

# Construção Sustentável: Adição de sacos de cimento na fabricação de tijolos ecológicos

Sustainable Construction: Addition of cement bags in production of ecological bricks

Construcción Sostenible: Adición de bolsas de cemento en la fabricación de ladrillos ecológicos

Recebido: 11/01/2024 | Revisado: 17/01/2024 | Aceitado: 18/01/2024 | Publicado: 22/01/2024

**Hellen Souza Novais**

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-3464-8061>

Faculdade Eniac, Brasil

E-mail: 222992019@eniac.edu.br

**Gabriel Sousa de Freitas**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7221-7351>

Faculdade Eniac, Brasil

E-mail: gsousadefreitas@gmail.com

## Resumo

A indústria da construção civil tem um impacto significativo no meio ambiente, e o descarte inadequado de seus resíduos gera problemas para as cidades. A gestão apropriada desses resíduos é crucial para promover práticas de construção sustentável. A reciclagem de materiais, como o papel proveniente de sacos de cimento, destaca-se como uma oportunidade estratégica na indústria da construção. Os tijolos ecológicos têm a capacidade de reutilizar resíduos, incorporando papel Kraft de sacos de cimento. O objetivo deste estudo foi avaliar o desempenho de tijolos ecológicos contendo papel Kraft em comparação com tijolos ecológicos sem essa adição. A produção de ambos os tipos de tijolos ecológicos (18 amostras) foi iniciada, sendo um padrão (9 amostras) e o outro com resíduo de papel Kraft (9 amostras). A análise comparativa das propriedades dos tijolos ecológicos sugere que aqueles com adição de papel Kraft apresentaram um desempenho superior, proporcionando alternativas mais leves e sustentáveis para os resíduos da construção civil, evidenciando melhorias em propriedades estéticas, como coloração e textura, além de densidade e massa.

**Palavras-chave:** Construção civil; Descarte inadequado; Papel Kraft; Reciclagem; Resíduos, Tijolos ecológicos.

## Abstract

The construction industry has a significant impact on the environment, and improper disposal of its waste creates problems for cities. Proper management of this waste is crucial to promoting sustainable construction practices. Recycling waste materials, such as paper from cement sacks, stands out as a strategic opportunity in the construction industry. Ecological bricks can reuse waste by incorporating Kraft paper from cement bags. This study aimed to evaluate the performance of ecological bricks containing Kraft paper compared to ecological bricks without this addition. The production of both types of ecological bricks (18 samples) was started, one standard (9 samples) and the other with Kraft paper waste (9 samples). The comparative analysis of the properties of the ecological bricks suggests that those with added Kraft paper performed better, providing lighter and more sustainable alternatives to construction waste, and showing improvements in aesthetic properties such as color and texture, as well as density and mass.

**Keywords:** Construction; Improper disposal; Kraft paper; Recycling; Waste; Ecological bricks.

## Resumen

La industria de la construcción tiene un impacto significativo en el medio ambiente, y la eliminación inadecuada de sus residuos crea problemas a las ciudades. La gestión adecuada de estos residuos es crucial para promover prácticas de construcción sostenibles. El reciclaje de materiales, como el papel de los sacos de cemento, destaca como una oportunidad estratégica en la industria de la construcción. Los ladrillos ecológicos tienen la capacidad de reutilizar residuos mediante la incorporación de papel kraft procedente de sacos de cemento. El objetivo de este estudio era evaluar el rendimiento de los ladrillos ecológicos que contienen papel Kraft en comparación con los ladrillos ecológicos sin esta adición. Se inició la producción de ambos tipos de ladrillos ecológicos (18 muestras), uno estándar (9 muestras) y otro con residuos de papel Kraft (9 muestras). El análisis comparativo de las propiedades de los ladrillos ecológicos sugiere que aquellos con adición de papel Kraft se comportaron mejor, proporcionando alternativas más ligeras y sostenibles a los residuos de la construcción, mostrando mejoras en las propiedades estéticas como el color y la textura, así como en la densidad y la masa.

**Palabras clave:** Construcción; Eliminación inadecuada; Papel Kraft; Reciclaje; Residuos; Ladrillos ecológicos.

## 1. Introdução

As ações humanas exercem um impacto superior na natureza do que a capacidade intrínseca do meio ambiente em se regenerar (Freitas et al., 2022). A indústria da construção civil desempenha um papel importante no progresso econômico e social de um país, porém é também uma fonte significativa de impactos ambientais esses impactos permeiam o seu ciclo de atividade, desde a extração de matéria-prima até a geração de resíduos (Freitas, 2021). A indústria da construção civil destaca-se como uma das indústrias que mais geram resíduos sólidos no Mundo, somente no Brasil no ano de 2021 foram coletados pelos municípios brasileiros cerca de 48 milhões de toneladas de resíduos da construção em áreas públicas (ABRELPE, 2022). De acordo com o estudo de Lasso (2011) o processo de descarte incorreto gera inúmeros problemas para a sociedade e o meio ambiente como: degradação de áreas de nascentes e áreas de proteção permanente, assoreamento de rios e córregos, obstrução de viveiros de peixes, ocupação de áreas públicas e degradação da paisagem urbana.

Esses descartes inadequados de resíduos da construção em áreas públicas podem representar um problema para os municípios brasileiros, que resultam uma série de encargos financeiros relacionados a limpeza além dos impactos ambientais. (Klein & Gonçalves-dias, 2017). A efetiva gestão desses resíduos pode promover a tão sonhada construção sustentável e o seu profissional deve estar disposto a desempenhar esse papel. Um estudo realizado por Freitas et al. (2021) revelou que estudantes de engenharia civil e profissionais de engenharia civil não possuem conhecimento técnico para realizar o descarte do resíduo de forma responsável. O descarte incorreto do resíduo acontece em todas as regiões do Brasil e sua geração pode ser influenciado pelo PIB e sua população, além disso é essencial ter conhecimento sobre a quantidade e composição desses resíduos (Freitas & Dalmas, 2022).

Entre os resíduos gerados pela construção, o resíduo de papel é uma oportunidade estratégica para reintroduzir na indústria da construção O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) em sua Resolução 307, de 5 de julho de 2002 caracteriza o papel como um resíduo de Classe B um resíduo passível de reciclagem para outras destinações. (Brasil, 2002). O estudo realizado por Caetano et al. (2016) em obras residenciais horizontais de padrão construtivo do programa habitacional Minha Casa Minha Vida demonstrou que 23,19% dos resíduos passíveis de reciclagem são compostas por plásticos, papel e metal. Os sacos de cimento são embalagens são compostas por fibra Kraft e têm potencial de reciclagem Sanches et al., (2022) afirmou que os sacos de cimento são descartados de maneira inadequada em diversas construções pelo Brasil e podem ser reaproveitados na fabricação de blocos de alvenaria de vedação e argamassas, contribuindo positivamente para o desempenho desses materiais.

A Agenda 2030 traz à indústria da construção civil um papel importante no desenvolvimento sustentável e estabelece metas específicas a serem alcançadas e para atingir estes objetivos, devem ser adotadas práticas de construção sustentáveis. (Freitas, 2023). O reaproveitamento, a reciclagem, a implementação de práticas construtivas e a busca de materiais mais sustentáveis são alternativas para implementação de uma construção que reduza os impactos ambientais causados pela construção civil. O desenvolvimento de materiais sustentáveis para a construção civil, como a fabricação de tijolos ecológicos são alternativas viáveis para o aproveitamento de resíduos na fabricação de materiais construtivos (Tosello et al., 2021).

A principal vantagem da utilização de tijolos ecológicos é a capacidade de reutilizar resíduos, por meio dos quais os resíduos desempenham um papel como parte integrante dos tijolos ecológicos (Oliveira, 2020). Como não é necessária a queima durante o processo de fabricação, os tijolos ecológicos podem reduzir o consumo de energia, especialmente quando compactados manualmente (Santos et al., 2020). Para Campos et al. (2017) os tijolos ecológicos contribuem para o bom funcionamento dos ecossistemas porque são o resultado de um processo de fabrico limpo que utiliza matérias-primas abundantes no planeta, os solos e, em alguns casos, os resíduos da própria construção civil, deste modo fornece materiais adotam a sustentabilidade. Os tijolos ecológicos apresentam alcançar uma parte da população com recursos limitados, visto que o material é produzido com insumos amplamente disponíveis (Mota, 2010).

O emprego de tecnologias mais sustentáveis não só reduz a quantidade de resíduos produzidos, mas também promove práticas de construção mais ecológicas. A investigação e o desenvolvimento de métodos de construção inovadores e de materiais ecológicos são necessários para enfrentar os desafios ambientais contemporâneos. Além disso, a sensibilização da indústria e dos profissionais para a importância da sustentabilidade na construção é crucial mudanças e promover uma indústria responsável e ecologicamente equilibrada. Tendo em conta a informação apresentadas, o objetivo deste artigo é avaliar o desempenho de tijolos ecológicos que contém o papel Kraft (proveniente de sacos de cimento) versus tijolos ecológicos sem adição de papel Kraft.

## **2. Metodologia**

Este artigo trata-se de uma pesquisa laboratorial realizada na Faculdade Eniac em Guarulhos, com foco na produção de tijolos ecológicos a partir de resíduos de construção civil. A natureza deste estudo é qualitativa e quantitativa. Para auxiliar no processo de fabricação de tijolos ecológicos, este estudo se baseou nas contribuições de dois autores: Dias et al. (2011) e Netto (2009). Além disso realizou-se uma revisão bibliográfica nas bases de dados da Scielo e Google Scholar e foram consultados artigos publicados em português e inglês, dando preferência a trabalhos recentes os artigos que não estavam diretamente relacionados ao tema foram excluídos da análise.

Para avaliar o desempenho dos tijolos ecológicos com adição de papel Kraft (sacos de cimento) versus os tijolos ecológicos sem papel Kraft, foi iniciada a produção dos dois tipos de tijolos (18 amostras). Um deles é padrão, no qual não foi adicionado resíduos de papel (9 amostras), enquanto o outro contém o resíduo de papel Kraft (9 amostras). Utilizamos a mesma amostra de solo para fabricar os dois tipos de tijolos e, após concluir o processo de fabricação, foi aferido características como massa, densidade, textura e coloração dos dois tipos de tijolos.

### **2.1 Preparação da amostra do Solo**

A produção de tijolos ecológicos, com ou sem adição de papel Kraft (sacos de cimentos), começou com a coleta da amostra de solo para determinação a granulometria. O preparo da amostra seguiu um processo meticuloso. Teve seu início pela retirada de materiais indesejados como galhos, folhas, pedras e raízes. A amostra foi misturada em uma jarra de vidro na proporção específica de 70% de solo e 30% de água, para garantir uma distribuição uniforme durante o processo de mistura. Concluída essa etapa, a amostra foi deixada num pote de vidro por um período de 48 horas para determinar as proporções de areia, argila e silte.

### **2.2 Sacos de cimentos**

Foi realizado o processo de captação da água da chuva em baldes. Após a captação da água o papel Kraft (os sacos de cimento) foi lavado e colocado em imersão em baldes com a água da chuva. Após quatro dias de imersão na água da chuva, os sacos foram triturados. Ressalta-se que durante todo o processo deve-se garantir que não haja resíduos nos sacos de cimentos.

### **2.3 Fabricação dos Tijolos Ecológicos**

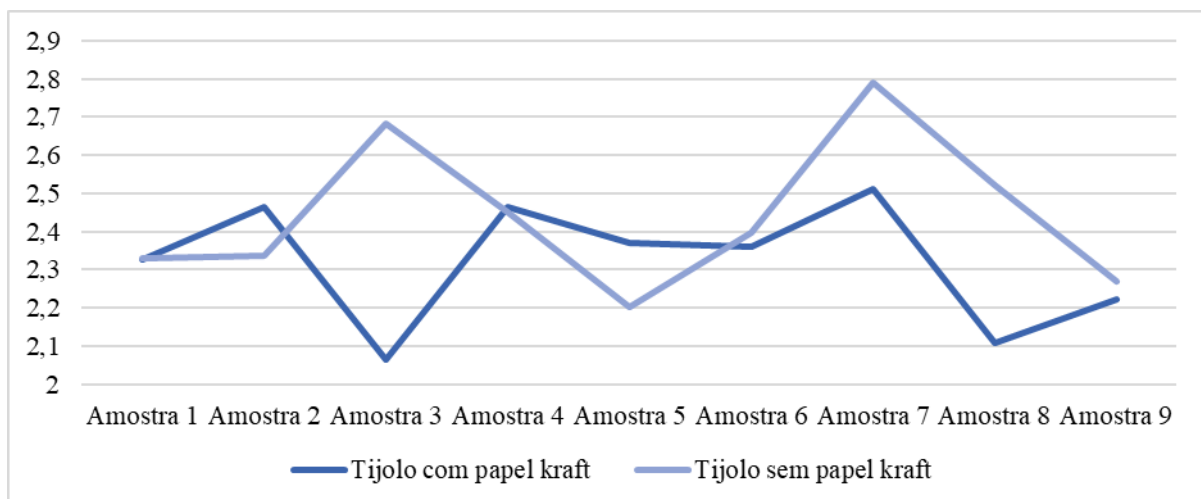
Para cada unidade de tijolo ecológico padrão (sem adição de papel Kraft) fabricado, foi utilizado o seguinte traço 2,5/1/0,5 sendo a ordem primeiro o solo, areia e por último o cimento, foram produzidos ao total 9 amostras de tijolos, já para o tijolo ecológico com adição de papel, foi utilizado o seguinte traço 4/1/0,5 sendo a ordem primeiro o solo, areia e por último o cimento, além de 4 sacos de cimento para cada tijolo ecológico ao todo foram produzidas 9 amostras de tijolos. A fabricação dos tijolos ecológicos envolveu o uso de uma prensa hidráulica de compactação, que aplica alta pressão à mistura de materiais

utilizados. Esse processo resultou na compactação das partículas da mistura, formando uma estrutura sólida, resistente e de alta qualidade. Além disso, a compactação proporciona uma superfície lisa e uniforme aos tijolos.

### 3. Resultados e Discussão

Para comparar as propriedades, como massa e densidade, dos tijolos ecológicos, foram analisadas um total de 18 amostras. O conjunto de dados consistiu em 9 amostras contendo papel Kraft e 9 amostras sem esse material, conforme ilustrado na Figura 1. Observa-se uma variação nas massas de cada amostra, com as amostras contendo papel Kraft apresentando uma média de 2,321 kg a massa mais elevada registrada foi de 2,465 kg, enquanto a menor foi de 2,066 kg. Por outro lado, as amostras sem papel Kraft apresentaram uma média de 2,442 kg, com a maior massa registrada sendo 2,79 kg e a menor massa sendo 2,203 kg. A diferença de massas entre as amostras foi de 0,121 kg, indicando que a adição de papel Kraft resultou em uma redução de massa nos tijolos ecológicos. No contexto do tijolo ecológico, a adição de fibras de papel proporcionou-lhe maior leveza e estabilidade, apesar de várias experiências empíricas que sugeriram sua viabilidade, são indispensáveis testes mais detalhados para validar suas propriedades e determinar com maior precisão as quantidades adequadas dos ingredientes que constituem o material (Sobrinho, 2014).

**Figura 1** - Comparação de Massa entre Tijolos Ecológicos.



Fonte: Autores (2024).

Por meio da Figura 2, é possível notar variações nas características superficiais dos tijolos ecológicos, como coloração e textura. O tijolo ecológico à esquerda, sem adição de sacos de cimento, exibe uma coloração mais escura e uma textura mais áspera, enquanto o tijolo ecológico à direita, que são tijolo ecológico com papel Kraft, apresentam uma coloração mais clara e uma textura mais lisa. Ambos os tipos de blocos possuem dimensões idênticas, medindo 12,50 cm de largura, 25 cm de comprimento e 7,0 cm de espessura, totalizando 2.187,5 cm<sup>3</sup>. A densidade dos tijolos ecológicos é expressa da seguinte maneira: os tijolos ecológicos com adição de resíduo possuem uma densidade de 1,06 g/cm<sup>3</sup>, enquanto os sem adição de resíduo apresentam uma densidade de 1,11 g/cm<sup>3</sup>, resultando em uma diferença de 0,05 g/cm<sup>3</sup>.

**Figura 2** - Comparação superficial entre Tijolos Ecológicos.



Fonte: Autores (2024).

A análise comparativa das propriedades dos tijolos ecológicos sugere que os tijolos ecológicos com adição de resíduos de papel Kraft mostraram um desempenho melhor, ao se pensar em materiais mais leve e que encontrem uma alternativa para os resíduos gerados pela construção civil, essas adições de papel Kraft refletiram nas propriedades estéticas como coloração e textura além da densidade e massa. Buson (2009) demonstrou que as fibras de papel Kraft provenientes de sacos de cimento podem ser empregadas como estabilizantes para aprimorar as propriedades físicas e mecânicas dos tijolos ecológicos. Essa constatação evidencia uma viabilidade técnica e construtiva para essa abordagem. A análise abrangente desses resultados proporciona ideias valiosas sobre como a adição de resíduos em materiais pode influenciar em solucionar o problema do descarte de resíduos gerados pela construção civil. Dias et al., (2011) em seu trabalho sobre tijolo ecológico apresentou resultados obtidos favoráveis, que atendeu plenamente aos objetivos estabelecidos inicialmente e assegurou a viabilidade da produção artesanal de tijolos a partir de papel Kraft.

#### **4. Conclusão**

A busca por alternativas sustentáveis na construção civil pode proporcionar benefícios à sociedade, ao abordar questões como o descarte inadequado de resíduos, a transformação dos processos de fabricação de materiais construtivos, a reciclagem de resíduos e a adoção da Agenda 2030. O material construtivo investigado na pesquisa demonstrou ser uma solução eficaz para lidar com diversos problemas gerados pela indústria da construção civil. Os tijolos ecológicos surgem como uma opção mais sustentável, especialmente ao incorporar resíduos em sua composição como por exemplo o papel Kraft proveniente de sacos de cimento. Observou-se que as amostras com essa adição apresentaram uma redução na massa, indicando uma maior leveza dos tijolos ecológicos. Além disso, as diferenças nas características superficiais, como coloração e textura, entre os dois tipos de tijolos ecológicos, são claramente perceptíveis.

Entretanto, é crucial ressaltar a necessidade de testes mais detalhados para validar completamente as propriedades dos tijolos ecológicos com papel Kraft, assegurando sua viabilidade e determinando com precisão as proporções ideais dos ingredientes. Estudos futuros podem aprofundar essas análises e explorar ainda mais o potencial desses materiais sustentáveis na indústria da construção, para contribuir com práticas mais responsáveis e ecologicamente equilibradas.

Baseado nos resultados obtidos nesta pesquisa é recomendável realizar ensaios complementares para analisar o desempenho dos tijolos ecológicos que incorporam papel Kraft. Estes ensaios podem abranger uma avaliação sobre a



resistência mecânica, durabilidade e comportamento térmico dos tijolos ecológicos. Além disso, seria vantajoso conduzir análises ambientais, como o ciclo de vida dos materiais, a fim de compreender o impacto sustentável desses tijolos na indústria da construção civil. Incentiva-se também a busca por proporções ideais de materiais, para otimizar a eficiência do processo de fabricação. Essas investigações não apenas consolidarão a viabilidade desses tijolos ecológicos, mas também contribuirão para o avanço de práticas construtivas responsáveis e ecológicas, alinhadas aos objetivos da Agenda 2030.

## Referências

- ABRELPE (2022). Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Panorama dos resíduos sólidos no *Brasil*, 2022. São Paulo: ABRELPE.
- Buson, M. A. (2010). KRAFTTERRA: *Desenvolvimento e análise preliminar do desempenho técnico de componentes de terra com a incorporação de fibras de papel kraft provenientes da reciclagem de sacos de cimento para vedação vertical*. Brasília, 2009. 135 f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade de Brasília, Brasília, 2009.
- Caetano, M. O., Selbach, J. B. O., & Gomes, L. P. (2016). Composição gravimétrica dos RCD para a etapa de acabamento em obras residenciais horizontais. *Ambiente Construído*, 16, 51-67. <https://doi.org/10.1590/s1678-86212016000200079>
- Campos, R. F. F., Weber, E., & Borga, T. (2017). Análise da eficiência do tijolo ecológico solo-cimento na construção civil. *IGNIS Periódico Científico de Arquitetura e Urbanismo Engenharias e Tecnologia de Informação*.
- Brasil. (2002). Ministério do Meio Ambiente. *Resolução Conama nº 307, de 5 de julho de 2002*. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Diário Oficial da União, Brasília. CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente (2002). Resolução Nº 307, de 5 de julho de 2002. Ministério das Cidades, Secretaria Nacional de Habitação. Publicada no Diário Oficial da União em 17/07/2002.
- Dias, H. L., Viana, L. F., Gomes, I. M., Martins, R. B. S., de Souza, R. C. C., Cordeiro, L. A., ... & Miranda, M. S. D. A. R. (2011). KRAFTERRA: Tijolo Ecológico. *e-xacta*, 4(2). <http://dx.doi.org/10.18674/exacta.v4i2.355>
- Freitas, G. S. (2021). Avaliar por meio da literatura os avanços a consciência ambiental referente ao resíduo de poliestireno expandido (EPS). *Revista Geociências-UNG-Ser*, 20(1), 5-11. <http://dx.doi.org/10.33947/1981-741X-v20n1-4690>
- Freitas, G. S., Arruda, R. de O. M., Rosini, E. F., & Osti, J. A. S. (2022). Analysis of the bathing suitability of the beaches of Itanhaém (São Paulo, Brazil): insights from a long-term monitoring data series. *Research, Society and Development*, 11(4), e14911427107. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i4.27107>
- Freitas, G. S., Bulbovas, P., & Arruda, R. de O. M. (2021). Percepção do conhecimento sobre resíduos sólidos da construção civil por graduandos e graduados em engenharia civil. *Revista Brasileira De Educação Ambiental (RevBEA)*, 16(4), 305–319. <https://doi.org/10.34024/revbea.2021.v16.11708>
- Freitas, G. S. (2023). Agenda 2030: o desafio para a indústria da construção civil referente ao seu resíduo. *Revista Geociências-UNG-Ser*, 22(1), 5-14. <http://dx.doi.org/10.33947/1981-741X-v22n1-5131>
- Freitas, G., & Dalmás, F. (2022). Quantitative analysis of mortar waste in civil construction in Brazil between the years 2009 and 2018. *Revista Principia - Divulgação Científica E Tecnológica Do IFPB*, 59(4), 1246-1261. <http://dx.doi.org/10.18265/1517-0306a2021id5484>
- Klein, F. B., & GONÇALVES-DIAS, S. L. F. (2017). A deposição irregular de resíduos da construção civil no município de São Paulo: um estudo a partir dos instrumentos de políticas públicas ambientais. *Desenvolvimento e Meio ambiente*, 40, 483-506. <http://dx.doi.org/10.5380/dma.v40i0.47703>
- Lasso, P. R. O. (2011). *Avaliação da utilização de resíduos de construção civil e de demolição reciclados (RCD-R) como corretivos de acidez e condicionadores de solo*. 2011. Tese (Doutorado em Energia Nuclear na Agricultura e no Ambiente) - Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011. doi:10.11606/T.64.2011.tde-01022012-151224.
- Oliveira, D. N. (2020). *Análise da viabilidade do tijolo ecológico de solo-cimento na construção civil: uma revisão de literatura*. Monografia (graduação) - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Curso de Ciência e Tecnologia, Diego Nogueira de Oliveira. 33 f.: il.
- Sanches, L. E., Carneiro, C., Reis, I. L., Marques, J., & Izquierdo, O. (2022). Conscientização do setor da construção civil sobre a necessidade da reciclagem dos sacos de cimento para a confecção de fibras de papel Kraft. *XI SEMINÁRIO DE EXTENSÃO*, 123.
- Santos, E. C. O. B., Júnior, J. M. C., & Barbosa, I. L. S. (2020). Mitigação de impactos ambientais através do uso de materiais de construção ecológicos. Estudo de caso: tijolos ecológicos comparados a tijolos cerâmicos. *ETIS-Journal of Engineering, Technology, Innovation and Sustainability*, 2(1), 32-42.
- Tosello, M. E. C., Tamashiro, J. R., Silva, L. H. P., Antunes, P. A., & Simões, R. D. (2021). Influência de materiais recicláveis e vinhaça da cana de açúcar na resistência mecânica de tijolos ecológicos. *Research, Society and Development*, 10(2), e56910212911. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i2.12911>
- Sobrinho, P. P. (2014). Compósito de celulose: uma nova forma de reciclar papel e suas aplicações na fabricação de materiais didáticos, tijolos ecológicos e utensílios domésticos. *Revista Scientia Vitae*, 2(6), 70-84.
- Mota, J. D., Oliveira, D. F., De Sousa, A. A. P., Laranjeira, E., & Monteiro, M. R. S. (2010). Utilização do resíduo proveniente do desdobramento de rochas ornamentais na confecção de tijolos ecológicos de solo-cimento. *2º Seminário da Região Nordeste sobre Resíduos Sólido*. João Pessoa.
- Netto, C. G. (2009). Construindo com tijolos ecológicos. *Jornal da UNICAMP*. Campinas, 7 a 13 de setembro de 2009. Nº440.