

USO DE RESÍDUOS EM TIJOLO SOLO-CIMENTO: RELEVÂNCIA AMBIENTAL

Rafaela Karla Filgueira de Araújo¹
Alessandra Carla Oliveira Chagas Spinelli²
Marcilene Vieira da Nóbrega³
Roselene de Lucena Alcântara⁴

^{1,2,3,4} Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Angicos – RN, Brasil,
rafaellafilgueira03@hotmail.com; alessandraspinelli@ufersa.edu.br
marcilene@ufersa.edu.br; roselene@ufersa.edu.br

Introdução

A gestão e o gerenciamento dos resíduos sólidos no Brasil, apesar das exigências legais concernentes à implantação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei 12.305/2010 (BRASIL, 2010), ainda se apresentam inadequados na maior parte do país. A crescente geração de resíduos soma-se à destinação e à disposição, na maioria das vezes, incorretas, representando riscos ambientais, sociais e perdas econômicas.

Nesse cenário, o setor da construção civil destaca-se como um dos principais geradores de resíduos, além de um significativo consumidor de recursos naturais. Segundo Motta et al. (2014), o ramo da construção civil necessita de grande quantidade de recursos para sua execução, sendo boa parte de recursos não renováveis (ex.: areia, cal). Nesse contexto, a adoção de práticas que reduzam a produção e incorpore resíduos pode representar uma alternativa viável na perspectiva de um modelo de desenvolvimento mais sustentável.

Os tijolos solo-cimento (TSC) vem representando uma excelente alternativa como material construtivo. Também conhecidos como tijolos ecológicos, os TSC são produzidos com solo, cimento Portland e água, dispensando o processo de queima, que, além de poluir, gera gasto energético. Entre as suas vantagens, destaca-se também a possibilidade de ser reintroduzido no processo produtivo, reduzindo a perda de matéria-prima, e a possibilidade de incorporar resíduos em seu processo de fabricação, substituindo em parte seus constituintes (SEGANTINI & WADA, 2011). A introdução de resíduos na confecção dos TSC pode significar inúmeras vantagens como a redução de danos ambientais causados pelo acúmulo de resíduos, e também representa uma alternativa para o déficit habitacional ainda presente nos dias atuais (PINHEIRO et al., 2013).

O objetivo do presente estudo foi realizar um levantamento dos resíduos que estão sendo pesquisados para a fabricação de TSC no Brasil, adotando-se como recorte a identificação de artigos publicados em revistas científicas, nos últimos cinco anos. A ampliação do conhecimento e divulgação dos resultados obtidos pode estimular a adoção de práticas mais econômicas e sustentáveis junto ao ramo da construção civil.

Material e Métodos

A técnica de pesquisa utilizada foi a documentação indireta por meio de pesquisa bibliográfica (MARCONI & LAKATOS, 2010). O levantamento das publicações foi realizado por meio de buscas em sites acadêmicos (Portal da Capes e Google acadêmico), sendo adotadas as palavras-chave: tijolo(s) solo-cimento e resíduo(s), tijolo(s) de solo-cimento e resíduo(s) e tijolo(s) ecológico(s) e resíduo(s). Adotou-se como intervalo limite de pesquisa os últimos cinco anos de publicação de artigos científicos (2012-2017).

Resultados e Discussão

Tomando como referência o recorte adotado na presente pesquisa, foi possível identificar 15 artigos científicos que abordaram a introdução de resíduos ao TSC nos últimos cinco anos (2012 a 2017) (Quadro 1).

Quanto à natureza dos resíduos, esses eram das mais diversas origens: provenientes de casca de arroz e sementes de braquiária, cinza do bagaço da cana-de-açúcar, casca de ovo galináceo e de escória de soldagem, papel reciclável, grits, manipueira (água residuária de mandioca), lodo de estação de tratamento de água (ETA), polimento de grés de porcelanato, tornearia mecânica, fibra de borracha de pneu, construção civil e resíduos de centrais dosadoras de concreto. Foi possível constatar que os resíduos incorporados ao TSC que apareceram com maior frequência foram provenientes de casca de arroz e sementes de braquiária, cinza do bagaço da cana-de-açúcar e de tornearia mecânica (Quadro 1).

A maioria das pesquisas foi realizada nas regiões Sudeste, especialmente no Rio de Janeiro (6 artigos) e São Paulo (1 artigo); Centro-Oeste, em Goiás e Mato Grosso (2 artigos em cada); Nordeste, nos estados da Paraíba e Pernambuco, e Sul, no Paraná e em Santa Catarina (1 artigo em cada) (Quadro 1).

Quadro 1. Levantamento dos resíduos utilizados na produção de tijolo solo-cimento

Resíduos incorporados aos TSC estudados	Autores	Estados
Casca de arroz e sementes de braquiária	Ferreira & Cunha (2017) e Ribeiro & Bilesky (2014)	GO
Casca de ovo galináceo e de escória de soldagem	Siqueira et al. (2016a)	RJ
Centrais dosadoras de concreto	Copari & Oliveira (2016)	RJ
Cinza do bagaço da cana-de-açúcar	Amaral & Holanda (2017) e Ferrari et al. (2014)	PR e RJ
Construção civil	Silva & Lafayette (2016)	PE
Fibra de borracha de pneu	Pereira, Fazzan, Freitas (2015)	SP
Grits	Siqueira & Holanda (2015)	RJ
Lodo de estação de tratamento de água (ETA)	Rodrigues & Holanda (2013)	RJ
Manipueira (água residuária de mandioca)	Araújo et al. (2015)	PB
Papel reciclável	Oliveira et al. (2017)	RJ
Polimento de Grés de Porcelanato	Mendes, Zanotti e Menezes (2014)	SC
Tornearia mecânica	Siqueira et al. (2016b) e Oliveira, Amaral e Schneider (2014)	MT

Conforme os autores pesquisados, a incorporação de resíduos no processo produtivo, de modo geral, promove uma redução dos impactos ambientais negativos observados em diversos setores. O aumento do tempo de vida do aterro, redução do gasto energético, redução no consumo de matéria-prima, melhoria das condições ambientais e de saúde, são alguns dos benefícios alcançados, além de atender aos objetivos previstos na PNRS (BRASIL, 2010).

Ferreira et al. (2008) destacaram a importância da utilização de diferentes materiais construtivos que estejam alinhados com o uso sustentável dos recursos naturais. Conforme esses autores, a incorporação de resíduos, como cascas de arroz e de braquiária, pode reduzir o teor de cimento usado na produção de TSC, bem como reduzir a disposição desses resíduos no meio ambiente.

De maneira similar, Amaral (2014) destacou a importância da adoção do bagaço de cana-de-açúcar na produção do TSC por considerar que o bagaço é o maior resíduo da agricultura brasileira. Portanto, a incorporação desse resíduo ao TSC é uma alternativa viável, além de diminuir a poluição que o mesmo provoca, possibilita obter produtos com custo mais acessível, tendo em algumas situações a redução no custo energético.

Oliveira et al. (2014), por sua vez, destacaram a eficiência da incorporação dos resíduos de tornearia mecânica aos TSC. Conforme os autores, esses resíduos necessitam de um destino adequado, pois os mesmos além de conterem óleos e graxas que, quando depositados nos corpos aquosos reduzem a penetração da luz nos mesmos, também são de difícil remoção no ambiente.

Em linhas gerais, conforme observado, foi possível constatar que o tratamento e o destino adequados dos resíduos, incluindo seu aproveitamento em conformidade com as exigências legais, são

mecanismos importantes para o funcionamento adequado dos sistemas naturais. As pesquisas indicaram que incorporação de resíduo aos TSC podem trazer benefícios para as propriedades dos componentes que integram o tijolo, bem como trazem benefícios ambientais importantes.

Conclusão

O levantamento obtido na presente pesquisa identificou 15 artigos científicos que incorporam resíduos ao TSC. Os resíduos agrícolas foram os mais utilizados pelos pesquisadores. Identificou-se que além dos benefícios para a qualidade dos TSC, há um importante benefício ambiental com a introdução dos resíduos ao TSC. Nessa perspectiva, e considerando toda a problemática vivenciada pela sociedade atual, mostra-se de grande importância uma melhor aplicabilidade dos resíduos e os TSC podem representar um importante alternativa.

Referências

- AMARAL, M. C. Avaliação da Incorporação de Resíduo de Cinzas de Bagaço de Cana-de-açúcar em Tijolos Solo-Cimento. 85 f. Dissertação (Mestrado Engenharia e Ciência dos Materiais). UENF. Campos dos Goytacazes, 2014.
- AMARAL, M. C.; HOLANDA, J. N. F. Avaliação da incorporação de resíduo de cinzas de bagaço de cana-de-açúcar em tijolo solo-cimento. *Conhecendo online: exatas e engenharias*, v.1, n.1, p.1-10. 2014.
- ARAÚJO, N. C., RAMOS, A. P., QUEIROZ, A. J. P., SANTOS, R. C.; BURITI, J. S. Propriedades mecânicas de tijolos fabricados com solo e água residuária de mandioca. *Revista Verde*, v.10, n.2, p.213 - 217. 2015.
- BRASIL. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília/DF, 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 19 nov. 2016.
- COPARI, V. P.; OLIVEIRA, M. B. Confecção de tijolos ecológicos como alternativa para reutilização dos resíduos gerados por centrais dosadoras de concreto. *Revista Interdisciplinar do Pensamento Científico*, v.2, n.1, p.122-277. 2016.
- FERRARI, V. J., SOUZA, A. H. C., BALTAZAR, H. P., DOTTO, W.; VIEIRA NETO, J. G. Tijolos vazados de solo-cimento produzidos com solo da Região do Arenito Caiuá do Paraná. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v.14, n.3, p.131-148. 2014.
- FERRAZ, A. L. N.; SEGANTINI, A. A. S. Estudo da adição de resíduos de argamassa de cimento nas propriedades do solo-cimento. *HOLOS Environmental*, v.4, n.1, p.23-37. 2004.
- FERREIRA, R. C., GOBO, J. C. C.; CUNHA, A. H. N. Incorporação de casca de arroz e de braquiária e seus efeitos nas propriedades físicas e mecânicas de tijolos de solo-cimento. *Engenharia Agrícola*, v.28, n.1, p.1-11. 2008.
- FERREIRA, R. C.; CUNHA, A. H. N. Quality evaluation of soil-cement-plant residue bricks by the combination of destructive and non-destructive tests. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.21, n.8, p.543-549. 2017.
- MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. Fundamentos de metodologia científica. 7 ed. São Paulo: Atlas. 297p. 2010.
- MENDES, R., ZANOTTI, R. A. R.; MENEZES, J. C. S. S. Produção de Solo-Cimento (Tijolo Ecológico) Utilizando Resíduo do Polimento de Grés de Porcelanato como Fonte de Sílica. *Revista de Engenharia Civil IMED*, v.1, n.1, p.50-55. 2014.
- MOTTA, J. C. S. S., MORAIS, P. W. P., ROCHA, G. N., TAVARES, J. C., GONÇALVES, G. C., CHAGAS, M. A., MAGESTE, J. L.; LUCAS, T. P. B. Tijolo de solo-cimento: Análise das características físicas e viabilidade econômica de técnicas construtivas sustentáveis. *E-xacta*, v.7, n.1, p.13-26. 2014.
- OLIVEIRA, S. R. C., AGUIAR, R. M., CRESPO, C. R. S., BARRETO, J. M. G.; BARRETO, L. G. Análise do comportamento de tijolos ecológicos modulares de papel reciclável quanto à capacidade de absorção de água e à durabilidade. *EEC – Revista Eletrônica de Engenharia Civil*, v.13, n.1, p.193-205. 2017.
- OLIVEIRA, J. R., AMARAL, A. G.; SCHENEIDER, R. M. Incorporação de resíduos sólidos de torneiras mecânicas na fabricação de tijolos solo-cimento. *Pesquisas Agrárias e Ambientais*, v.2, n.1, p.53-57. 2014.

- PEREIRA, A. M., FAZZAN, J. V.; FREITAS, V. Análise da viabilidade do uso da fibra de borracha de pneu como reforço em tijolo de solo cimento. *Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades*, v.3, n.20, p.53-65. 2015.
- PINHEIRO, M. L., ALVARENGA, R. C. S. S., RIBEIRO, B. C., SILVA JÚNIOR, P. R., SARMET, M. S.; FASSONI, D. P. Avaliação experimental de blocos prensados de solo-cimento com adição de grits. *Ambiente Construído*, v.13, n.2, p.29-46. 2013.
- RIBEIRO, R. R.; BILESKY, L. R. A utilização da casca de arroz e sementes de braquiária em tijolos solo-cimento. *Revista Científica Eletrônica de Ciências Aplicadas da FAIT*, v.2, 2014.
- RODRIGUES, L. P.; HOLANDA, J. N. F. Influência da incorporação de lodo de estação de tratamento de água (ETA) nas propriedades tecnológicas de tijolos solo-cimento. *Cerâmica*, v.59, p.551-556. 2013.
- SEGANTINI, A. A. S.; WADA, P. H. Estudo de Dosagem de Tijolos de Solo-Cimento com Adição de Resíduos de Construção e Demolição. *Acta Scientiarum. Technology*, v.3, n.2, p.179-183. 2011.
- SILVA, L. A. S.; LAFAYETTE, K. P. V. Avaliação das propriedades do Resíduo da Construção Civil RCC como subsídio para confecção de tijolos de solo-cimento. *Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada*, v.2, n.1, p.278-281. 2016.
- SIQUEIRA, F. B., AMARAL, M. C., BOU-ISSA, R. A.; HOLANDA, J. N. F. Influence of industrial solid waste addition on properties of soil-cement bricks. *Cerâmica*, v.62, p.237-241. 2016a.
- SIQUEIRA, E., AMARAL, A. G., SCHNEIDER, R. M.; ATOATTI, C. Características mecânicas de tijolos ecológicos com incorporação de resíduo. *Nativa, Sinop*, v.4, n.3, p.170-174. 2016b.
- SIQUEIRA, F. B.; HOLANDA, J. N. F. Effect of incorporation of grits waste on the densification behavior of soil-cement bricks. *Cerâmica*, v.61, p.414-419. 2015.