



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA

TAYLANE DE MEDEIROS

**FABRICAÇÃO DE TIJOLOS ECOLÓGICOS A PARTIR DE RESÍDUOS DA
CONSTRUÇÃO CIVIL COM A ADIÇÃO DE POLITEREFTALATO DE ETILENO
(PET) PARA A FORMAÇÃO DE COMPÓSITOS.**

CARAÚBAS

2025

TAYLANE DE MEDEIROS

**FABRICAÇÃO DE TIJOLOS ECOLÓGICOS A PARTIR DE RESÍDUOS DA
CONSTRUÇÃO CIVIL COM A ADIÇÃO DE POLITEREFTALATO DE ETILENO
(PET) PARA A FORMAÇÃO DE COMPÓSITOS.**

Monografia apresentada a Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como requisito
para obtenção do título de Bacharel em
Ciência e Tecnologia.

Orientador (a): Profa. Dra. Ana Tereza de
Abreu Lima.

Co Orientador (a): Profa. Dra. Rejane Ramos
Dantas

CARAÚBAS

2025

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

M488f Medeiros, Taylane de.
Fabricação de tijolos ecológicos a partir de
resíduos da construção civil com a adição de
politereftalato de etileno (PET) para a formação
de compósitos. / Taylane de Medeiros. - 2025.
36 f. : il.

Orientadora: Ana Tereza de Abreu Lima.
Coorientadora: Rejane Ramos Dantas.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Ciência e
Tecnologia, 2025.

1. Ensaio de compressão. 2. Solo-cimento. 3.
Reciclagem. 4. Resistência mecânica. I. Lima, Ana
Tereza de Abreu, orient. II. Dantas, Rejane
Ramos, co-orient. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo autor(a).

Biblioteca Campus Caraúbas
Bibliotecária: Sarah Freire Bezerra
CRB: 15/1052

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

TAYLANE DE MEDEIROS

**FABRICAÇÃO DE TIJOLOS ECOLÓGICOS A PARTIR DE RESÍDUOS DA
CONSTRUÇÃO CIVIL COM A ADIÇÃO DE POLITEREFTALATO DE ETILENO
(PET) PARA A FORMAÇÃO DE COMPÓSITOS.**

Monografia apresentada a Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como requisito
para obtenção do título de Bacharel em
Ciência e Tecnologia.

Defendida em:.

BANCA EXAMINADORA

Ana Tereza de Abreu Lima, Profa. Dra. (UFERSA)
Presidente

Rejane Ramos Dantas, Profa. Dra. (UFERSA)
Co-Orientador(a)

Jennef Carlos Tavares, Prof. Dr. (UFERSA)
Membro Examinador

Hudson Pacheco Pinheiro, Prof. Dr. (UFERSA)
Membro Examinador

Dedico a minha família que sempre me apoia com seu amor incondicional, e principalmente a Deus por me dar forças e não deixar desistir.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela minha vida, e por me ajudar a ultrapassar todos os obstáculos encontrados ao longo do curso, pois sem essa força não seria possível.

Aos meus pais e irmãos, que me incentivaram nos momentos difíceis e compreenderam a minha ausência enquanto eu me dedicava à realização deste trabalho. Minha eterna gratidão por nunca soltarem a minha mão. Vocês são essenciais para a realização desse sonho.

Quero agradecer também aos meus amigos e colegas de curso, pelo apoio mútuo e pelas discussões enriquecedoras durante todo esse percurso. Vocês tornaram esta jornada mais leve e agradável.

Aos professores, pelas correções e ensinamentos que me permitiram apresentar um melhor desempenho no meu processo de formação profissional. A minha orientadora Ana Tereza de Abreu Lima, obrigada por cada palavra de incentivo e por me acolher tão bem, minha eterna gratidão. A minha Co-orientadora Rejane Ramos Dantas obrigada por me apresentar esse projeto incrível e por me acolher tão bem.

Às pessoas com quem convivi ao longo desses anos de curso, que me incentivaram e que certamente tiveram impacto na minha formação acadêmica.

“Tudo parece impossível até que seja feito”

(Nelson Mandela)

RESUMO

A produção em grande escala de embalagens de Polietileno Tereftalato (PET) se consolidou como um dos setores de maior crescimento na última década, devido à ampla variedade de suas aplicações. No entanto, esse avanço também gerou impactos negativos, como o descarte inadequado do material, tornando-se uma preocupação global. Por outro lado, a construção civil é uma das áreas que mais consome recursos naturais, o que tem impulsionado a busca por soluções sustentáveis visando a redução dos danos ambientais. Este tipo de tijolo é de baixo custo, fácil fabricação e reduz o impacto ao meio ambiente, já que não existe a queima no seu processo de produção, diferente de outros tipos de tijolos. Este trabalho tem como objetivo desenvolver tijolos ecológicos por meio da reutilização de resíduos sólidos da construção civil e da incorporação de Polietileno Tereftalato (PET), visando reduzir os impactos ambientais causados pelo descarte inadequado desses materiais e promover alternativas sustentáveis para o setor da construção civil. A metodologia adotada caracteriza-se por uma abordagem experimental e quantitativa, envolvendo a coleta, seleção e preparação de resíduos como cerâmica, argamassa e concreto, além do gesso calcinado e tiras de PET reciclado. Os tijolos foram confeccionados com diferentes composições e submetidos à secagem natural e em estufa. A resistência mecânica foi avaliada por meio de ensaios de compressão utilizando a máquina universal AG-IS 100kN da SHIMADZU. Os resultados indicaram que os tijolos produzidos com gesso calcinado apresentaram os maiores valores de resistência à compressão, atingindo até 5,03 MPa, superando os tijolos que utilizaram gesso não calcinado. A adição de PET como reforço estrutural também demonstrou eficácia, especialmente com duas camadas, cujas amostras alcançaram resistências entre 3,26 MPa e 3,92 MPa. Por outro lado, o uso de três camadas de PET resultou em uma leve redução da resistência (entre 2,49 MPa e 3,35 MPa), sugerindo interferência excessiva na matriz do tijolo. A secagem em estufa contribuiu para maior uniformidade e desempenho mecânico em comparação à secagem natural. Conclui-se que a combinação de resíduos da construção civil, gesso calcinado e PET reciclado permite a produção de tijolos ecológicos com desempenho técnico satisfatório para aplicações não estruturais, além de contribuir significativamente para a redução de impactos ambientais e o reaproveitamento de materiais descartados. Tendo em vista que foram utilizados diferentes composições e traços na confecção desses tijolos, com variações nos tipos de materiais, proporções e no processo de secagem. Foram baseados na substituição parcial dos agregados por resíduos da construção civil (RCC) e gesso, com adição de tiras de PE reciclado. Os traços seguiram a proporção de 1050g de RCC para 450g de gesso (natural ou calcinado) com variações no volume de água: 280 mL, 300mL, 500mL. Também foram testados reforços com duas e três camadas de PET. Os tijolos passaram por diferentes processos de secagem, tanto natural quanto em estufa, permitindo assim a comparação do seu desempenho físico e mecânico entre as amostras.

Palavras-chave: Ensaio de compressão; Solo-cimento; Reciclagem; Resistência mecânica.

ABSTRACT

The large-scale production of Polyethylene Terephthalate (PET) packaging has become one of the fastest-growing sectors in recent decades due to its wide range of applications. However, this growth has also led to negative environmental impacts, particularly due to improper disposal of PET waste, which has become a global concern. Simultaneously, the construction industry remains one of the largest consumers of natural resources, driving the search for sustainable solutions to reduce environmental damage. And are characterized by low cost, easy manufacturing, and reduced environmental impact, as they do not require firing during production. This study aims to develop ecological bricks by reusing construction and demolition waste (CDW) and incorporating recycled PET, promoting sustainable alternatives for the construction sector and reducing the environmental impact of waste disposal. The methodology involved an experimental and quantitative approach, including the collection, selection, and preparation of materials such as ceramics, mortar, and concrete, along with calcined gypsum and PET strips. Bricks were produced with different compositions and subjected to both natural and oven drying. Results showed that bricks containing calcined gypsum achieved the highest compressive strength, reaching up to 5.03 MPa, outperforming those made with non-calcined gypsum. The addition of PET as structural reinforcement was also effective, especially with two layers, yielding strengths between 3.26 MPa and 3.92 MPa. However, using three layers of PET led to a slight reduction in strength (2.49 MPa to 3.35 MPa), suggesting excessive interference in the brick matrix. Oven drying contributed to greater uniformity and improved mechanical performance compared to natural drying. In conclusion, the combination of CDW, calcined gypsum, and recycled PET enables the production of ecological bricks with satisfactory technical performance for non-structural applications, while significantly contributing to environmental preservation and waste reuse. Different compositions and mixes were used in the production of these bricks, with variations in material types, proportions, and drying processes. They were based on the partial replacement of aggregates with construction waste (RCC) and gypsum, with the addition of recycled PE strips. The mixes followed the ratio of 1050g of RCC to 450g of gypsum (natural or calcined) with variations in water volume: 280 mL, 300 mL, 500 mL. Reinforcements with two and three layers of PET were also tested. The bricks underwent different drying processes, both natural and kiln-dried, thus allowing comparison of their physical and mechanical performance between samples.

Keywords: Testing and compression; Soil-cement; Recycling; Mechanical resistance.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Composição e traços utilizados para a fabricação dos tijolos

Tabela 2 – Dados dos tijolos, dimensões, massa e suas características

Tabela 3 – Ensaio de compressão

Tabela 4 – Resultado do ensaio de compressão

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

POLITEREFTALATO DE ETILENO - PET

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

SEBRAE - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas

RCC – Resíduo da Construção Civil

Sumário

Sumário

1.	INTRODUÇÃO	1
2.1	Objetivo Geral.....	4
2.2	Objetivos Específicos	4
3	REFERENCIAL TEÓRICO	4
3.1	SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL	5
3.2	RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL COMO MATÉRIA-PRIMA	5
3.3	POLITEREFTALATO DE ETILENO (PET) E SUA APLICAÇÃO EM MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO	6
3.4	TIJOLOS ECOLÓGICOS E A FORMAÇÃO DE COMPÓSITOS.....	7
3.5	RECICLAGEM	8
4	METODOLOGIA DA PESQUISA.....	10
4.1	Descrição da pesquisa	10
4.2	Procedimentos experimentais	10
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	21
7	REFERÊNCIAS	23

1. INTRODUÇÃO

A intensificação das questões ambientais e a possível escassez de recursos naturais estão impulsionando a indústria da construção civil, um dos pilares da economia brasileira, a buscar soluções que se adequem aos princípios e práticas do desenvolvimento sustentável. Diante da crescente preocupação com a preservação do meio ambiente e com a adoção de práticas mais conscientes, torna-se cada vez mais necessário utilizar os recursos naturais de forma eficiente, visando garantir um futuro mais equilibrado para o planeta. A construção civil, reconhecida como uma das atividades que mais impactam o meio ambiente, desempenha um papel fundamental nesse cenário, pois gera volumes consideráveis de resíduos, muitas vezes descartados de maneira inadequada. Em resposta a essa realidade, diversas iniciativas e estudos vêm sendo desenvolvidos com o objetivo de reduzir os danos ambientais causados, especialmente por meio do reaproveitamento de resíduos como componentes alternativos na fabricação de materiais de construção. Normas técnicas específicas têm desempenhado um papel essencial nesse processo, ao estabelecer critérios para a caracterização desses materiais, como ocorre, por exemplo, com os tijolos de solo-cimento utilizados em ensaios de compressão e absorção de água (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2012).

Nos últimos anos, as questões ambientais passaram a ocupar um espaço central nas discussões globais, despertando crescente atenção quanto à necessidade de adoção de práticas sustentáveis. Esse aumento de interesse pode ser observado na realização frequente de conferências internacionais voltadas à busca por soluções que reduzam os danos ao meio ambiente. (SANTANA, J. E. S.; CARVALHO, A. C. X.; FARIA, A. P. G., 2013).

Diversos fatores impulsionam a reciclagem dos resíduos poliméricos presentes nos resíduos sólidos urbanos, como a economia de energia, a preservação de fontes não renováveis de matéria-prima, a redução dos custos com a disposição final de resíduos e a recuperação de áreas degradadas pelo descarte inadequado. Além disso, a prática contribui para o aumento da vida útil dos aterros sanitários, a diminuição dos gastos públicos com limpeza urbana e saúde, bem como para a geração de emprego e renda para a população (SPINACÉ; DE PAOLI, 2005). Os resíduos provenientes da construção civil e de demolições são formados por restos ou partes de materiais empregados durante as atividades construtivas. Esses resíduos, na maioria das vezes, agregam ao material restos de argamassa e concreto, materiais cerâmicos, metais, plásticos, madeira, papel e vidro. Esses fragmentos que são encontrados em grandes quantidades podem ser transformados em agregados para diversas aplicações, como em concreto, no solo- cimento, enquanto que o restante desses resíduos pode ser reciclado.

Desta forma, a busca por inovações na construção civil tem se intensificado, com o objetivo de desenvolver procedimentos mais eficientes, sustentáveis e complexos, capazes de reduzir o tempo de execução das obras, melhorar a qualidade de vida dos trabalhadores e, ao mesmo tempo, promover o aumento da produtividade aliado ao desenvolvimento sustentável. Nesse contexto, destaca-se o crescente interesse pela utilização do tijolo ecológico, também

conhecido como tijolo modular solo-cimento. Constituído por materiais proveniente de resíduos da construção civil, esse tipo de tijolo é uma alternativa viável para minimizar os impactos ambientais causados pela construção civil. Sua produção dispensa o processo de queima utilizado na fabricação de tijolos convencionais, contribuindo significativamente para a redução da emissão de gases poluentes na atmosfera. Além disso, seu formato planejado permite a inserção facilitada de ferragens, dispensando o uso intensivo de pilares e vigas de concreto armado, ao mesmo tempo em que possibilita a instalação de sistemas elétricos e hidráulicos diretamente em seus encaixes. Isso torna o processo construtivo mais ágil, diminui o desperdício de materiais e evita a necessidade de cortes na alvenaria (GUSMÃO; LIMA; SILVA, 2023).

O contínuo avanço da indústria da construção civil, aliado ao agravamento da escassez de recursos naturais, torna cada vez mais indispensável a implementação de soluções sustentáveis e tecnologias inovadoras no setor. Diante do significativo volume de resíduos gerados pelas atividades construtivas e demolições, torna-se indispensável buscar alternativas que possibilitem o reaproveitamento desses materiais, minimizando os impactos ambientais e promovendo a economia circular. Além de ser um dos setores mais relevantes para o desenvolvimento econômico e social do país, a construção civil também é responsável por considerável degradação ambiental, seja pela exploração excessiva de recursos naturais ou pela má gestão dos resíduos produzidos. Nesse cenário, iniciativas que transformem os resíduos em novos insumos, como a fabricação de tijolos ecológicos, não apenas contribuem para a preservação do meio ambiente, mas também favorecem o desenvolvimento de tecnologias construtivas mais eficientes, econômicas e sustentáveis. A escolha por estudar e desenvolver materiais como o tijolo ecológico, produzido sem o processo de queima e com a utilização de resíduos da construção civil, surge como uma resposta concreta às demandas por sustentabilidade e inovação.

De acordo com Vieira (2008), a construção civil desempenha um papel fundamental no desenvolvimento econômico do país, ou seja, contribuindo tanto direta quanto indiretamente para a melhoria da qualidade de vida da população. Visto que esse setor é responsável pela infraestrutura nacional, como também impulsiona toda a cadeia produtiva, porém seus impactos nem sempre são positivos.

De modo a promover avanços, a construção civil tem procurado reformular suas estratégias e métodos de planejamento, visando atender às demandas por sustentabilidade. Apesar desses esforços, integrar o que se propõe na teoria com a realidade prática ainda é um obstáculo significativo, já que o setor é composto por múltiplas fases e processos até a entrega final das edificações (MARQUES NETO, 2010).

Assim, este estudo justifica-se pela necessidade de contribuir para o avanço sustentável da construção civil, demonstrando que é possível aliar desenvolvimento econômico, preservação ambiental e responsabilidade social por meio da pesquisa, inovação e aplicação prática de novas tecnologias.

Com base no estudo dessa pesquisa, a proposta prática do reaproveitamento de resíduos da construção civil e materiais recicláveis na fabricação de tijolos ecológicos busca por

sustentabilidade, inovação no processo produtivo, aproveitamento local de resíduos, como também integração entre engenharia mecânica e civil. Com isso a pesquisa busca por um diferencial no aproveitamento de resíduos da construção civil e materiais recicláveis, como o PET, na produção de tijolos ecológicos. Essa proposta alia tanto a inovação como também a responsabilidade ambiental, ao desenvolver um produto que dispensa o processo da queima quando comparado ao tijolo tradicional, ou seja, reduzindo assim a emissão de gases poluentes. A incorporação de tiras de PET como reforço estrutural representa uma abordagem inovadora, que é pouco explorada em estudos anteriores. Dessa forma, o estudo se destaca por oferecer uma alternativa coesa para a gestão de resíduos, como também para o avanço sustentável na construção civil.

O Brasil se destaca mundialmente na reciclagem mecânica do PET, alcançando um dos maiores índices, com aproximadamente 53% de reaproveitamento. Esse elevado desempenho se deve, em grande parte, à ampla gama de aplicações do material, que varia desde o setor têxtil, com a produção de multifilamentos, até a indústria alimentícia. Nesta última, as embalagens recicladas com grau alimentício podem ser combinadas com resina virgem em diferentes proporções, possibilitando seu reprocessamento para novos usos. (ROMÃO, SPINACÉ e DE PAOLI, 2009).

O aproveitamento dos resíduos sólidos gerados pela construção civil como matéria-prima na fabricação de tijolos ecológicos configura-se como uma prática ambientalmente sustentável. Essa alternativa contribui para a diminuição do volume de entulho descartado em aterros sanitários, valoriza o espaço urbano, reduz a necessidade de extração de recursos naturais, evita o desmatamento e minimiza os riscos de contaminação do solo e das águas subterrâneas (MACHADO, 2020).

Com base em outras pesquisas, tem-se observado o quão é importante a discussão do tema proposto, visto que é um grande avanço tanto populacional quanto para a construção civil, tratar de reaproveitamento de resíduos da construção civil, e mais ainda pelo o seu processo de fabricação que é diferente dos tijolos tradicionais. Com base nos estudos de (SILVA, 2019), Os resíduos de gesso oriundos da construção civil geralmente apresentam-se em forma de pó ou torrões, especialmente quando resultantes de serviços de revestimento. Já quando provenientes de placas ou elementos ornamentais pré-moldados, esses resíduos costumam estar em pedaços maiores. As principais formas de destinação e reaproveitamento do resíduo de gesso envolvem seu uso como componente na fabricação de cimento, como agente retardador de pega e, no setor agrícola, como corretivo e fertilizante para o solo (ALMEIDA; SOARES; MATOS, 2020). Com o crescimento do setor da construção civil, a demanda por gesso tem se intensificado, o que resulta no aumento proporcional da geração de resíduos desse material, que é classificado como não inerte (FREITAS, 2021).

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

O objetivo desse trabalho é analisar a produção de tijolos ecológicos, substituindo parcialmente um de seus compostos por resíduos sólidos da construção civil, com o intuito de minimizar os impactos ambientais contribuindo para preservação do meio ambiente.

2.2 Objetivos Específicos

- O presente trabalho tem como objetivo principal fabricar tijolos ecológicos a partir do aproveitamento dos resíduos sólidos da construção civil, com características compatíveis ou superiores às exigidas pela norma NBR 8491 da ABNT;
- A pesquisa também visa Obter um compósito com a adição do PET como reforço, e com isso irá promover uma maior sustentabilidade e desempenho mecânico;
- Além disso, busca avaliar o comportamento mecânico do tijolo após a sua secagem à temperatura ambiente e a secagem realizada através de estufas, identificando possíveis variações em suas propriedades físicas;
- Por fim, os corpos de provas produzidos foram submetidos ao teste a resistência mecânica através de ensaios de compressão, com o intuito de verificar a resistência mecânica do material, ou seja, as diferentes composições e condições de secagem.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

A crescente preocupação com a preservação ambiental tem impulsionado o setor da construção civil a adotar práticas sustentáveis que minimizem os impactos negativos ao meio ambiente. Este trabalho tem como objetivo analisar a viabilidade da utilização de resíduos sólidos da construção civil e do politereftalato de etileno (PET) como matérias-primas alternativas na produção de tijolos ecológicos. A pesquisa fundamenta-se em uma abordagem qualitativa e exploratória, por meio de revisão bibliográfica, com base em legislações ambientais e estudos recentes sobre o tema. Os resíduos provenientes das obras, frequentemente descartados em aterros ou de forma inadequada, apresentam grande potencial de reutilização, contribuindo para a redução da extração de recursos naturais e da geração de

resíduos. O PET, por sua vez, destaca-se pelas propriedades físicas e mecânicas que favorecem sua aplicação na construção civil, além de oferecer benefícios econômicos e ambientais por meio de sua reciclagem. Os tijolos ecológicos surgem como uma alternativa viável, uma vez que sua produção exige menor consumo energético, evita a queima de materiais e pode incorporar resíduos recicláveis em sua composição. O estudo reforça a importância da adoção de tecnologias limpas e do reaproveitamento de materiais como estratégia para a promoção do desenvolvimento sustentável. Dessa forma, conclui-se que o uso de resíduos reciclados, incluindo o PET, na fabricação de tijolos ecológicos representa uma solução eficiente e ambientalmente adequada para a construção civil, aliando responsabilidade ambiental, inovação tecnológica e viabilidade econômica.

3.1 SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL

De acordo com Ribeiro e Cruz (2016), o conceito de sustentabilidade é fruto de um processo histórico e político ao longo do tempo, que busca preservar o planeta ao mesmo tempo em que atende às necessidades humanas. Esse conceito baseia-se na adoção de práticas que garantam a conservação do meio ambiente. A sustentabilidade é alcançada por meio do desenvolvimento sustentável, permitindo que os recursos utilizados pela geração atual possam também ser aproveitados pelas futuras gerações. Dessa forma, promove-se um crescimento econômico que assegura melhor qualidade de vida para as pessoas no presente, sem comprometer o bem-estar daqueles que ainda irão usufruir dos recursos naturais.

3.2 RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL COMO MATÉRIA-PRIMA

De acordo com o estudo desse trabalho, a pesquisa foi realizada no laboratório de Engenharia Mecânica e Civil da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, campus Caraúbas, e teve como objetivo a produção de tijolos ecológicos com o uso de resíduos sólidos da construção civil e fibras de PET (politereftalato de etileno), formando um compósito. Os materiais utilizados incluíram cerâmica, argamassa, concreto e resíduos de gesso, todos coletados em um canteiro de obras do município de Caraúbas. Após uma seleção prévia dos entulhos, os resíduos foram fragmentados e triturados com o auxílio do equipamento de abrasão Los Angeles. A confecção dos tijolos seguiu os critérios estabelecidos pela norma ABNT NBR 8491. A pesquisa adotou uma abordagem experimental

e quantitativa, com avaliação da resistência mecânica dos tijolos por meio de ensaio de compressão realizado na máquina universal AG-IS 100kN da SHIMADZU.

O setor da construção civil responde por 67% do total de resíduos sólidos urbanos gerados (ANAB, 2007). De acordo com a Resolução nº 307, artigo 2º, do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente), resíduos sólidos são definidos como materiais provenientes da construção, reforma, reparo e demolição de edificações, bem como dos processos de preparo e escavação do terreno. Esses resíduos frequentemente apresentam características tóxicas, poluentes e não biodegradáveis, ou seja, o que contribui para a contaminação do solo e outros problemas ambientais (JOHN, 2000).

Os solos podem ser classificados de diversas maneiras, levando-se em consideração critérios como a sua origem, o processo de evolução, a presença ou ausência de matéria orgânica, a estrutura e o grau de preenchimento dos seus vazios (SOUZA, 2006).

A indústria da construção civil é uma das maiores consumidoras de recursos naturais, utilizados na produção de aglomerantes, agregados e outros materiais. Embora contribua significativamente para o desenvolvimento socioeconômico do país, esse setor também é um grande gerador de resíduos, que causam impactos ambientais, sociais e econômicos consideráveis. Esses impactos resultam da exploração excessiva dos recursos naturais, da alteração da paisagem e, principalmente, do descarte inadequado ou irregular dos resíduos provenientes de construções e demolições (CAVALCANTE; MIRANDA, 2011; OLIVEIRA, 2016; SILVA *et al.*, 2015).

3.3 POLITEREFTALATO DE ETILENO (PET) E SUA APLICAÇÃO EM MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

O aumento do uso de materiais poliméricos pela sociedade também resultou em um crescimento significativo do descarte inadequado desses resíduos no meio ambiente. Entre os principais exemplos estão as garrafas PET e os pneus, ambos caracterizados por um longo tempo de decomposição, que pode variar entre 300 e 600 anos. Diante desse cenário, a engenharia tem buscado soluções para minimizar os impactos ambientais, promovendo,

paralelamente, pesquisas voltadas para o reaproveitamento adequado de determinados rejeitos, como sua aplicação no reforço de solos (SILVA, 2007).

Em relação ao uso das fibras de PET, considerando sua origem e os desafios associados ao seu descarte, é fundamental garantir o destino adequado desse material, uma vez que o meio ambiente enfrenta sérias dificuldades em lidar com o descarte incorreto desses resíduos (SILVA, 2007).

Segundo Frigione (2010), a reciclagem do PET traz benefícios em aspectos ambientais, sociais e econômicos. Entre esses benefícios incluem a redução da necessidade de extração de recursos naturais não renováveis, a diminuição do volume de resíduos destinados a aterros sanitários e a economia de energia, já que o processo de reciclagem consome, em média, apenas 30% da energia exigida para produzir a resina virgem, sem comprometer a qualidade do material final. Visto que, a reciclagem contribui para o desenvolvimento de uma cadeia logística responsável pela coleta, separação, transporte e destinação adequada desses resíduos, além de possibilitar a redução do custo dos produtos, que podem ser até 30% mais baratos em comparação com os fabricados a partir de matéria-prima virgem.

De acordo com Aragon e Ghiraldello (2014), os polímeros de polietileno apresentam propriedades bastante vantajosas, como baixo custo energético durante o processamento e alta durabilidade. Além disso, esses materiais podem variar entre rígidos e flexíveis, são leves, resistentes à deformação e de fácil manuseio. Essas características, quando aplicadas na construção civil, podem contribuir significativamente para a obtenção de resultados satisfatórios.

3.4 TIJOLOS ECOLÓGICOS E A FORMAÇÃO DE COMPÓSITOS

De acordo com o SEBRAE (2010), os tijolos ecológicos se destacam por possibilitarem o reaproveitamento de resíduos em seu processo produtivo. Além disso, sua fabricação contribui para a preservação ambiental, ao reduzir a extração de matéria-prima e evitar o desmatamento para obtenção de lenha utilizada na queima tradicional. Outro aspecto

relevante é a economia de energia proporcionada pelo método de produção desses tijolos (NETO, 2010).

Diante desse cenário, alternativas que aliam sustentabilidade e baixo custo ganham cada vez mais espaço, como é o caso do tijolo ecológico. Produzido por meio de um processo limpo que utiliza o solo, abundante em todo o planeta, e, em algumas situações, resíduos da própria construção civil, esse material apresenta-se como uma opção financeiramente viável, principalmente para projetos de habitação popular, contribuindo para atender às necessidades da população sem comprometer o meio ambiente.

O tijolo ecológico tem se consolidado como uma alternativa viável e sustentável para a construção civil, destacando-se por não demandar a queima de madeira em seu processo de fabricação, nem gerar emissões significativas de dióxido de carbono. Além disso, sua composição permite a incorporação de resíduos, tornando-o um excelente receptor de materiais recicláveis. Este trabalho tem como objetivo, por meio de uma revisão bibliográfica, analisar a viabilidade da incorporação do PET (politereftalato de etileno), uma variação do polietileno, na produção de tijolos ecológicos (GARCIA et al., 2022).

3.5 RECICLAGEM

A reciclagem é um processo de transformação de um resíduo sólido em um novo produto, visto que nesse processo de transformação é necessário que haja interações das propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas. De acordo com (SOUZA,2006) a utilização de entulho reciclado na construção civil teve início na Europa após o término da Segunda Guerra Mundial. No Brasil, entretanto, essa prática ainda está pouco desenvolvida, mesmo diante da escassez de agregados nas grandes regiões metropolitanas. Tendo em vista, que países europeus, como a Holanda, já decidiram até 90% dos resíduos da construção e avançam em sobre as discussões sobre a certificação desses materiais.

Ao analisar o volume de resíduos provenientes das obras de construção civil, percebe-se que, mesmo sendo compostos por materiais diversos, a maioria apresenta elevado valor agregado e boa resistência mecânica. Entre eles, destacam-se a areia, a brita, o concreto e a argamassa endurecidos, os tijolos, fragmentos cerâmicos, madeira, entre outros. Todos esses resíduos possuem potencial para serem utilizados como matérias-primas. Assim sendo, os

entulhos gerados pela construção civil em áreas urbanas podem ser considerados verdadeiros depósitos de recursos que podem ser reaproveitados sem que haja algum prejuízo ao meio ambiente (OLIVEIRA *et al.*, 2002).

A preocupação com a preservação dos recursos naturais para as próximas gerações tem se intensificado. Diante dessa realidade, uma medida essencial para garantir a disponibilidade desses recursos no futuro é o fortalecimento da sustentabilidade nos diferentes setores produtivos, por meio do uso de fontes de energia renováveis, de tecnologias ambientalmente adequadas e da proteção dos ecossistemas (JUNIOR; ROMANEL, 2013).

A adoção de práticas sustentáveis na construção civil tem se tornado uma exigência cada vez mais frequente. Entre essas práticas, destacam-se o uso de fontes de energia renováveis e o reaproveitamento de materiais nas obras (SOUZA; DIAS, 2017).

Com o objetivo de tornar a construção civil mais sustentável e contribuir para a preservação ambiental, tem-se investido no desenvolvimento de tecnologias que possibilitem reduzir a geração de resíduos ou promover o reaproveitamento daqueles que já foram descartados. De acordo com a Resolução 307/2002 do CONAMA, reciclagem é definida como o processo no qual o resíduo passa por alguma forma de transformação antes de ser reutilizado, enquanto a reutilização refere-se à reaplicação do resíduo sem que haja qualquer alteração em sua estrutura original.

Por demandar grandes volumes de materiais, o setor da construção civil acaba sendo um dos principais responsáveis pela geração de resíduos. Diante desse cenário, com o propósito de contribuir para o desenvolvimento sustentável, algumas empresas têm investido em iniciativas voltadas à coleta e transformação desses resíduos, enxergando essa prática como uma oportunidade de negócio e uma forma de obter retorno financeiro (LIMA; LIMA, 2009; MAGAGNIN FILHO, 2015).

4 METODOLOGIA DA PESQUISA

4.1 Descrição da pesquisa

A pesquisa foi desenvolvida na Universidade Federal Rural do Semi-Árido no laboratório de Engenharia Mecânica/ Engenharia Civil do campus de Caraúbas. Os tijolos foram confeccionados substituindo parcialmente um de seus compostos por resíduos sólidos da construção civil com adição de PET - POLITEREFTALATO DE ETILENO caracterizando assim, como um compósito. Essa confecção obedecerá a normativa NBR 8491 da ABNT. Segundo a Associação Brasileira da Indústria do PET (ABIPET), o polietileno é um material totalmente reciclável e atualmente é amplamente utilizado na produção de fibras têxteis, filmes adesivos, embalagens para bebidas, papéis e diversos outros produtos. Essa informação é destacada por Granzotto e Pretto (2012) ao abordarem a importância da sustentabilidade na sociedade contemporânea.

Esta pesquisa caracteriza-se como uma abordagem experimental e quantitativa, visando uma busca por soluções práticas para a reutilização de resíduos da construção civil na fabricação de tijolos ecológicos. Esse experimento se justifica pela produção e teste de corpos de prova feito no laboratório. Enquanto que a abordagem quantitativa está presente na coleta dos dados referentes às proporções dos materiais, como também os processos de fabricação e as propriedades dos tijolos produzidos. Foi avaliado o comportamento do tijolo ecológico após sua secagem à temperatura ambiente e a secagem em estufa por meio da simulação numérica. E, finalmente, a resistência mecânica dos tijolos foi testada através do ensaio de compressão, pela máquina universal AG-IS 100kN da SHIMADZU.

4.2 Procedimentos experimentais

Os resíduos de construção civil, incluindo os resíduos de gesso, foram coletados no município de Caraúbas, em um canteiro de obras situado na região central da cidade. Considerando a diversidade de materiais presentes nos entulhos, tanto em aspectos qualitativos quanto quantitativos a amostragem, foi realizada uma seleção prévia, priorizando os materiais mais representativos nas construções como também sua relevância para o estudo, como cerâmica, argamassa e concreto. Após a coleta, os materiais foram fragmentados em porções menores, conforme mostra a Figura 1, e posteriormente triturados com o auxílio do equipamento de abrasão Los Angeles.

Figura 1 – Materiais triturados.



Fonte: Autor, 2025.

Em seguida, o material foi submetido ao processo de peneiramento. Nessa etapa, os resíduos processados foram passados por peneiras com malha de 4mm, enquanto os resíduos de gesso foram separados utilizando peneiras com aberturas de 2mm. O resultado obtido após esse procedimento pode ser observado na Figura 2.

Figura 2 – Amostras peneiradas.



Fonte: Autor, 2025.

Para a confecção dos corpos de prova, foram utilizadas formas com dimensões de 10×20×6 centímetros, destinados à fabricação de tijolos intertravados. A mistura dos resíduos foi preparada na proporção de 1.050 gramas de resíduos de construção civil para 450 gramas de resíduo de gesso, conforme os critérios da norma ABNT NBR 12127 (2019). A figura 3 mostra as medições das amostras.

Figura 3 – Medições das amostras (resíduo de construção civil; resíduo de gesso).



Fonte: Autor, 2025.

Com isso, foram produzidos nove tijolos: três com adição de 280 mL de água (tijolo 1, 2 e 3), três com 300 mL (tijolo 4, 5 e 6), e os outros três contendo gesso calcinado e 500 mL de água (tijolo 7, 8 e 9), conforme mostrado na figura 4 os tijolos produzidos foram (tijolo 1, 2 e 3). A quantidade de água utilizada na produção dos blocos de tijolos se deu de forma experimental, ou seja, com base na observação na hora da moldagem dos tijolos, e também na sua consistência para o preenchimento das formas. Com isso, foram testadas em três proporções, com a finalidade de comparação do seu comportamento da mistura com diferentes teores de umidades.

Figura 4 – Tijolos produzidos (tijolos 1, 2 e 3)



Fonte: Autor, 2025.

Em seguida, foram produzidos tijolos utilizando gesso calcinado, resíduos de construção civil e material provenientes de garrafas PET. A etapa de calcinação do gesso foi realizada na estufa no Laboratório de Materiais de Construção Civil.

De acordo com a norma NBR 12127 (ABNT, 1991), A etapa de calcinação do gesso foi realizada em estufa de secagem com circulação natural de ar, modelo QUIMIS Q-317M, com capacidade de alcançar temperaturas de até 200 °C, conforme exigido pela norma NBR 12127 (ABNT, 1991). Durante o processo de calcinação, o resíduo de gesso foi colocado em formas metálicas e submetido à desidratação em estufa por 24 horas, a uma temperatura de 170 °C (Figura 5). Após essa etapa, o material permaneceu na estufa por mais 4 horas, para que ocorresse o resfriamento gradual antes da sua remoção.

O objetivo principal desse procedimento é restaurar as propriedades químicas e físicas do gesso residual, tornando-o apto para ser reutilizado como material aglomerante.

Figura 5 – Gesso na estufa.



Fonte: Autor, 2025.

Na etapa seguinte, foram produzidos três tijolos utilizando 1.050 gramas de resíduo de construção civil, 450 gramas de gesso calcinado e 500 mL de água. Esses tijolos foram submetidos ao processo de secagem em estufa a uma temperatura de 100 °C, conforme ilustrado na Figura 6. Além disso, foram confeccionados outros seis tijolos submetidos à secagem natural, nos quais foram incorporadas tiras de garrafas PET (Figura 7), com dimensões de 8 cm de comprimento e 0,5 cm de largura. Dentre esses seis tijolos, três receberam duas camadas de PET, enquanto os outros três foram reforçados com três camadas de PET.

Figura 6 – Tijolos seco em estufa.



Fonte: Autor, 2025.

Além disso, foram confeccionados outros seis tijolos submetidos à secagem natural, nos quais foram incorporadas tiras de garrafas PET (Figura 7), com dimensões de 8 cm de comprimento e 0,5 cm de largura. Dentre esses seis tijolos, três receberam duas camadas de PET, enquanto os outros três foram reforçados com três camadas de PET.

Figura 7 – Tijolos com camadas de PET



Fonte: Autor, 2025.

Assim, no total, foram confeccionados nove tijolos, conforme ilustrado na Figura 8.

Figura 8 – Tijolos produzidos.



Fonte: Autor, 2025.

Para uma melhor compreensão segue abaixo na tabela 1 a composição e os traços utilizados para a fabricação dos tijolos ecológicos.

Tabela 1 – Composição e traços utilizados para a fabricação dos tijolos.

Grupo de tijolos	Composição	Proporção dos materiais	Secagem	Reforço com PET
Tijolos 1, 2 e 3	RCC; Gesso não calcinado; Água.	1050 g de RCC; 450 g de gesso; 280 mL de água.	Natura	Não teve reforço.
Tijolos 4, 5 e 6	RCC; Gesso não calcinado; Água.	1050 g de RCC; 450 g de gesso; 300 mL de água.	Natural	Não teve reforço.
Tijolos 7, 8 e 9	RCC; Gesso calcinado; Água.	1050 g de RCC; 450 g de gesso calcinado; 500 mL de água.	Estufa a 100 °C	Não teve reforço.
Tijolos com PET – duas camadas	RCC; Gesso calcinado; Água; Tiras de PET.	1050 g de RCC; 450 g de gesso calcinado; 500 mL de água.	Natural	Duas camadas de PET (8 cm x 0,5 cm).
Tijolos com PET –	RCC; Gesso calcinado; Água;	1050 g de RCC; 450 g de gesso	Natural	Três camadas de PET (8 cm x 0,5

três camadas	Tiras de PET.	calcinado; 500 mL de água.		cm).
--------------	---------------	-------------------------------	--	------

Fonte: Autor, 2025.

Os tijolos produzidos foram submetidos ao ensaio de compressão, conforme ilustrado na Figura 9. A Tabela 2 apresenta os resultados obtidos.

Figura 9 – Ensaio de compressão.



Fonte: Autor, 2025.

Em seguida, os tijolos foram submetidos ao ensaio de compressão, conforme ilustrado na Figura 10.

Figura 10 – Ensaio de compressão



Fonte: Autor, 2025.

Para melhor organização e compreensão dos ensaios realizados, os tijolos produzidos foram classificados em grupos identificados por letras, de acordo com os materiais utilizados em sua composição e o tipo de secagem ou reforço empregado. A Tabela 2 apresenta as dimensões, massa e características de cada amostra.

Tabela 2 – Dados dos tijolos, dimensões, massa e suas características

Tijolos	Dimensões CxLxH (Cm)	Massa (Gramas)	Características
1	19,90x9,90x5,50	1460,3	280 mL de água; Resíduo de gesso mais RCC, secagem natural
2	19,90x9,90x5,70	1444,6	280 mL de água; Resíduo de gesso mais RCC, secagem natural
3	19,80x9,70x5,70	1450,1	280 mL de água; Resíduo de gesso mais RCC, secagem natural
4	19,80x9,70x5,70	1454	300 mL de água; Resíduo de gesso mais RCC, secagem natural
5	19,70x9,80x5,80	1438,2	300 mL de água; Resíduo de gesso mais RCC, secagem

			natural
6	19,60x9,80x5,80	1382,7	300 mL de água; Resíduo de gesso mais RCC, secagem natural
7	19,60x9,80x5,60	1446	500 mL de água; Resíduo de gesso mais RCC, secagem natural
8	19,60x9,70x5,70	1468,7	Reforço com 2 camadas de PET, secagem natural
9	19,70x9,70x5,80	1434,1	Reforço com 3 camadas de PET, secagem natural

Fonte: Autor, 2025.

Com base na tabela 2, os tijolos 7, 8 e 9 foram produzidos apenas uma unidade de cada, pois feito o ensaio de compressão já observou-se um bom resultado. Porém não descartava a possibilidade de ter produzido mais blocos , e assim poderia fazer a comparação melhor entre eles.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os tijolos produzidos foram submetidos a ensaios de compressão, conforme os critérios estabelecidos pela norma ABNT NBR 9781 (2013), com o objetivo de avaliar sua resistência mecânica e viabilidade técnica para aplicações em construções não estruturais. A análise inicial revelou que os tijolos fabricados com gesso calcinado apresentaram desempenho superior em relação àqueles moldados com gesso não calcinado, evidenciando a eficácia do processo de calcinação na reativação das propriedades aglomerantes do material. A Tabela 3 apresenta os resultados de resistência à compressão das amostras dos tijolos citadas acima.

Tabela 3 – Ensaio de compressão

Amostra	Força (KN)	Área de contato da força aplicada (m²)	Resistência da amostra (Mpa)
Tijolo 1	12,27800	0,005674	2,16371 optou
Tijolo 2	6,07050	0,005674	1,07031
Tijolo 3	4,33325	0,005674	0,76364
Tijolo 4	14,58380	0,005674	2,57005

Tijolo 5	18,60330	0,005674	3,27839
Tijolo 6	13,52300	0,005674	2,38312
Tijolo 7 Calcinado	24,54030	0,005674	4,29923
Tijolo 8 Calcinado	28,40030	0,005674	5,02956
Tijolo 9 Calcinado	21,40500	0,005674	3,77440

Fonte: Autor, 2025.

O melhor desempenho foi observado na amostra denominada Tijolo 8, composta por gesso calcinado e reforçada com duas camadas de tiras de PET reciclado, que atingiu resistência à compressão de 5,03 MPa. Esse resultado destaca o potencial da combinação entre gesso calcinado e reforço polimérico para a produção de elementos construtivos com propriedades mecânicas aprimoradas. Como também, o uso do gesso calcinado foi um fator responsável por esse aumento na resistência, ou seja, substituído pelo o gesso natural. Visto que a calcinação faz com que haja a remoção de umidade como também ativa as propriedade aglomerantes do gesso, melhorando assim a sua consistência e também o endurecimento do tijolo. Com a utilização do gesso calcinado, teve o aumento da quantidade de água também que foi de 500 mL, favorecendo assim uma hidratação mais coesa para os materiais durante a sua produção e moldagem. Outro fator que influenciou também foi a secagem em estufa a 100 °C, reduzindo a ocorrência de fissuras e aumentando a sua resistência final do tijolo.

A incorporação de tiras de PET reciclado também demonstrou impacto positivo na resistência dos tijolos. Ao comparar os modelos com duas e três camadas de reforço, observou-se que o grupo com duas camadas apresentou, em média, maiores valores de resistência à compressão (entre 3,26 e 3,92 MPa), enquanto o grupo com três camadas apresentou valores inferiores (entre 2,49 e 3,35 MPa). Essa variação pode estar relacionada à distribuição interna do reforço e à aderência entre o PET e a matriz composta por resíduos da construção civil (RCC) e gesso, indicando que o excesso de camadas pode comprometer a integração entre os materiais.

Além da composição da mistura, os processos de secagem influenciaram significativamente o desempenho final dos tijolos. Os corpos de prova submetidos à secagem em estufa apresentaram maior uniformidade dimensional e melhor resistência mecânica quando comparados àqueles secos em ambiente natural, sugerindo que o controle térmico durante a cura contribui para a estabilidade do material.

Outro fator relevante foi o volume de água utilizado na mistura. A dosagem de 500 mL proporcionou maior homogeneidade e estabilidade aos corpos de prova, favorecendo a distribuição dos componentes e a formação de uma matriz mais coesa.

Os resultados obtidos indicam que a combinação de gesso calcinado, RCC e reforço de PET reciclado apresenta boa viabilidade técnica para aplicações em construções não estruturais, como divisórias, cercas e obras emergenciais. Embora os valores de resistência estejam abaixo dos exigidos para blocos estruturais de concreto, o desempenho alcançado aproxima-se dos limites mínimos estabelecidos pela norma para usos alternativos, reforçando o potencial do material como solução sustentável e funcional na construção civil.

A Tabela 4 apresenta os resultados de resistência à compressão das amostras dos tijolos que foram produzidos como descrito anteriormente.

Tabela 4 – Resultados do Ensaio de Compressão

Amostras		Força (KN)	Área de contato da força aplicada (m ²)	Resistência à compressão da amostra (MPa)		
Tijolo 1	Tijolo 1	12,28	23,01	0,005674	2,16	4,055
Tijolo 2	Tijolo 2	6,07	25,20	0,005674	1,07	4,44
Tijolo 3	Tijolo 3	4,33	10,07	0,005674	0,76	1,77
Tijolo 4	Tijolo 4 PET 3 Camadas	14,58	19,02	0,005674	2,57	3,35
Tijolo 5	Tijolo 5 PET 3 Camadas	18,60	17,64	0,005674	3,28	3,11
Tijolo 6	Tijolo 6 PET 3 Camadas	13,52	14,17	0,005674	2,38	2,49
Tijolo 7 Calcinado	Tijolo 7 PET 2 Camadas	24,54	18,51	0,005674	4,30	3,26
Tijolo 8 Calcinado	Tijolo 8 PET 2 Camadas	28,40	19,76	0,005674	5,03	3,48
Tijolo 9 Calcinado	Tijolo 9 PET 2 Camadas	21,40	22,26	0,005674	3,77	3,92

Fonte: Autor, 2025.

Tendo em vista a abordagem desses resultados, os mesmos demonstraram que a combinação de gesso calcinado com reforço em PET contribuiu para o aumento da resistência a compressão dos tijolos, sendo que as amostras com duas camadas apresentaram desempenho superior às com duas camadas. A quantidade de água também influenciou nos resultados, sendo a proporção de 500mL favorável à hidratação adequada da mistura e à obtenção de um material mais coeso. Porém, além do desempenho técnico, destaca-se também o aspecto sustentável. A

reutilização de resíduos sólidos como entulho de construção, gesso reciclado e PET, contribui para a minimização do impacto ambiental causado pelo descarte inadequado desses materiais.

As duas últimas colunas da Tabela 4 apresentam os resultados calculados de resistência à compressão das amostras ensaiadas. A penúltima coluna, intitulada a Resistência à compressão da amostra em MPa, refere-se ao valor da tensão de compressão média obtida a partir da aplicação de força sobre cada amostra, sendo esse valor calculado pela equação fundamental da resistência dos materiais, que relaciona a força aplicada em quilonewtons com a área de contato da aplicação dessa força em metros quadrados. Tendo em vista que a última coluna apresenta a média da resistência à compressão para cada tipo de tijolo testado, considerando o conjunto de amostras representativas. Esse valor médio é essencial para fins comparativos, pois permite avaliar o desempenho mecânico de cada tipo de composição analisada, como tijolos convencionais, tijolos com adição de camadas de PET e tijolos calcinados, representando assim uma estimativa mais coesa do comportamento estrutural esperado para cada material.

Com tudo, a utilização de resíduos da construção civil, gesso reciclado e tiras de PET na fabricação de tijolos, representa uma alternativa ecologicamente viável, onde a sua contribuição fará com que haja uma redução no volume de resíduos descartados no meio ambiente e assim promovendo uma economia circular na construção civil.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Essa pesquisa teve como abordagem principal fabricar tijolos ecológicos a partir do reaproveitamento de resíduos sólidos da construção civil (RCC), e de gesso com desempenho compatível com as exigências da norma ABNT NBR 8491, e que contribui diretamente para a redução do impacto ambiental causado pelo descarte inadequado desses materiais. A reutilização de materiais promove a economia circular, alinhando-se com práticas modernas de construção verde. A utilização de gesso calcinado e não calcinado, combinada à adição de camadas de PET, demonstra um forte caráter experimental e inovador, explorando novas possibilidades para o reaproveitamento de resíduos. A inclusão de garrafas PET como reforço

traz um diferencial interessante, sugerindo que resíduos poliméricos também podem atuar como materiais de reforço estrutural. Os resultados da resistência à compressão do tijolo indicaram que o uso de gesso calcinado promove um ganho significativo na resistência dos tijolos, sugerindo sua viabilidade como aglomerante alternativo. A presença de PET como reforço contribuiu para a melhoria estrutural, indicando possíveis aplicações em construções de baixo custo ou obras emergenciais. Além disso, foi possível analisar o comportamento mecânico dos tijolos através da secagem tanto natural quanto em estufa. Porém a comparação a que melhor obteve resultados melhores foi a secagem em estufa, pois a mesma favoreceu resultados de resistência bem melhores do que em secagem natural, ainda mais quando utilizado o gesso calcinado junto com as fibras de camadas de PET. Tiveram duas etapas para esses experimentos através do ensaio de compressão, os tijolos da primeira etapa feitos com gesso não calcinado, apresentaram resistência significativamente menor do que os produzidos com gesso calcinado. Comparando os resultados, temos que os tijolos com 3 camadas de PET apresentaram resistência entre 2,49 e 3,35 MPa e os tijolos com 2 camadas de PET obtiveram resistência entre 3,26 e 3,92 MPa. Embora o número de camadas tenha variado, o desempenho geral foi melhor quando o gesso já havia sido calcinado, o que indica sinergia entre os materiais reciclados e o reforço polimérico. Observou-se que o tijolo 8, com gesso calcinado e 2 camadas de PET, apresentou a maior resistência à compressão (5,03 MPa). A norma ABNT NBR 9781 (2013) define critérios para blocos de concreto simples, e embora os tijolos aqui não sejam convencionais, os valores alcançados se aproximam de limites mínimos para usos não estruturais. Contudo, os objetivos citados durante a pesquisa foram de suma importância para a obtenção dos resultados alcançados, tendo em vista que esses resultados foram significativo na abordagem experimental, como também ressaltam a sua importância de integrar práticas sustentáveis na produção de materiais para construção de tijolos ecológicos. O estudo foi analisado apenas em um número limitado de combinações de gesso tanto calcinado quanto sem ser calcinado, como também o reforço com as camadas de PET, além de ter avaliado o seu comportamento mecânico através de ensaios de compressão. Tomando como base nesse trabalho para as pesquisas futuras, sugere-se ampliar a variedade de resíduos utilizados, explorar diferentes proporções e tipos de polímeros como reforço, como por exemplo o formato do PET, nesse projeto foi utilizado em tiras, mas pode ser utilizado em quadrados ou entre outros, ou seja, explorar diferentes proporções e tipos de polímeros como reforço, e com isso fazer uma comparação com os da fibras em tiras do PET

7 REFERÊNCIAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas (2012). Tijolo de Solo cimento-Requisitos ABNT. NBR- 8491.5p. Rio de Janeiro, RJ. Associação Brasileira de Normas Técnicas (2012). Tijolos de Solo cimento-Análise dimensional, determinação da resistência à compressão e da absorção de água- Método de ensaio. ABNT. NBR- 8492.4p. Rio de Janeiro, RJ.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 12127: Gesso para construção civil — determinação das propriedades físicas do pó. Rio de Janeiro: ABNT, 2019.

ALMEIDA, F. J.; FONSECA Júnior, F.M. Projetos e ambientes inovadores. Brasília: Secretaria da Educação a Distância- Seed/Proinfo - Ministério da Educação, 2000.

CUNHA, A. de F. Construções sustentáveis na engenharia civil. Trabalho de Conclusão de Curso. São Paulo, 2007. 89p.

RODRIGUES, F.R.; GRAVINATTO, V.M. Lixo - De onde vem? Para onde vai? Disponível em: <http://www.lixo.com.br/>. Acesso em: 22 mai. 2019.

GRANZOTTO, M. M.; PRETTO, V. A Cultura da Sustentabilidade: entre Fazer e Saberes. XVI Jornada Nacional de Educação do Centro Universitário Franciscano (JNE/UNIFRA). Rio Grande do Sul, 2012.

ARAGON, A. T.; GHIRALDELLO, L. Produtos a base de polietileno (PET) na construção civil: um estudo diagnóstico no município de Poços de Caldas. Poços de Caldas/MG: Gestão e Conhecimento, edição 2014.

SANTANA, J. E. S.; CARVALHO, A. C. X.; FARIA, A. P. G. Tijolo Ecológico versus Tijolo Comum: benefícios ambientais e economia de energia durante o processo de queima. Salvador/BA: Anais do IV Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, 2013.

SPINACÉ, M. A. S., DE PAOLI, M. A. A Tecnologia de Reciclagem de Polímeros. Campinas: Química Nova, vol. 28, nº 1, pág. 65-72.

ROMÃO, Wanderson; SPINACÉ, M. A. S., DE PAOLI, Marco A. Poli (Tereftalato de Etileno), PET: Uma Revisão Sobre os Processos de Síntese, Mecanismos de Degradação e sua Reciclagem. Polímeros: Ciência e Tecnologia, vol. 19, nº 2, pág. 121 – 132, 2009.

SANTOS, V, R; OLIVEIRA, V, R. Sustentabilidade na Construção Civil: Geração de resíduos. Trabalho de conclusão apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil, Faculdades Integradas de Fernandópolis – FIFE, Fernandópolis, 2021.

MACHADO, Luiz Eduardo Amante. A utilização do resíduo sólido proveniente da construção civil para a fabricação de tijolos ecológicos.

SILVA, Raiane Miriele Faria. Tijolos de adobe de solo estabilizado com resíduo de gesso. Barra do Garças, MT: Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT, 2019. Trabalho de Conclusão de Curso.

GUSMÃO, Mayara Rauany Pereira de; LIMA, Sabrina Vaz de; SILVA, Marcelo da. Tijolo ecológico – inclusão de resíduos plásticos em sua composição. Bragança Paulista, SP, 2023.

GARCIA, Simey do Vale; SANTOS, Roseane Martins dos; MAGALHÃES, Rodrigo da Silva; REIS SOBRINHO, José Francisco; SOUSA, Aline de; SILVA, Aline Alves Milhomem da. Fabricação do tijolo ecológico com adição de plástico reciclável PET. Instituto Federal do Piauí, 2022.

SOUZA, Marcia Ikarugi Bomfim de. Análise da adição de resíduos de concreto em tijolos prensados de solo-cimento. Ilha Solteira: Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, 2006.