

**ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL ITAQUERA II**

ANA CLARA MURDA FERNANDES  
GABRIELLY DOS SANTOS GONÇALVES  
GABRIEL DA SILVA SANTOS  
HEVELYEN PESSOA DE OLIVEIRA  
RICARDO NEVES CABRERA

**FABRICAÇÃO DE TIJOLOS A PARTIR DE RESÍDUOS SÓLIDOS**

São Paulo

2024

ANA CLARA MURDA FERNANDES  
GABRIELLY DOS SANTOS GONÇALVES  
GABRIEL DA SILVA SANTOS  
HEVELYEN PESSOA DE OLIVEIRA  
RICARDO NEVES CABRERA

## **FABRICAÇÃO DE TIJOLOS A PARTIR DE RESÍDUOS SÓLIDOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Técnico em Edificações, da ETEC DE ITAQUERA II.

Orientador: Aparecida Massako Tomioka

Coorientador: Gilson Barros

São Paulo

2024

## **Resumo**

A construção de comunidades é geralmente um processo contínuo que requer muita energia e consome uma grande quantidade de recursos não está consertado. Mesmo após a conclusão da construção, os edifícios comunitários continuam a ter um impacto no ambiente, causando um elevado consumo de água, energia, poluição, criação de microclima e muitos outros fatores.

Somente a indústria da construção civil é responsável pela geração de 67% do total de resíduos sólidos (ANAB, 2007). A partir daí, os pesquisadores começaram a estudar a reciclagem desses resíduos sólidos e a desenvolver tijolos feitos a partir desses resíduos.

**Palavras-chave:** Sustentabilidade. Resíduo Sólidos. Tijolos.

## **ABSTRACT**

Community building is generally an ongoing process that requires a lot of energy and consumes a lot of resources. Even after construction is complete, community buildings continue to have an impact on the environment, causing high water consumption, energy, pollution, microclimate creation and many other factors. The construction industry alone is responsible for generating 67% of total solid waste (ANAB, 2007). From then on, researchers began to study the recycling of this solid waste and develop bricks made from this waste.

**Keywords:** Sustainability. Solid Waste. Bricks.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 — Tabela comparativa de valores.....	16
---	----

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

FATEC	Faculdade de Tecnologia do Estado de São Paulo
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso



## SUMÁRIO

1	<b>INTRUDUÇÃO</b> .....	9
2	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	11
3	<b>DESENVOLVIMENTO DO PROJETO</b> .....	13
4	<b>ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA E AMBIENTAL</b> .....	15
5	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	17
6	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	18
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	20
	<b>GLOSSÁRIO</b> .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
	<b>ANEXO A — Subtítulo do anexo</b> .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A construção civil é um setor fundamental para o desenvolvimento econômico e social, sendo responsável por proporcionar infraestrutura e habitação para a população. No entanto, é também uma das indústrias que mais gera resíduos sólidos, representando um grande desafio ambiental. O descarte inadequado desses resíduos pode causar sérios impactos ambientais, como a contaminação do solo e da água, além de ocupar espaço em aterros sanitários que poderiam ser utilizados para outros fins.

A construção civil geralmente é um processo contínuo que requer muita energia e consome uma grande quantidade de recursos naturais. Novos projetos de construção são constantemente realizados, resultando na destruição do ambiente local, cujo impacto pode, em alguns casos, estender-se para além do local de implementação. De acordo com a Associação Nacional de Arquitetura Bioclimática (ANAB), entre 30% e 50% dos recursos naturais são utilizados na construção civil, 34% do uso de água é destinado a esse setor e 55% da exploração madeireira é direcionada para a construção (ANAB, 2007). Mesmo após a conclusão das obras, estruturas que não receberam planejamento ou implementação sustentável continuam a contribuir para o impacto ambiental, gerando elevado consumo de água, energia, poluição e criação de microclimas. As escolhas de design muitas vezes impactam a fase de renovação ou demolição, processos que geralmente não incluem medidas para reduzir o impacto ambiental.

Por estas razões, é necessária uma mudança de paradigma na construção civil, visando reduzir o uso de poluentes, matérias-primas não renováveis e a energia investida no desenvolvimento de materiais. Uma solução sustentável para esses problemas é a reciclagem dos resíduos sólidos da construção civil, transformando-os em novos materiais de construção, como tijolos. Além de serem produzidos com materiais diversos, os tijolos naturais também são desenvolvidos com a finalidade de reduzir o impacto ambiental, utilizando materiais considerados resíduos em seu processo de formação (Oliveira, 2009).

Este trabalho visa investigar a possibilidade de fabricação de tijolos a partir de resíduos sólidos da construção civil, com foco na viabilidade técnica e econômica dessa prática. Serão abordados os conceitos de sustentabilidade na construção civil, a classificação dos resíduos sólidos gerados nas obras, bem como o processo de coleta, trituração e reutilização desses materiais.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A sustentabilidade na construção civil visa reduzir o impacto ambiental, economizar recursos naturais e promover a eficiência energética. A reciclagem de resíduos sólidos é uma prática essencial para alcançar esses objetivos, pois diminui a quantidade de resíduos enviados aos aterros sanitários e reduz a exploração de recursos naturais (Oliveira, 2009).

### Resíduos Sólidos de Obras e sua Classificação

Os resíduos sólidos gerados pela construção civil abrangem uma variedade de materiais, como concreto, argamassa, tijolos, telhas e cerâmicas. A gestão inadequada desses resíduos pode resultar em sérios problemas ambientais. A classificação desses resíduos é fundamental para direcionar as práticas de reciclagem e reutilização:

Resíduos Classe A: São reutilizáveis ou recicláveis como agregados, incluindo componentes cerâmicos, argamassa e concreto (ANAB, 2007).

Resíduos Classe B: Podem ser reciclados para outras finalidades, como plásticos, papel, metais, vidros e madeiras.

Resíduos Classe C: Materiais para os quais ainda não há tecnologias economicamente viáveis para reciclagem, como gesso.

Resíduos Classe D: São resíduos perigosos, como tintas e solventes, que requerem manuseio especial (Santos et al., 2015).

### Visita à Faculdade de Tecnologia (FATEC) do Tatuapé

Durante o desenvolvimento do projeto de pesquisa sobre a fabricação de tijolos ecológicos a partir de resíduos sólidos da construção civil, foi realizada uma visita à Faculdade de Tecnologia (FATEC) do Tatuapé, no evento FATEC PORTAS ABERTAS. Essa visita teve como objetivo principal conhecer o espaço e curso da unidade, mas também obtivemos alguns conhecimentos referente ao projeto e processo de fabricação do tijolo ecológico

### Detalhes da Visita

**Conhecimento Prático:** Observar de perto as instalações e equipamentos utilizados para o desenvolvimento de materiais de construção sustentáveis.

**Troca de Experiências:** Interagir com professores e especialistas em diversas áreas de conhecimento para discutir oportunidades relacionadas à formação de novos profissionais, e entender como funcionam os objetivos do curso de Construção de Edifícios, e como as experiências poderiam nos auxiliar na execução do nosso projeto

### Atividades Realizadas

Durante a visita, foram realizadas diversas atividades que contribuíram significativamente para o desenvolvimento do projeto, e aprendizado pessoal:

- **Apresentações e Palestras:** Participação em palestras e apresentações
- **Demonstrações Práticas:** Observação de demonstrações práticas de processos de fabricação de materiais sustentáveis, incluindo a produção de tijolos ecológicos utilizando técnicas de compactação.

### 3 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

#### Metodologia

##### 1. Coleta e Seleção dos Resíduos Classe A

Inicialmente, serão coletados resíduos sólidos de obras que pertençam à classe A, conforme definido pela legislação ambiental. Isso inclui materiais como componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas), concreto e argamassa. A coleta será realizada em diversas obras para garantir uma amostra representativa dos materiais disponíveis.

##### 2. Triagem e Preparação dos Materiais

Os resíduos coletados serão triados e separados de acordo com sua composição e origem. Em seguida, os materiais serão preparados para o processo de trituração, que visa reduzir seu tamanho para a fabricação dos tijolos.

##### 3. Trituração dos Materiais

Os resíduos serão triturados em máquinas adequadas até atingirem a granulometria ideal para a fabricação de tijolos. Este processo é fundamental para garantir a uniformidade e qualidade dos agregados reciclados.

##### 4. Mistura com Aditivo Titan-119

Os agregados triturados serão misturados com o aditivo superplastificante Titan-119. Este aditivo é selecionado por sua capacidade de melhorar a lubricidade interna e coesão dos traços de tijolos, garantindo resistência e durabilidade adequadas sem a necessidade de queima em forno (Plural Química, 2023).

##### 5. Moldagem e Secagem Controlada

A mistura preparada será colocada em formas específicas para a moldagem dos tijolos. Em seguida, os tijolos serão submetidos a um processo de secagem controlada, essencial para garantir suas propriedades mecânicas e durabilidade sem a queima tradicional em forno.

## 6. Ensaio de Qualidade e Conformidade

Serão realizados ensaios de controle de qualidade conforme normas técnicas aplicáveis, incluindo testes de resistência à compressão e durabilidade. Esses ensaios são cruciais para verificar se os tijolos fabricados atendem aos padrões exigidos para aplicação na construção civil.

No entanto, devido a restrições operacionais, não foi possível realizar o teste de resistência à compressão durante este estudo. Um estudo anterior, conforme mencionado por Souza (2006), realizou testes comparativos de absorção entre tijolos confeccionados com solo de cimento sem resíduo e tijolos com 60% de resíduo sólido. Os resultados indicaram que os tijolos com 60% de resíduo sólido apresentaram capacidade de absorção de 12,6%, enquanto os tijolos sem resíduo alcançaram 17,2% de absorção, conforme recomendado pela NBR 8492.

#### 4 ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA E AMBIENTAL

Será conduzida uma análise de viabilidade econômica para avaliar os custos envolvidos na produção dos tijolos ecológicos e compará-los com tijolos convencionais. Além disso, será analisado o impacto ambiental positivo dessa prática, considerando a redução de resíduos enviados aos aterros sanitários e a preservação de recursos naturais.

Durante este estudo, realizado em uma área de 117 m<sup>2</sup>, os custos totais para a produção de tijolos convencionais foram de R\$ 62.184,99, enquanto os tijolos ecológicos apresentaram um custo total de R\$ 19.835,47. Isso representa uma economia significativa de R\$ 42.349,52. Essa economia é atribuída ao uso de tijolos ecológicos, que dispensam o uso de formas de madeira e resultam em uma redução substancial no uso de ferragens. Abaixo podemos analisar uma amostra comparativa de valores em reais, de um projeto cujo a metragem total é de 117 m<sup>2</sup>, a análise comparativa foi realizada entre o tijolo convencional, que segundo a NATREB (2020), tem como matéria prima a argila e o tijolo ecológico proposto que tem como principal matéria resíduos sólidos provenientes de outras construções.



Figura 1 — Tabela comparativa de valores

COMPARATIVO ENTRE MÉTODO CONVENCIONAL E ECOLÓGICO										
MÉTODO CONVENCIONAL					MÉTODO ECOLÓGICO				ECONOMIA	
DESCRIÇÃO ATIVIDADE	UNIDADE	QUANTIDADE	VALOR UNITARIO R\$	CUSTO ALVENARIA CONVENCIONAL	UNIDADE	QUANTIDADE	VALOR UNITARIO R\$	CUSTO ALVENARIA ECOLÓGICA		
TIJOLOS	UNID.	2935	R\$ 0,56	R\$ 1.643,60	UNID.	5234	R\$ 1,60	R\$ 8.374,40	R\$ 6.730,80	
MÃO DE OBRA ESTRUTURAL: ALVENARIA, EMBOÇO E REBOCO	HH	388	R\$ 63,20	R\$ 24.521,60	HH	91	R\$ 63,20	R\$ 5.751,20	R\$ 18.770,40	
ARGAMASSA 20 KG	KG	190	R\$ 39,40	R\$ 5.910,00	KG	12	R\$ 39,40	R\$ 472,80	R\$ 5.437,20	
CONCRETO	M³	7	R\$ 310,00	R\$ 2.170,00	M³	2	R\$ 310,00	R\$ 620,00	R\$ 1.550,00	
VERGALHÕES DE AÇO	ML	211	R\$ 8,32	R\$ 1.754,82	ML	160	R\$ 8,32	R\$ 1.330,67	R\$ 424,15	
FORMA DE MADEIRA	M²	47	R\$ 144,31	R\$ 6.782,57	M²	0	R\$ 144,31	R\$ -	R\$ 6.782,57	
DIVERSOS	HH	32	R\$ 63,20	R\$ 2.022,40	HH	6	R\$ 63,20	R\$ 379,20	R\$ 1.643,20	
EMASSAMENTO E PINTURA C/ MÃO DE OBRA INCLUSA	HH	275	R\$ 63,20	R\$ 17.380,00	HH	46	R\$ 63,20	R\$ 2.907,20	R\$ 14.472,80	
				<b>CUSTO TOTAL R\$ &gt;&gt;&gt;</b>	<b>R\$ 62.184,99</b>			<b>CUSTO TOTAL R\$ &gt;&gt;&gt;</b>	<b>R\$ 19.835,47</b>	<b>R\$ 42.349,52</b>
				<b>CUSTO TOTAL % &gt;&gt;&gt;</b>	<b>100%</b>			<b>CUSTO TOTAL % &gt;&gt;&gt;</b>	<b>32%</b>	<b>68%</b>
<b>1 - CUSTO ALVENARIA CONVENCIONAL: TIJOLO CERÂMICO 08 FUROS, EMBOÇO, REBOCO, ESTRUTURA EM CONCRETO ARMADO IN LOCO</b>										
<b>2 - CUSTO ALVENARIA ESTRUTURAL EM TIJOLO ECOLÓGICO</b>										
<b>3 - ÁREA CONSTRUÍDA - 117,40 M²</b>										

Fonte: O autor (2024).

Outros pontos poderiam ser destacados, como: redução do uso de materiais matérias primas não renováveis; reduzir as emissões de poluição; Corte o custo; trabalhar mais limpeza; melhor isolamento acústico e térmico. Por outro lado, suas deficiências são elencadas como: falta de demissões os trabalhadores são selecionados e treinados (SILVEIRA, 1994; OLIVEIRA, 2009).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Durante o estudo realizado em uma área de 117 m<sup>2</sup>, observou-se uma significativa economia de custos ao optar pelo uso de tijolos ecológicos em comparação com os tijolos convencionais. Os custos totais para a produção de tijolos convencionais somaram R\$ 62.184,99, enquanto os tijolos ecológicos apresentaram um custo total de R\$ 19.835,47. Essa diferença representa uma economia expressiva de R\$ 42.349,52. Tal economia é atribuída ao uso de tijolos ecológicos, que eliminam a necessidade de formas de madeira e resultam em uma considerável redução no uso de ferragens.

A análise comparativa de valores em reais, referente a um projeto com metragem total de 117 m<sup>2</sup>, demonstrou que os tijolos convencionais, que têm a argila como matéria-prima, apresentam custos mais elevados em comparação aos tijolos ecológicos, que utilizam resíduos sólidos de outras construções. Esse resultado destaca a viabilidade econômica dos tijolos ecológicos.

Além dos benefícios econômicos, a escolha pelos tijolos ecológicos é justificada pelo impacto ambiental reduzido. Enquanto a produção de tijolos convencionais contribui significativamente para a emissão de CO<sub>2</sub>, os tijolos ecológicos não apenas evitam essa emissão, mas também promovem a reutilização de resíduos sólidos, contribuindo para a gestão sustentável de materiais e a preservação dos recursos naturais.

Portanto, a adoção de tijolos ecológicos se mostra a melhor opção tanto sob o ponto de vista econômico quanto ambiental. A redução dos custos e das emissões de CO<sub>2</sub> são fatores determinantes para a escolha dessa alternativa, que alia sustentabilidade e eficiência econômica na construção civil.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o desenvolvimento urbano acelerado e a crescente demanda por habitação, a indústria da construção civil tem um papel significativo na degradação ambiental devido ao consumo excessivo de recursos naturais não renováveis e à geração de grandes volumes de resíduos sólidos. Diante dessa realidade, a gestão sustentável dos resíduos torna-se imprescindível, pois a crescente quantidade de resíduos sólidos representa um desafio ambiental que requer investimentos substanciais, os quais poderiam ser direcionados para outras áreas de desenvolvimento.

O aproveitamento dos resíduos sólidos provenientes das atividades de construção pública surge como uma solução promissora e ecologicamente correta. A utilização desses resíduos como matéria-prima na produção de tijolos sustentáveis evita o acúmulo de materiais em aterros sanitários, valoriza o ambiente urbano, reduz as emissões associadas à extração de novas matérias-primas, previne o desmatamento e combate a poluição do solo e das águas subterrâneas.

No entanto, apesar de suas inúmeras vantagens, a aplicação de tijolos ecológicos ainda enfrenta resistência social, muitas vezes devido à falta de conhecimento ou compreensão sobre as novas tecnologias sustentáveis. Essa limitação restringe seu uso a nichos específicos, muitas vezes ligados a iniciativas de sustentabilidade.

Conforme apontado por Oliveira (2009), a sustentabilidade global ainda é percebida como uma utopia em nossa realidade atual. Entretanto, é crucial continuar buscando maneiras de minimizar os impactos ambientais, visando melhorar a qualidade de vida presente e futura. Pensadores e executores da construção civil devem continuar se esforçando para desenvolver e divulgar tecnologias sustentáveis, como os tijolos ecológicos, promovendo uma maior conscientização e aceitação por parte do público.

Portanto, a produção de tijolos a partir de resíduos sólidos de construção não apenas reduz a degradação ambiental, mas também precisa ser melhor explicada e promovida ao público. Uma maior conscientização sobre os benefícios desse produto pode aumentar sua demanda, contribuindo ainda mais para a redução da quantidade de resíduos sólidos gerados e para a construção de um futuro mais sustentável.

## REFERÊNCIAS

ANAB. **Arquitetura Bioecológica**: Construções inteligentes, modernas e viáveis para o país. ANABBRASIL. Disponível em: <http://www.anabbrasil.org/>.. Acesso em: 31 mai. 2021.

COMO funciona o processo de produção de tijolos cerâmicos. Natreb. Disponível em: <https://natreb.com/como-funciona-o-processo-de-producao-de-tijolos-ceramicos/#:~:text=A%20argila%20%C3%A9%20a%20mat%C3%A9ria,em%20caminh%C3%B5es%20do%20tipo%20ca%C3%A7amba..> Acesso em: 1 jul. 2024.

OLIVEIRA, Carine. **O Paradigma da Sustentabilidade na Seleção de Materiais e Componentes para Edificações**. . 2009 Dissertação (Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: . Acesso em: 2 jul. 2024.

PREFEITURA DE SÃO PAULO. **SP Regula**: Resíduos sólidos. SP Regula. São paulo. Disponível em: [https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/spregula/residuos\\_solidos/cadastro\\_sp\\_regula/index.php?p=274393](https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/spregula/residuos_solidos/cadastro_sp_regula/index.php?p=274393). Acesso em: 1 jul. 2024.

SILVEIRA, Wilson J. da C.. **Sistemas Construtivos para Habitação de Interesse Social**. . Florianópolis, 1994 Dissertação (Engenharia de produção) - Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/30357319.pdf>. Acesso em: 1 jul. 2024.

SOUZA, Márcia I.; PEREIRA, Joelma A.. Tijolos prensados de solo-cimento confeccionados com resíduos de concreto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, São Paulo. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/Qx3zyWVxQJPst4DWZyY3WqD/>. Acesso em: 1 jul. 2024.