

**ESTUDO PARA PRODUÇÃO DE TIJOLO SOLO-CIMENTO COMPOSTO POR
RESÍDUOS PROVINDOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL COMO ALTERNATIVA
SUSTENTÁVEL**

**STUDY FOR THE PRODUCTION OF SOIL-CEMENT BRICKS COMPOSED OF
WASTE FROM CIVIL CONSTRUCTION AS A SUSTAINABLE ALTERNATIVE**

Bruno Miranda de Jesus¹
Marina Nunes de Oliveira²
Bianca Lima e Santos Figueiredo³
Fernanda Mansani Silva Gomes⁴

¹ Engenheiro Civil, Unidade de Ensino Superior de Feira de Santana – UNEF; Feira de Santana-BA;
brunomirandacivil@gmail.com

² Engenheira Civil, Unidade de Ensino Superior de Feira de Santana – UNEF; Feira de Santana-BA;
marinanunes456@gmail.com

³Coordenação Acadêmica de Biomedicina, Farmácia e Estética e Cosmética – UNIFAN; Feira de
Santana-BA; bianca.lima@gruponobre.net

⁴Coordenação Acadêmica das Engenharias Civil, Produção e Química UNEF; Feira de Santana-BA;
fernanda.mansani@gmail.com

RESUMO

Introdução: O âmbito da construção civil é um dos principais consumidores de matéria-prima. O mesmo é responsável pela geração de resíduos de construção e demolição descartados incorretamente no meio ambiente. Nessas circunstâncias, a reutilização desses resíduos surge como uma possibilidade para diminuir os efeitos causados, apresentando benefícios como a redução do uso de recursos naturais.

Objetivo: O presente trabalho visa fornecer um estudo sobre a produção de tijolos solo-cimento com o emprego de RCDs, explicitando conceitos e definições, como também todo processo construtivo do produto. **Metodologia:** O presente estudo trata-se de uma revisão de literatura narrativa de artigos que foram divulgados nos períodos de 2018 a 2022, obtendo dados através do SciELO, Google Scholar, ABRELPE e CONAMA. **Resultados e discussão:** O uso de resíduos de uma obra para geração do tijolo solo-cimento contribui com as condições técnicas apropriadas para sua produção com resistência e qualidade. A aplicação do resíduo sólido produzido pela construção civil, como matéria-prima para a formação dos tijolos, é uma realização altamente sustentável e viável, valoriza a área urbana, reduz a extração das matérias-primas, evita a contaminação do solo e substitui os materiais naturais, pelo agregado reciclado. **Considerações Finais:** Os resultados do estudo mostraram que a utilização do RCD em tijolos estabelece uma alternativa viável, além de apresentarem ganhos de cunho social e ambiental, pois a reciclagem contribui na diminuição do entulho gerado pela indústria da Construção Civil.

Palavras-chave: Reciclagem, Resíduos de Construção e Demolição, Tijolo solo-cimento.

ABSTRACT

Introduction: The field of civil construction is one of the main consumers of raw materials. The same is responsible for the generation of construction and demolition waste incorrectly disposed of in the environment. In these circumstances, the reuse of these residues appears as a possibility to reduce the effects caused, presenting benefits such as the reduction of the use of natural resources. **Objective:** This work aims to provide a study on the production of soil-cement bricks using RCDs, explaining concepts and definitions, as well as the entire construction process of the product. **Methodology:** The present study is a narrative literature review of articles that were published from 2018 to 2022, obtaining data through SciELO, Google Scholar, ABRELPE and CONAMA. **Results and discussion:** The use of residues from a work to generate the soil-cement brick contributes with the technical conditions suitable for its production with resistance and quality. The application of solid waste produced by civil construction, as raw material for the formation of bricks, is a highly sustainable and viable achievement, it values the urban area, reduces the heritage of raw materials, avoids soil contamination and replaces materials natural, by the recycled aggregate. **Final Considerations:** The results of the study observed that the use of CDW in bricks establishes a viable alternative, in addition to presenting social and environmental gains, as recycling contributes to the reduction of debris generated by the Civil Construction industry.

Keywords: Recycling, Construction and Demolition Waste, Soil-cement brick.

INTRODUÇÃO

As atividades geradas pela construção civil têm colaborado com o aumento da geração de resíduos sólidos. O descarte desses materiais, chamados Resíduos de Construção e Demolição (RCD) são responsáveis por inúmeros problemas ao serem descartados inadequadamente em terrenos baldios, locais públicos, rios e córregos, colaborando para proliferação de doenças (SILVA; FUCALÉ; FERREIRA, 2018).

Conforme Matuti (2019), apesar da indústria da construção civil ser considerada uma das mais importantes atividades para o progresso econômico e social do país, o enorme volume de resíduos gerados causa um grande desafio que é conciliar a atividade produtiva e lucrativa da construção com o desenvolvimento sustentável consciente. Resíduos de construção civil são aqueles gerados em

atividades construtivas como reformas e demolições de obras, geralmente chamados de entulhos, os quais são depositados em caçambas e, em muitos casos, são destinados a aterros sanitários, aos lixões, e estradas não pavimentadas.

A criação de novos materiais de pequeno impacto ambiental, a partir de resíduos sólidos, é extremamente indispensável, desde que o produto determine um vínculo benéfico técnico e econômico. Dentre as técnicas construtivas a favor da redução dos danos causados ao ambiente, enfatiza-se o tijolo de solo-cimento que também é conhecido como tijolo ecológico, sendo sua estrutura física obtido através da mistura do solo com cimento e água, modelado mediante de prensas manuais ou hidráulicas (CAMPOS; PINA, 2018).

As vantagens na utilização do tijolo solo-cimento são diversas, um dos benefícios é a facilidade de obtenção dos materiais para a produção do tijolo, visto que o solo utilizado poderá ser retirado do próprio local de construção, de maneira a contribuir para o desenvolvimento sustentável. Outro ponto positivo é o seu formato auto encaixável que permite um assentamento mais fácil e com pouco uso de argamassa, dispensando vários tipos de acabamento como reboco, massa corrida, pinturas e rejuntas, além de possuírem furos que auxiliam nas instalações das redes hidráulicas e elétricas que neles ficam embutidas, e são instaladas juntamente com levantamento das paredes (EUPHROSINO; JACINTHO; PIMENTEL; CAMARINI; FONTANINI, 2022).

O tijolo ecológico que é constituído de solo-cimento, pode apresentar dimensões e diversos tipos, tendo 25 cm de comprimento, 12,5 cm de largura e 7cm de altura (25x12,5x7), o mesmo pode ser encontrado na forma maciços com encaixe, maciços comum e canaletas, sendo o mais usado para paredes, o de dois furos no seu corpo com diâmetro de até 88 cm, realizando o encaixe perfeito entre os blocos (PORTELA; AMARAL, 2019).

Segundo Gaspar (2020), existem atualmente diversas empresas no mercado que comercializam a venda do tijolo ecológico. Nesses casos, a compra desse produto é feita para execução de paredes de tijolinho, muito usada no estilo rústico, como também para embutir tubulações elétricas e hidráulicas, uma vez que o tijolo possui encaixes que fazem com que a construção exija menos argamassa. Nenhum

tijolo solo-cimento pode ser utilizado para alvenaria estrutural, apenas para vedação, podendo ser utilizados em muros, casas, churrasqueiras, entre muitas outras aplicações.

Diante dessa realidade, é possível criar novos produtos por meio de medidas de reaproveitamento e sustentabilidade. Assim, objetivo deste trabalho é apresentar a elaboração de tijolos solo cimento provindos da recuperação de restos construtivos, uma vez que, é uma alternativa com menos danos ao ambiente, a construção favorece a limpeza e diminui a formação de entulho, permite um melhor aproveitamento dos materiais evitando desperdícios, além de ser mais resistente do que o tijolo comum.

Pretendendo contribuir para diminuição da produção de resíduos, temos como objetivo principal realizar uma revisão de literatura acerca da produção do tijolo solo-cimento com a utilização dos materiais de construção e demolição que possam contribuir para minimizar os impactos ambientais. Além disso, identificar os impactos ambientais causados pela construção civil, analisar a importância da gestão de resíduos da construção e demolição e apresentar soluções eficientes sobre o gerenciamento dos resíduos produzidos na construção civil.

METODOLOGIA

O presente estudo trata-se de uma revisão de literatura narrativa de artigos que foram divulgados nos períodos de 2018 a 2022, obtendo dados através do SciELO, Google Scholar, ABRELPE e CONAMA.

O artigo buscou apresentar teorias de outros autores que encontraram uma base sólida em teoria e ciência sobre o tema abordado. Constituiu na realização de uma pesquisa aprofundada e descritiva, para obter uma perspectiva ampla sobre o tijolo-solo cimento e ter análise crítica de vários experimentos de outros autores que trouxeram resultados positivos. Com as ferramentas de pesquisas citadas

anteriormente, demonstraram ser um assunto bastante discutido, possibilitando uma nova visão sobre o tema escolhido e criar condições mais favoráveis dos métodos realizados para alcançar redução de erros significativos.

A pesquisa foi desenvolvida através de levantamentos de informações guiadas por referenciais teóricos como: trabalhos acadêmicos, normas, artigos científicos, utilizando-se as palavras-chave: “Reciclagem”, “Resíduos de Construção e Demolição”, “Tijolo solo-cimento”, buscando estudos publicados sobre a produção de tijolo ecológico.

Para a seleção dos artigos, foram seguidos critérios de inclusão e exclusão. Com relação aos critérios de inclusão, os publicados nos últimos 5 anos, correspondentes ao período de 2018 a 2022, onde apresentam informações sobre alternativas à reutilização de RCDs, os desafios no seu gerenciamento e a produção do tijolo solo-cimento, apresentando as vantagens e desvantagens do seu uso, tanto para o meio ambiente como para a construção civil, usado em obras residenciais, sendo temas discutidos através de revisões bibliográficas para o conhecimento da técnica.

Quanto aos critérios de exclusão, foram excluídos artigos em inglês ou artigos muito antigos, anteriores a 2015, bem como estudos que não abordassem temática relevante aos objetivos desta revisão.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

De acordo com a resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA nº 307/2002, que é responsável pela elaboração de diretrizes sobre o gerenciamento de resíduos da construção civil, os resíduos da construção são gerados durante reformas, demolições, reparos e preparo de terrenos e escavações, por exemplo: concretos, tijolos, blocos cerâmicos, forros, gessos, telhas, tubulações, vidros, madeiras, tintas, rochas, entre muitos outros.

O CONAMA também estabelece pela resolução nº 307/2002 a classificação dos resíduos de construção e demolição em classes A, B, C e D. O quadro 1 abaixo, apresenta a classificação do RCD de acordo com a resolução.

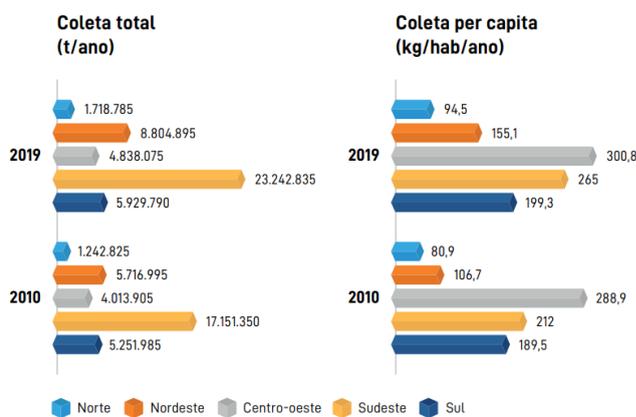
Quadro 1. Classificação dos RCD segundo Resolução 307/2002-CONAMA

CLASSES	DEFINIÇÃO
CLASSE A	São resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados de construção, demolição, reparos e reformas de edificações, componentes cerâmicos, tijolos, blocos, telhas, argamassa e concreto, pavimentação e pré-moldados.
CLASSE B	São resíduos que também são recicláveis, mas serão destinados para outros fins, como metais, madeiras, vidros, papel e papelão.
CLASSE C	São materiais que não podem ser reciclados, visto que não existem técnicas para o procedimento de reaproveitamento. Diante disso, faz-se necessário uma atenção especial com esses materiais durante sua utilização para que não haja desperdícios, como por exemplo o gesso e o isopor
CLASSE D	São resíduos perigosos oriundos do processo de construção ou demolição, tais como; tinta, solvente, óleo, que podem causar danos à saúde humana, animal e contaminações ao meio ambiente.

Fonte: CONAMA, 2002.

A figura 1 mostra a coleta de RCD pelos municípios no Brasil, dividido em coleta de toneladas por ano e coleta per capita em kg por habitante, por ano. Em 2019 foram coletadas cerca de 23 milhões de toneladas no Sudeste do país, um aumento significativo em relação ao ano de 2010 onde foram coletados cerca de 17 milhões. Percebe-se que nos anos de 2010 e 2019 o centro-oeste destacou-se por coleta de aproximadamente 300 kg por habitante, sendo o maior entre as 5 regiões do país nos dois anos citados.

Figura 1. Coleta de RCD pelos municípios nas regiões do Brasil.



Fonte: ABRELPE, 2020.

De acordo com Freitas (2018), no Brasil, apesar da existência de usinas de reciclagens de resíduos de construção e demolição em cidades como Belo

Horizonte- MG, Londrina-PR, São Paulo-SP, Petrolina-PE e João Pessoa-PB, as iniciativas de reaproveitamentos desses materiais ainda são razoáveis.

O tijolo solo cimento, além de ser um produto mais barato para produzir, o que reflete no custo final da sua obra, é ecológico, pois sua composição é constituída por RCD ou solo argiloso possuindo (70% areia e 30% argila), água e cimento. O primeiro passo para fabricação do tijolo é o preparo da mistura do RCD, após o processo de moagem e peneiramento dos materiais de classe A, é realizado a mistura do RCD (já moído e peneirado), cimento e água (AGUILAR,2022). A figura 2 mostra o processo básico da fabricação do tijolo.

Figura 2. Processo de fabricação do tijolo solo-cimento.



Fonte: Autores

A NBR 10833 (ABNT, 2012) estabelece que na etapa de moldagem recomenda-se transferir a mistura para uma forma e prensar, retirar os tijolos e empilhá-los sobre uma superfície lisa e plana, geralmente em paletes. Deve-se cobrir os tijolos com uma lona ou um plástico para não perder a umidade que é fundamental para alcançar a perfeita cura. A figura 3 mostra uma prensa hidráulica utilizada para produção dos tijolos, sua produção diária pode variar entre 1500 a 3000 peças por dia.

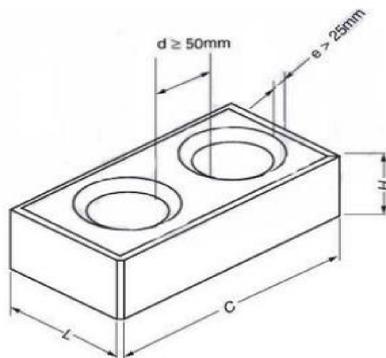
Figura 3: Prensa hidráulica para produção do tijolo ecológico



Fonte: Verde Equipamentos, sem data.

Quanto aos requisitos relacionados a sua estrutura são descritos pela NBR 8491 (ABNT, 2012), os tijolos devem possuir espessura mínima das paredes no seu entorno devendo ser de 25 mm e a distância mínima entre os furos de 50 mm, conforme a figura 4.

Figura 4. Tijolo solo-cimento vazado



Fonte: NBR 8491 - ABNT, 2012.

Assim como é solicitado pelas normas vigentes, o tijolo possui arestas vivas e não apresentam fissuras, fraturas ou quaisquer outros defeitos que possam comprometer sua utilização ou durabilidade da alvenaria. A figura 5 apresenta diferentes tipos de tijolos ecológicos confeccionados com RCD.

Figura 5. Tijolos ecológicos.



Fonte: Grupo de Pesquisa em Resíduos Sólidos (RECICLOS), 2018.

Segundo LIMA E PASSOS (2022), o reaproveitamento de resíduos de construção e demolição é essencial para o controle e minimização dos problemas ambientais causados, significando que os impactos sociais, econômicos e ambientais são gerados pela quantidade expressiva do entulho e o seu descarte inadequado necessita de soluções rápidas e eficazes para a sua boa gestão. Muitos resíduos na construção civil são produzidos, e dispensados, quando poderiam ser reaproveitados; na própria construção, reciclados para uso em outras construções, como em outros ramos de atividades diferentes.

O destino final dos resíduos gerados no processo da construção é um problema ambiental sério, visto que, na maioria das vezes os resíduos sólidos não possuem um tratamento adequado, apesar das leis e normas vigentes no país. Está crescendo o número de obras no Brasil nos últimos anos, trazendo uma realidade preocupante no que diz respeito à quantidade de resíduos gerados na construção civil, principalmente nas cidades de médio e grande porte, onde muitas delas não possuem destinação correta com menos impacto para o rejeito produzido, criando um alerta em função das questões ambientais (SOUZA, 2020).

Nos municípios de pequeno porte, é menor a quantidade de associações, cooperativas ou empresas recicladoras, que podem receber o RCD. Desta maneira, o entulho necessita ser transportado para reciclagem em cidades próximas, onde será acarretado um custo de transporte, refletindo no valor da obra. Sendo assim, não tendo um local adequado para destinação do RCD todo material restante das construções é descartado de forma inadequada (GARCEZ; LEITE; ARAÚJO; FRANÇA, 2020).

Toda a intervenção feita pelo homem pode causar efeito ao meio ambiente, acarretando consequências que influenciam o ecossistema podendo alterá-lo, por meio de inundações em grandes áreas, corte de vegetação, impermeabilização do solo, entre diversas outras perdas. A figura 6, apresenta uma tirinha, onde é

mostrado uma crítica ao impacto causado ao meio ambiente devido a construção civil. Toda obra causará impacto ambiental, por mais simples que seja.

Figura 6. Impactos ambientais causados pela construção civil.



Fonte: A Sustentabilidade na Construção Civil, 2010.

Em um estudo realizado, Lopes (2020) concluiu que a destinação inadequada dos Resíduos da Construção e Demolição, provoca inúmeros impactos ambientais, como degradação dos mananciais, de áreas verdes, poluição atmosférica, consumo de recursos naturais, redução reservas hídricas, como também proliferação de agentes transmissores de doenças, como ratos e baratas, ocupação em encostas de estradas, logradouros públicos e obstrução dos sistemas de drenagem.

O quadro 2 apresenta os aspectos ambientais causados ao meio ambiente e seus respectivos impactos classificados quanto à severidade com risco ambiental.

Quadro 2. Classificação quanto à severidade com risco ambiental.

CAUSA	IMPACTO	SEVERIDADE
Resíduos de concreto	Comprometimento do ambiente local e enchentes.	Baixo

Tijolos e pisos fragmentados	Comprometimento do ambiente local e enchentes.	Baixo
Consumo de madeira	Esgotamento de recurso natural	Alto
Sobras de tintas e solventes	Contaminação do solo	Alto
Aço	Esgotamento de recurso natural	Alto

Fonte: Autores

O quadro apresenta resíduos de construção e os impactos causados pelo mesmo. Os resíduos de concreto, tijolos e seus fragmentos comprometem o ambiente local, uma vez que causam enchentes, proliferação de vetores nocivos à saúde, interdição parcial de vias e degradação do ambiente urbano. O consumo de madeira tem como consequências, perda de biodiversidade, mudança do clima e do ciclo hidrológico, erosão do solo, pois a retirada da vegetação expõe o solo à ação do Sol, dos ventos e das chuvas, podendo desencadear o seu processo de degradação. As tintas e solventes impactam diretamente no solo, deixando-o estéril e contaminado a água. Para exploração das matérias primas do aço é preciso remover a vegetação nativa da área para explorar os minérios, perdendo sua camada superficial de vegetação do solo.

Conforme Linck, Machado e Pereira (2019), considerando os resíduos de obras construtivas como uma alternativa sustentável, é preciso relacionar a sua gestão e destinação de forma responsável. Sendo assim, a relação dos resíduos com o meio ambiente deve ser organizada no planejamento da obra, durante a construção, até o seu final, quando ocorre o descarte.

O gerenciamento do RCD é de extrema importância para melhor aproveitamento da matéria-prima e a redução das agressões ao meio ambiente, sendo seu principal objetivo. De acordo com Saliba (2018), é enorme o problema do desperdício de materiais na construção e o número de resíduos gerados nas obras tem como principal fator a carência de planejamento e estratégia para o gerenciamento e a diminuição destes entulhos.

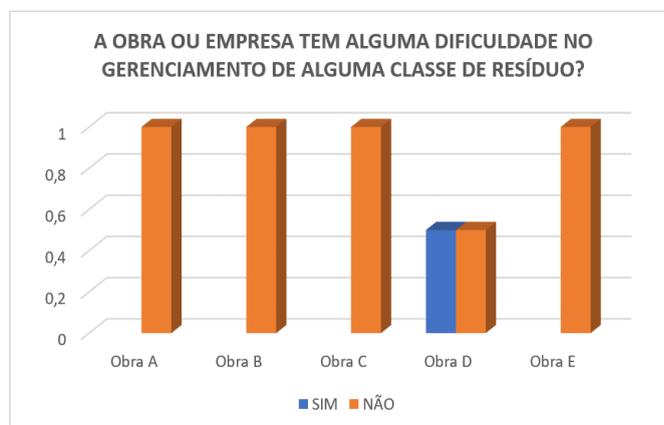
Saliba (2018), ainda afirma que adotar boas práticas, como elaboração e execução do Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC) é um fator necessário para adaptar os canteiros de obra instalados pelo Brasil à legislação ambiental vigente.

Compreender os entulhos da obra é extremamente importante, pois não são todos da mesma natureza, portanto o tratamento deve ser específico para cada tipo de material e para que a destinação adequada dos resíduos, recomenda-se o uso de caçambas, que são feitas divisões adequadas para cada função.

Soares (2020), realizou uma avaliação sobre o gerenciamento dos resíduos gerados em canteiros de obras durante a pandemia Covid-19 na cidade de Caruaru/PE. Dentre as diversas pesquisas, o mesmo buscou identificar se havia dificuldade da obra ou empresa no gerenciamento de alguma classe de resíduo.

Analisando os resultados, a figura do gráfico 7 mostra que apenas a obra D alegou dificuldade no descarte de alguma classe de resíduo, segundo o autor, a empresa destacou o gesso.

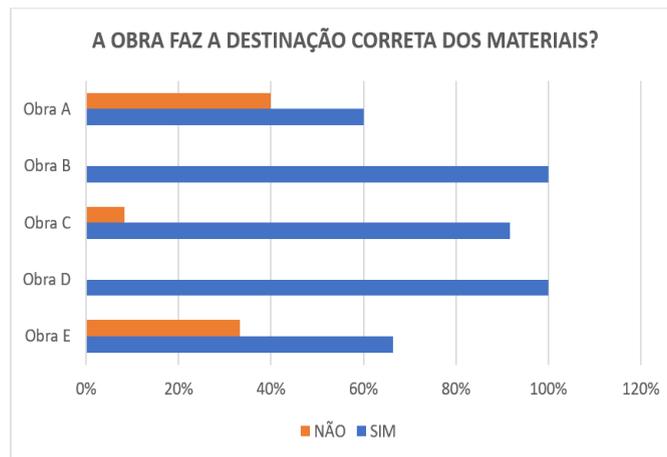
Figura 7. Dificuldade para gerenciamento de resíduos.



Fonte: Soares, 2020.

As empresas também foram questionadas a respeito se a obra faz a destinação correta dos materiais, como mostra a figura do gráfico 8. Nota-se que apenas as obras B e D fazem a destinação correta dos resíduos, apesar do que foi informado anteriormente nas perguntas do questionário e mostrado nos gráficos.

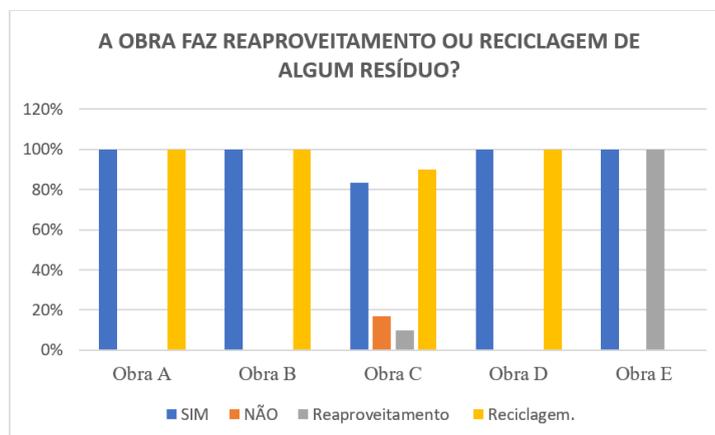
Figura 8. Destinação correta dos materiais.



Fonte: Soares, 2020.

Dando continuidade com o questionamento, Soares (2020) pesquisou se havia reaproveitamento ou reciclagem de algum resíduo, e com o resultado foi gerado o gráfico 9 abaixo. Nota-se que as obras A, B e D fazem reciclagem de algum resíduo, já a obra C não faz 100% de reaproveitamento ou reciclagem, mas fazem os dois. E a obra E faz reaproveitamento de material, mas não faz reciclagem.

Figura 9: Destinação correta dos materiais.



Fonte: Soares, 2020.

Desta maneira, nota-se que, não existem grandes dificuldades para gerenciamento dos resíduos sólidos na construção civil.

A reciclagem e reutilização são medidas que podem amenizar os problemas causados pelo excesso de RCDs. A criação de novos produtos que utilizem recursos da reciclagem e do desenvolvimento sustentável é uma opção viável para minimizar o uso de recursos naturais utilizados no processo produtivo, reduzir os impactos ambientais e dar uma melhor destinação ao material retirado das edificações (CAMPOS, 2018).

Existem diversas soluções eficientes sobre o gerenciamento dos resíduos produzidos na construção civil, a produção de novos materiais, a partir desses resíduos, que podem ser utilizados na própria construção ou em outras. A criação de usinas de reciclagem é uma maneira que pode evitar o descarte do RCD, a mesma tem como atividade principal a transformação de materiais recicláveis para serem submetidos a novos processos industriais de reutilização dessas matérias-primas.

A figura 10 apresenta o ciclo dos resíduos de construção em uma usina, podendo gerar novos materiais a partir do RCD. A Prefeitura do Município de Jahu-SP, por meio da Secretaria de Meio Ambiente avalia implantação de usina de reciclagem e relata que após reciclados os resíduos de construção e demolição se transformam em insumos, voltando para construção civil na forma de materiais como piso intertravado, paralelepípedos, entre outros.

Figura 10. Implantação de usina de reciclagem.



Fonte: Prefeitura do Município de Jahu-SP, 2021.

Segundo Niero (2016), as usinas de reciclagem estão entre os destinos ambientalmente adequados para receber os resíduos da construção civil, sendo que no ano de 2009, havia cerca de 48 usinas instaladas no Brasil, onde metade delas eram públicas e a estimada de reciclagem de RCD era em 4,8%, mas atualmente existem pelo menos 310, onde 74% são fixas, 21% moveis e 5% fixas e móveis. O Estado de São Paulo concentra mais da metade (54%) do total.

O aterro de resíduos da construção civil é outra forma de gerenciamento dos resíduos. Podem ser levados para área onde serão empregadas técnicas de disposição no solo, pretendendo a preservação de materiais segregados de forma a possibilitar seu uso futuro, utilizando princípios de engenharia para confiá-los ao menor volume possível, sem causar danos à saúde pública e ao meio ambiente.

Dessa maneira, a reciclagem do RCD para confecção de novos materiais sendo uma possibilidade de reaproveitamento, e o tijolo como objeto de estudo como alternativa sustentável, Machado e Luciano (2019) afirmam que o seu uso pode ser classificado como solução construtiva de grande eficiência ecológica para o usuário e para o meio ambiente, outra vantagem a partir da reciclagem de entulhos.

De acordo com Pina e Campos (2018), os tijolos de solo-cimento, é pertinente a atender as necessidades tanto da população mais carente, tais quais podem fabricá-los e obter um controle de gastos apropriados, mas podem também serem utilizados pelas classes sociais mais altas, na edificação de obras customizadas.

Conforme Miranda (2019), solo-cimento, tem a finalidade de gerar um material mais resistente, formado a partir da combinação do solo, cimento, água e opcionalmente aditivos que são combinados e levados a compactação.

O quadro 3 apresenta uma comparação entre três artigos, onde é discutido a respeito das alternativas para redução do entulho, seu gerenciamento e como evidenciam a sua reutilização na produção de tijolos de solo-cimento. Através de pesquisas bibliográficas, testes em laboratórios, e elaboração de planilhas para responder questões sobre a viabilidade da produção do tijolo a partir do RCD.

Quadro 3. Quadro comparativo entre artigos sobre a redução do entulho, o processo do gerenciamento e a demonstração da reutilização do tijolo solo-cimento.

Nº	TÍTULO DO ARTIGO	ANO DE PUBLICAÇÃO/ PERIODICO	DESCRIÇÃO
1	Desafios no gerenciamento de resíduos em construção de pequeno porte.	Dezembro, 2020. Revista Engenharia de Interesse Social	O artigo apresenta práticas sustentáveis que podem ser adotadas por pequenos empreendimentos da construção civil, destacando possíveis soluções para os resíduos mais volumosos gerados em um canteiro de obras.
2	Alternativas para redução do impacto ambiental causado pelos resíduos da construção civil	Janeiro 2021 Revista Boletim do Gerenciamento	Devido à enorme quantidade dos resíduos da construção civil no Brasil são dispostos irregularmente em lixões e outros locais inadequados. O artigo aborda através de revisão bibliográfica, as diversas alternativas para a redução dos impactos dos resíduos de construção e demolição, dado seu alto potencial de reaproveitamento, tanto através da sua reintrodução na indústria da construção como de outras formas.
3	Uso do tijolo ecológico: Aspectos e aplicações desta técnica construtiva nos dias atuais.	Abril, 2019.	O apelo ecológico do tijolo é um dos motivos para seu uso nas construções. Existe uma série de fatores que devem ser somadas a esse quesito para se optar pelo uso do material, sendo a viabilidade econômica é uma delas. Para isso, foram elaboradas planilhas orçamentárias para saber ao certo qual alvenaria é mais viável economicamente.

Fonte: Autores.

O artigo 1, relata os desafios no que diz respeito ao gerenciamento dos resíduos, destacando que ainda existe uma parcela que gerencia os resíduos como produtos de total descarte e não consideram que a reutilização e a reciclagem podem apresentar ganhos, uma vez que os custos durante a execução da obra são a parte mais desafiadora, as especificações de reuso são as mais simples possíveis, com a finalidade de adicional.

Seguindo essa análise, o artigo 2, foi um material de ótimo ganho para pesquisa, visto que nele foi apresentado as alternativas para redução do impacto ambiental causado pelos resíduos da construção civil, além do tijolo-solo cimento, as formas de reaproveitamento são diversas, vão desde o seu uso em canteiros de obras, argamassas, tijolos, pavimentação, concretos até a fabricação de cimento e adubo.

O artigo 3, mostra o processo de fabricação do tijolo, as características, e uma pesquisa realizada a 17 moradores da cidade de João Pinheiro – MG. Esses moradores moram em casas que foram uma ação realizada por um projeto social na cidade, beneficiando várias famílias carentes. Cerca de 92% dos moradores das residências de tijolo solo cimento afirmaram que é perceptível a diferença de

temperatura interna entre uma residência de tijolo ecológico e uma de tijolo de cerâmico, possuem um ótimo isolamento térmico, em épocas quentes se mostram mais frescas e em tempos chuvosos se sentem mais aquecidos.

Ao final, autores artigos chegam à mesma conclusão: a produção do tijolo vai reduzir o entulho gerado e afirmando a produção de novos materiais a partir do RCD, se produzidos numa usina, gerando empregos e reduzindo custos nas diversas construções do país.

De acordo com o estudo realizado, o tijolo solo-cimento é uma alternativa eficaz na construção civil e pode ser produzido com segurança a partir do RCD. Apesar disso, ainda é preciso avançar em relação à gestão dos resíduos da construção civil, ainda que se observem mudanças, é necessário que se alcance um desenvolvimento sustentável, a partir do uso consciente dos recursos naturais disponíveis, como também apropriada gestão dos resíduos e, sobretudo, de uma mudança de comportamento de toda a sociedade.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo teve como objetivo estudar a produção de tijolos solo-cimento composto por resíduos de construção e demolição com intuito de minimizar os impactos ambientais. Por meio de levantamentos de informações guiadas por referenciais teóricos, foi possível levantar dados sobre o descarte dos resíduos, melhores alternativas para o destino dos RCDs, propondo soluções para o problema através de reuso e reciclagem deste material.

A aplicação do resíduo sólido produzido pela construção civil, como matéria-prima para a formação dos tijolos ecológicos, é uma realização altamente sustentável e viável. Agrega valor à área urbana, reduz a extração de matéria-prima, evita a poluição do solo e substitui materiais naturais por agregado reciclado, que pode ser utilizado na mesma obra onde o entulho foi produzido.

Em conformidade com a pesquisa, a produção do tijolo oferece também benefícios técnicos e financeiros em uma construção onde será aplicado. A forma de aplicação dos tijolos aumenta a produtividade no contexto geral da obra, por ser

produzidos com dutos que servem de encaixe, diminuindo o tempo de mão de obra e facilitando o nivelamento e alinhamento, garantindo uma construção mais limpa e com pouco entulho.

Tendo em vista os aspectos observados, percebe-se que uma usina de reciclagem de resíduos de construção civil é uma excelente alternativa para minimizar os impactos do descarte nas cidades e na natureza, já que nosso país possui poucas unidades. O entulho pode gerar emprego e renda, tendo como consequência a inclusão social e o desenvolvimento sustentável.

Sugere-se, para trabalhos futuros, o desenvolvimento de pesquisas para elaboração de um projeto de usina que se adapte à realidade brasileira, para que se possa resolver a questão do entulho nas cidades e o estudo de diferentes composições de RCD na fabricação do tijolo. Outra sugestão seria a parceria com uma cooperativa para produção do tijolo solo-cimento e construção de uma pequena residência para uma família carente do município de Feira de Santana. O objetivo de tais pesquisas seria dar um destino adequado para esses resíduos e a partir disso, mostrar o quanto o produto em estudo é viável financeiramente e tecnicamente.

REFERÊNCIAS

A Sustentabilidade Na Construção Civil. **Fórum ensina a planejar empreendimentos sustentáveis**. 10 de maio de 2010. Disponível em: <<http://sustentabilidadeconstrucao civil.blogspot.com/2010/05/charge-que-mostra-um-exemplo-claro-do.html>> Acesso em: 16 de out. de 2022.

ABRELPE. **Panorama Dos Resíduos Sólidos No Brasil 2020**. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais, 2020. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/6613160/mod_resource/content/1/Panorama-2020-V5-unicas%20%282%29.pdf> Acesso em: 10 de ago. de 2022.

AGUILAR, F. **Tijolo Ecológico Solo Cimento**. Jarfel, 2022. Disponível em:
<<https://www.jarfel.com.br/informativos/tijolo-ecologico-solo-cimento.php>> Acesso em: 28 de set. de 2022.

CAMPOS, I.C.; PINA, R.C.A. **Estudo Da Viabilidade De Utilização De Resíduo De Construção E Demolição Na Fabricação De Tijolos Solo-Cimento**. Anápolis, 2018. Disponível em:
<http://45.4.96.19/bitstream/aee/878/1/20182_TCC_Isaque_Rafael.pdf> Acesso em: 13 de ago. de 2022.

CONAMA. **Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução 307 - Resíduos da Construção Civil**. 2002. Disponível em:
<<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=98303>> Acesso em: 05 de set. de 2022.

EUPHROSINO, C.A; JACINTHO, A.E.P.G.A; PIMENTEL, L.L; CAMARINI, G; FONTANINI, P.S.P. **Tijolos de solo-cimento usados para Habitação de Interesse social (HIS) em mutirão: estudo de caso em olaria comunitária**. Revista Matéria, agosto de 2021. Disponível em:
<<https://www.scielo.br/j/rmat/a/D8XXF4S3Wt8DYr8kkFfrmHr/abstract/?lang=pt>> Acesso em: 28 de set. de 2022.

FREITAS, L. **Reaproveitamento De Resíduos Sólidos Da Construção Civil No Brasil**. Revista Domtotal. Junho de 2018. Disponível em:
<<https://domtotal.com/noticia/1262733/2018/06/reaproveitamento-de-residuos-solido-s-da-construcao-civil-no-brasil/>> Acesso em: 08 de ago. de 2022.

GARCEZ, L. R.; LEITE, H. E. S. C.; ARAÚJO, J. S.; e FRANÇA, B. de S. M. **Desafios no gerenciamento de resíduos em construção de pequeno porte**. Revista Engenharia De Interesse Social, dezembro de 2020. Disponível em:
<<https://revista.uemg.br/index.php/reis/article/view/4682>>. Acesso em: 26 de ago. de 2022.

GASPAR, M. **Conheça tudo sobre o Tijolo Ecológico e seu uso nas obras**. Sienge, 20 de março de 2020. Disponível em:
<<https://www.sienge.com.br/blog/tijolo-ecologico/>> Acesso em: 10 de ago. de 2022.

Grupo de Pesquisa em Resíduos Sólidos (RECICLOS). **Tijolos mais que ecológicos**. Março, 2018. Disponível em:
<<https://reciclos.ufop.br/news/aberta-sele%C3%A7%C3%A3o-para-inicia%C3%A7%C3%A3o-ci%C3%AAnt%C3%ADfica-do-grupo-reciclos>> Acesso em: 27 de set. de 2022.

LIMA, C.G; PASSOS, A.N. **A destinação final dos resíduos da construção civil: o desenvolvimento sustentável e a educação**. Brazilian Journal of Development, 30 de maio de 2022. Disponível em:
<<https://brazilianjournals.com/ojs/index.php/BRJD/article/view/48709>> Acesso em: 28 de set. de 2022.

LINCK, I.M.D.; MACHADO, R.J.; PEREIRA, M.M. **O descarte dos resíduos da construção civil e a sustentabilidade: muito além de uma questão legal, uma postura ética.** Plataforma de Submissão de Trabalhos e Anais de Eventos da Unicruz, 2019. Disponível em:

<https://scholar.google.com.br/scholar?cluster=15288070817710010467&hl=pt-BR&as_sdt=0,5#d=gs_qabs&u=%23p%3DPFYPDsT39JYJ> Acesso em: 06 de ago. de 2022.

LOPES, A.B.; PERTEL, M. **Alternativas para Redução do Impacto Ambiental Causado pelos Resíduos da Construção Civil.** Boletim do Gerenciamento, v. 22, n. 22, p. 20-31, jan. 2021. ISSN 2595-6531. Disponível em:

<<https://nppg.org.br/revistas/boletimdoGerenciamento/article/view/530>>. Acesso em: 30 set. 2022.

LOPES, L.B. **Levantamento E Análise Da Destinação Dos Resíduos Da Construção Civil Na Cidade De Ariquemes-Ro.** Ariquemes – RO 2020. Disponível em:

<https://repositorio.faema.edu.br/bitstream/123456789/2828/1/TCC%20-%20Leiciane%20%20Barcelos%20Lopes%20-%20final_assinado%20%281%291608037006.pdf>. Acesso em: 26 de ago. de 2022.

MACHADO, A.P.M.; LUCIANO, M.B. **Análise da viabilidade construtiva e econômica: comparação entre a aplicação de bloco de solo-cimento e bloco cerâmico estrutural em habitações populares.** Universidade Do Sul De Santa Catarina, 2019. Disponível em:

<<https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/4377/1/TCC%20Marieslen%20e%20Ana%20Paula.pdf>> Acesso em: 23 de set. de 2022.

MATUTI, B.B. **Reutilização de resíduos de construção civil e demolição na fabricação de tijolo cerâmico.** 2019. 72 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2019. Disponível em:

<<https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/7338>> Acesso em: 26 de ago. de 2022.

MIRANDA, Christian Matias. **Estudo de tijolos de solo-cimento com substituição do solo por resíduos da construção civil na sua composição.** Universidade Federal do Tocantins, 2019. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11612/1893>> Acesso em: 10 de set. de 2022.

NBR 10833. **Fabricação de tijolo e bloco solo-cimento.** ABNT NBR, dezembro de 2012. Disponível em:

<<https://www.normas.com.br/visualizar/abnt-nbr-nm/6153/abnt-nbr10833-fabricacao-de-tijolo-e-bloco-de-solo-cimento-com-utilizacao-de-prensa-manual-ou-hidraulica-procedimento>>. Acesso em: 15 de set. de 2022.

NBR 8491: **Tijolo de solo-cimento — Requisitos.** Rio de Janeiro: ABNT, 2012. 5 p. Disponível em:

<https://www.alroma.com.br/uploads/arquivos_documentos/NBR_8491_-_Norma_Tijolo_de_Solo_Cimento_Requisitos_-_Alroma.pdf>. Acesso em: 02 de set. de 2022.

NIERO, Jamille. **Reciclagem de resíduos da construção civil economiza recursos naturais e reduz custos**. Fecomercio em 30 de agosto de 2016.

Disponível em:

<<https://www.fecomercio.com.br/noticia/reciclagem-de-residuos-da-construcao-civil-e-economiza-recursos-naturais-e-reduz-custos>>. Acesso em: 15 de out. de 2022.

PORTELA, N.F.; AMARAL, D. R. B. **USO DO TIJOLO ECOLÓGICO: Aspectos e aplicações desta técnica construtiva nos dias atuais**. Revista Multidisciplinar, Patos de Minas, 2019. Disponível em:

<http://revistas.icesp.br/index.php/FINOM_Humanidade_Tecnologia/article/view/687/497> Acesso em: 12 de set. de 2022.

Prefeitura do Município de Jahu-SP. **Jahu avalia implantação de usina de reciclagem**. 30 de abril de 2021. Disponível em:

<<https://www.jau.sp.gov.br/noticia/9405/jahu-avalia-implantacao-de-usina-de-reciclagem>>. Acesso em: 15 de out. de 2022.

SALIBA, D. **A importância do gerenciamento de resíduos da construção civil**.

Trilha Ambiental, 5 de outubro de 2018. Disponível em: <

<https://www.trilhoambiental.org/post/2018/10/05/a-import-25c3-25a2ncia-do-gerencia-mento-de-res-25c3-25adduos-da-constru-25c3-25a7-25c3-25#:~:text=Atualmente%20%C3%A9%20grande%20o%20problema,e%20a%20diminui%C3%A7%C3%A3o%20destes%20entulhos.>> Acesso em: 16 de out. de 2022.

SILVA, A.C.; FUCALE, S.; FERREIRA, S.R.M. **Efeito da adição de resíduos da construção e demolição (RCD) nas propriedades hidromecânicas de um solo areno-argiloso**. Revista Matéria, março de 2018. Disponível em:

<<https://www.scielo.br/j/rmat/a/QwpDbhv85vXZxm9gNMJb3fM/?format=pdf&lang=p>> Acesso em: 10 de set. de 2022.

SOARES, J.P. **Avaliação Do Gerenciamento Dos Resíduos Gerados Em Canteiros De Obras Durante A Pandemia Covid-19 Na Cidade De Caruaru/PE**.

Núcleo do Conhecimento, 19 de novembro de 2020. Disponível em:

<<https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/avaliacao-do-gerenciamento>>. Acesso em: 16 de out. de 2022.

SOUZA, I.M.S. **Levantamento das possibilidades de destinação dos RCDs**.

2020. 36 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Educação

Ambiental e Sustentabilidade) - Instituto Federal do Espírito Santo, Ibatiba, 2020.

Disponível em: <<https://repositorio.ifes.edu.br/handle/123456789/621>>. Acesso em: 15 de ago. de 2022.

VERDE EQUIPAMENTOS. **Máquina de Tijolo Ecológico Hidráulica**. Disponível em: <



<https://verdeequipamentos.com.br/produtos/maquina-de-tijolo-ecologico-hidraulica/>
Acesso em: 28 de ago. 2022.