuras e outras patologias, ocasionando transtorno na construção.

Para Fiais e Souza (2017), a baixa popularidade do tijolo ecológico é fator primordial para a desinformação e falta de discussão sobre o material. Fiais e Souza, citam ainda que o preço do milheiro é superior aos demais tipos de alvenarias de vedação e que a utilização de tijolos ecológicos necessita de cuidados, afim de se evitar as patologias mais comuns, como exemplo as fissuras por efeito da retração e o desgaste superficial.

CUSTO DO TIJOLO MODULAR DE SOLO-CIMENTO

O custo individual do bloco modular de solo-cimento é mais elevado em relação ao tijolo cerâmico convencional. Mas, após o processo de aplicação do material na construção, de acordo com a técnica empregada, o valor total do serviço finalizado pode ter uma redução de até 40% do valor finalizado em relação ao tijolo convencional (SAMPAIO e NUNES, 2017).

A compra do milheiro do tijolo modular de solo-cimento, fica em média, R\$ 900,00 e o milheiro do tijolo cerâmico convencional, é em média R\$ 550,00, com isso, conhecendo o processo de fabricação e aplicação do tijolo ecológico e levando-se em conta suas vantagens geradas pelo seu uso, principalmente pela exclusão de outros materiais o tijolo solo-cimento se torna uma construção mais viável economicamente e ecologicamente (SAMPAIO e NUNES, 2017).

Solo-cimento x convencional

Motta et al. (2014), em suas pesquisas desenvolvidas e publicadas na Revista E-xacta, concluíram em uma análise de custos entre os tijolos convencionais e de solo-cimento, onde a alvenaria de tijolo modular de solo-cimento apresentou uma economia de aproximadamente 21% em comparação à alvenaria de tijolo cerâmico convencional. A tabela 1 a seguir, expressa o custo final para cada metro quadrado de alvenaria e seus revestimentos já aplicados.

Tabela 1: Relação de custo por m²

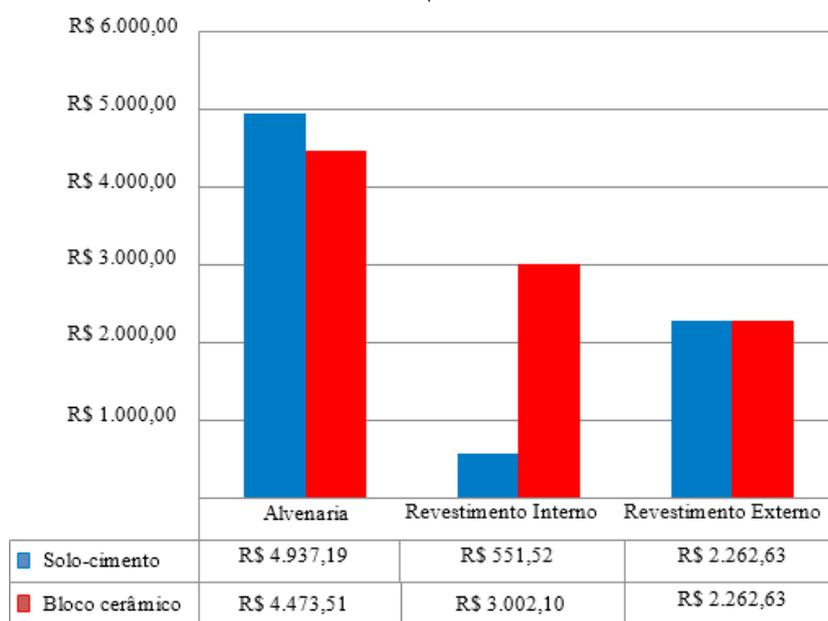
Descrição	Custo
Tijolo solo-cimento	R\$ 21,04/m ²
Tijolo cerâmico convencional	R\$ 26,59/m ²

Fonte: Adaptado pelos autores – (MOTTA et al., 2014)

Redução do custo na construção com aplicação do tijolo modular de solo cimento

Pinheiro (2016), em seu estudo de caso apresentado na Universidade Católica de Brasília, destaca alguns resultados obtidos entre os métodos construtivos de tijolo modular de solo-cimento e o tijolo convencional de cerâmica, destacando-se a economia na construção com a utilização do tijolo ecológico. O gráfico 4.2 detalha os valores obtidos na parte da execução da alvenaria e seus respectivos revestimentos, onde se tem uma área construída de 59,77 m².

Gráfico 1: Comparativo de custos



De acordo com os valores obtidos no gráfico 1, a tabela 2 mostra o custo total para a área construída de 59,77 m², onde observa-se uma redução no custo total de aproximadamente 26%.

Tabela 2: Custo total

	Solo-cimento	Tijolo cerâmico
Alvenaria	R\$ 4.937,19	R\$ 4.473,51
Revestimento interno	R\$ 551,52	R\$ 3.002,10
Revestimento externo	R\$ 2.262,63	R\$ 2.262,63
Custo total	R\$ 7.751,35	R\$ 9.738,25

Fonte: Adaptado pelo autor (PINHEIRO, 2016).

ANÁLISE DE SUAS VIABILIDADES DE APLICAÇÃO

Viabilidade ecológica

De acordo com a fabricação do tijolo modular de solo-cimento, fica nítido que a fabricação do material busca técnicas ecologicamente corretas, favorecendo sua aplicação na construção civil.

Com isso, o tijolo ecológico beneficia a construção civil devido a forma ecologicamente correta de reutilizar os mais diversos tipos de materiais que seriam descartados pela construção civil, onde, esses resíduos se tornam importantes para compor a base da fabricação do tijolo ecológico que além de favorecer a parte ecológica, beneficia as construções com a diminuição no custo da edificação (MORAIS et al., 2014).

Viabilidade econômica

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

Segundo Dos Santos et al. (2014), com o tijolo ecológico, além de favorecer as questões ambientais por não emitir gases de 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.

Para melhor expressar a relação entre as aplicações de tijolo modular de solo-cimento e o tijolo convencional de cerâmica, a tabela 3, tem-se um comparativo onde leva-se em consideração a viabilidade econômica e ecológica de ambos materiais aplicados na construção.

Tabela 3: Comparação da viabilidade econômica e ecológica dos tijolos

Viabilidade	Parâmetro	Tipo do tijolo	
		Solo-cimento	Cerâmico
Ecológica	Fabricação	Cura sem o processo de queima de madeira, o que reduz a emissão de gases lançados na atmosfera.	Queima de madeira no processo de fabricação do tijolo.
	Resíduos	Redução da geração de resíduos, além da reutilização do mesmo para reaplicação na construção.	Acúmulo de resíduos com destinação inadequada.
Econômica	Acabamento	Dispensa o uso de revestimentos, tanto interno como externo.	Necessário devido a possíveis irregularidades que possam aparecer em seu assentamento.
	Orçamento	Com a redução de materiais, tem-se um ganho por redução de materiais e redução de tempo de execução da obra.	Alto consumo de revestimentos necessários aumenta o valor final da obra.

Fonte: Autores.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após toda análise levantada e conhecendo a aplicabilidade do tijolo modular de solo-cimento, pode-se concluir que:

- A utilização do tijolo modular de solo-cimento contribui de forma significativa para a construção civil, apresentando um sistema ecologicamente correto em seu processo de fabricação já que o material não passa pelo processo de queima, possibilitando a redução de diversos impactos ambientais.
- As boas características 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 (ABNT, 2012), o que possibilita 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 contribuição para o desenvolvimento sustentável, citando-se a redução de emissão de dióxido de carbono, redução de resíduos devido a sua boa resistência e durabilidade, redução de revestimentos que além de baratear o custo da obra também contribui para a redução da geração de CO₂.

REFERÊNCIAS

ABNT, **NBR 11578. Cimento Portland composto** - Especificação. Rio de Janeiro, 1997.

_____. **NBR 12023**: Solo-cimento – Ensaio de compactação. Rio de Janeiro, 2012.

_____. **NBR 12253**: Solo-cimento - Dosagem para emprego como camada de pavimento - Procedimento. Rio de Janeiro, 2012.

_____. **NBR 13554**: Solo-cimento – Ensaio de durabilidade por molhagem e secagem. Rio de Janeiro, 1996.

_____. **NBR 8491**: Tijolo de solo-cimento - Requisitos. Rio de Janeiro, 2012.

ANTUNES, I. S., **Aplicação de Solo-Cimento em Habitações Populares**. Trabalho de conclusão de curso (Graduação). Departamento de Engenharia Civil. Universidade Federal de Sergipe. SE. 2008

ARAÚJO, Neuber Nascimento de. **Desempenho de argamassas de revestimentos produzidas com agregados reciclados oriundos do resíduo de construção e demolição da Grande Natal-RN.** 2014. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Guia básico de utilização do cimento Portland.** ABCP, São Paulo, 2002.

BAUER, Luiz Alfredo Falcão. **Materiais de Construção.** 5. ed. Rio de Janeiro: Ltc, 2015. 955 p.

CASTRO, Adriana Petito de Almeida Silva; SILVA, Fernando Souza da. **Incentivo ao uso de produtos de baixo impacto ambiental através da disciplina de materiais de construção civil.** *Revista Complexus*, Salto, v. 3, n. 2, p.50-57, maio 2011.

COPARI, Vinícius Pereira; OLIVEIRA, Muriel Batista de. **Confecção de tijolos ecológicos como alternativa para reutilização dos resíduos gerados por centrais dosadoras de concreto.** REINPEC-Revista Interdisciplinar Pensamento Científico 2.1 (2016).

DANTAS, Valter Bezerra. **Desenvolvimento de blocos de solo cimento utilizando argissolo com incorporação de material armazenador de calor por mudança de fase (MMFs).** Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2015.

DA SILVA, Sandra Regina. **Tijolos de solo-cimento reforçado com serragem de madeira.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2005.

DOS SANTOS, Wagna Piler Carvalho; SUZART, Vivian Patricia; DA SILVA JÚNIOR, Nelício 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.

FRAGA, Yuri Sotero Bomfim et al. **Tecnologia dos materiais: a utilização do tijolo de solo-cimento na construção civil.** *Caderno de Graduação-Ciências Exatas e Tecnológicas-UNIT*, v. 3, n. 3, p. 11, 2016.

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.

LIMA, Rosa do Carmo de Oliveira. **Estudo da durabilidade de paredes monolíticas e tijolos de solo-cimento incorporados com resíduo de granito.** 2010. 102 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2010.

LIMA, R. C. O.; NEVES, G. A.; CARVALHO, J. B. Q. **Durabilidade de tijolos de solo-cimento produzidos com resíduo de corte de granito.** Revista Eletrônica de Materiais e Processos, v. 5, p. 24-31, 2010.

MILANI, Ana Paula da Silva. **Avaliação físico-mecânica de tijolos de solo-cimento e de solo-cal adicionados de casca de arroz.** Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

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.

MOTA, Joseane Damasceno. **Utilização do resíduo proveniente do desdobramento de rochas ornamentais na confecção de tijolos ecológicos de solo-cimento.** 2010. 9 f. 2º Seminário da Região Nordeste sobre Resíduos Sólido. Campina Grande - PB, 2010.

MOTTA, Jessica Campos Soares Silva et al. **Tijolo de solo-cimento: análise das características físicas e viabilidade econômica de técnicas construtivas sustentáveis.** E-xacta, Belo Horizonte, v. 7, n. 1, p. 14, set. /mai. 2014.

OLIVEIRA, M. J. E. **Materiais descartados pelas obras de construção civil: estudo dos resíduos de concreto para reciclagem.** 2002. 191 f. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2002.

PEREIRA, Dayane Baloni; PEZZUTO, Claudia Cotrim. **Estudo do solo-cimento para a fabricação de tijolos ecológicos.** Encontro de iniciação científica, v. 15, 2010.

PINHEIRO, Pedro Barbosa. **Solo-cimento: estudo da viabilidade de emprego do método construtivo.** TCC (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2016.

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.

PISANI, Maria Augusta Justi. **Um material de construção de baixo impacto ambiental: o tijolo de solo-cimento.** Sinergia, São Paulo, v. 6, n. 1, p. 53-59, jan. / jun. 2005.

RIBEIRO, Lincoln Ronyere Cavalcante. **Processo de produção e viabilidade do tijolo modular de solo-cimento na construção civil no estado do rn.** 2013. 44 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal Rural do Semi Árido, Mossoró, 2013.

SAMPAIO, Guilherme Santos; NUNES, Ingrid Elena Schnoor. **Estudo interdisciplinar da viabilidade de aplicação do tijolo de solo-cimento na construção civil: economia aliada à sustentabilidade.** Janus, v. 12, n. 22, 2017.

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.

SOUZA, Marcia Ikarugi Bomfim de. **Análise da adição de resíduos de concreto em tijolos prensados de solo-cimento.** 2006. 107 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2006.

SOUZA, Márcia I. B.; SEGANTINI, Antônio A. S.; PEREIRA, Joelma A., **Tijolos prensados de solo-cimento confeccionados com resíduos de concreto.** *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 12, n. 1, p.205-212, jan. 2008.