

SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL: Vantagens e Desvantagens do Uso do Tijolo Ecológico

Breno Guedes Soares¹

Laísa Cristina Carvalho²

RESUMO

O crescimento populacional aliado ao consumo de materiais, serviços e extração de recursos naturais tem impactado fortemente o ambiente, e um dos setores que mais geram resíduos é o da construção civil. A preocupação com a questão ambiental tem impulsionado a busca e desenvolvimento de materiais e processos sustentáveis. Um dos materiais fundamentais na construção civil é o tijolo, logo buscar um material alternativo e que possua propriedades e características semelhantes ao bloco cerâmico, contribuirá para a questão ambiental. Frente a isto, tem-se desenvolvido pesquisas sobre tijolos ecológicos e suas vantagens. Tais tijolos são assim chamados porque não envolvem a queima de madeira e combustível durante seu processo de fabricação, como ocorre nos blocos cerâmicos, permitindo menor impacto ambiental. O estudo desenvolvido tem como foco a abordagem do processo de fabricação do tijolo ecológico e do bloco cerâmico, realizando uma análise comparativa do processo de fabricação, buscando identificar vantagens e desvantagens do tijolo ecológico em relação ao bloco cerâmico.

Palavras-chave: Sustentabilidade. Tijolo Ecológico. Bloco Cerâmico.

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos a preocupação com a questão ambiental tem impulsionado a busca e desenvolvimento de materiais e processos sustentáveis. O crescimento populacional aliado ao consumo de materiais, serviços e extração de recursos naturais tem impactado fortemente o ambiente. Nesse contexto, um dos setores que mais geram resíduos é o da construção civil,

¹ Graduando do curso de Engenharia Civil pelo Centro Universitário do Sul de Minas - UNIS-MG. E-mail: breno.soares@alunos.unis.edu.br

² Laísa Cristina Carvalho. Doutora em Engenharia Civil pela Universidade Federal de São Carlos, Bacharel em Engenharia Civil pela Universidade do Estado de Minas Gerais. Docente do Centro Universitário do Sul de Minas. E-mail: laisa.carvalho@professor.unis.edu.br

mediante a isto, tem-se buscado materiais e processos alternativos que atendam ao caráter sustentável.(SANTOS, 2022; SANTOS *et al.*, 2023).

Um dos materiais amplamente empregados na construção civil é o tijolo, logo buscar um material alternativo e que possua propriedades e características semelhantes ao tijolo convencional, contribuirá para a questão ambiental. Frente a isto, tem-se desenvolvido pesquisas sobre tijolos ecológicos. Tais tijolos são assim chamados porque não envolvem a queima de madeira e combustível durante seu processo de fabricação, como ocorre nos tijolos convencionais (SANTOS, 2022; SANTOS *et al.*, 2023).

De acordo com o exposto, o estudo e a análise de tijolos ecológicos é um tema que além de despertar a atenção de pesquisadores na área, contribui diretamente com a questão ambiental. Frente a isto, o trabalho tem como foco a abordagem do processo de fabricação do tijolo ecológico, ou seja, realizar uma análise comparativa do processo de fabricação do tijolo ecológico com o convencional, buscando identificar vantagens do processo de fabricação do tijolo ecológico em relação ao tradicional.

Tal abordagem será permitida, por meio de visitas in loco em uma empresa fabricante de tijolos ecológicos e em uma cerâmica, localizadas no Sul de Minas Gerais, observando o processo de fabricação, etapas envolvidas, propriedades resultantes e normas regulamentadoras do tijolo ecológico com o convencional.

Para tanto, os seguintes objetivos específicos serão atendidos: Mostrar a importância de se utilizar materiais sustentáveis na construção civil, explicar o procedimento de fabricação do tijolo ecológico e do bloco cerâmico, realizar um comparativo das vantagens e desvantagens dos tijolos ecológicos com o convencional, verificar quais melhorias estão sendo propostas na literatura para aumentar o desempenho do tijolo ecológico.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Geração de Resíduos e Sustentabilidade

A geração de resíduos em diversos setores industriais tem crescido muito nos últimos anos, o que tem despertado a atenção da comunidade acadêmica para a busca de materiais alternativos que não impactem o ambiente ou que possuam um menor impacto ambiental (SANTOS *et al.*, 2023).

Um dos setores que geram uma quantidade significativa de resíduos é o da construção civil, uma vez que ao realizar as atividades de construção, reparo, demolição, entre outros, descarta inúmeros resíduos. Em muitos casos, esse descarte é realizado de maneira incorreta, sendo deixados resíduos na via pública ou em zonas rurais, causando problemas econômicos e socioambientais, como o assoreamento de córregos e rios, obstrução de bueiros, proliferação de vetores de doenças (SANTOS *et al.*, 2023).

Dentro desse contexto, o desenvolvimento de materiais sustentáveis tem ocorrido em diversos setores da atividade produtiva e, particularmente na construção civil, o desenvolvimento de tijolos ecológicos vem sendo abordado nos últimos anos (PAIXÃO *et al.*, 2023).

Uma construção para ser considerada sustentável deve satisfazer determinadas condições como: minimizar o consumo de recursos e reduzir desperdícios; realizar a reutilização de componentes que ainda possam desempenhar a função para a qual foi desenvolvida; aplicar recursos renováveis e recicláveis; proteger o ambiente natural, ou seja, realizar descartes de maneira adequada; criar um ambiente saudável e não tóxico e fomentar a qualidade ao criar o ambiente construído no sentido de projetar técnicas que permitam uma construção mais econômica, menos poluente e que impacte menos o ambiente (NASCIMENTO; MORAIS; LOPES, 2022).

2.2 Tijolo Ecológico

O tijolo ecológico também denominado de tijolo de solo-cimento ou ainda de tijolo modular de solo-cimento é um material modular, reaproveitável e que apresenta um baixo índice de desperdício na construção, ocasionando o incentivo à sustentabilidade (SANTOS JÚNIOR, 2022).

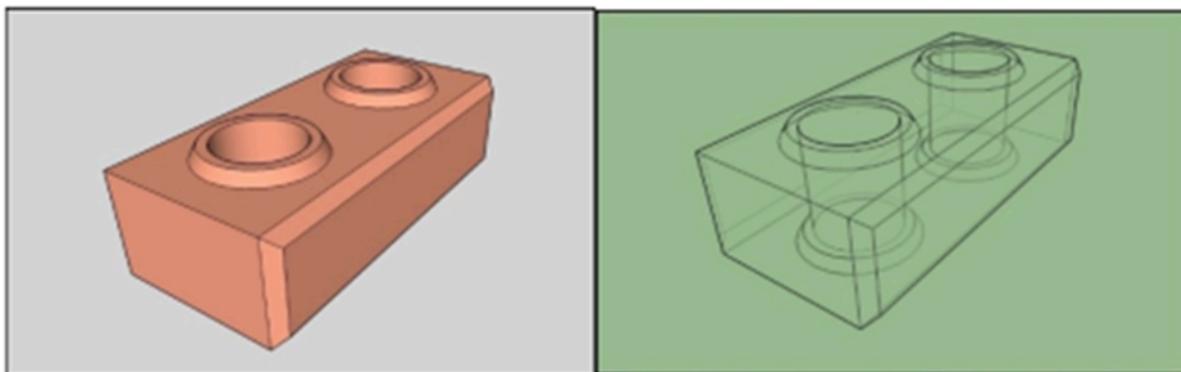
Este tipo de tijolo pode ser encontrado na forma maciça e com furos. E sua fabricação se baseia em solo, cimento e água. Além disso, não há a necessidade de se utilizar argamassa de assentamento entre os blocos quando se aplica o tijolo ecológico, possibilitando que a edificação fique consideravelmente mais leve (JORDAN; FREITAS, 2018).

De acordo com Pereira e Pezzuto (2010), o interesse pelo tijolo ecológico surgiu a partir de 1936 com a regulamentação do seu uso pela Associação Brasileira de Cimento Portland, sendo utilizado na construção de bases e sub-bases de pavimentos da estrada e,

desde então, sua utilização foi aumentando, surgindo a necessidade da criação de normas especializadas, como Brasileira Regulamentadora - NBR 8492/12 - Tijolos de solo-cimento e a NBR 10833/13- Fabricação de tijolo maciço e bloco vazado de solo-cimento com utilização de prensa hidráulica.

Estes tijolos são fabricados em máquinas de acionamento mecânico/manual ou sistemas hidráulicos, que compactam o solo em moldes, definindo suas dimensões e formatos. Além disso, o peso destes tijolos varia entre 3kg a 5kg, sendo que os modelos mais comuns, possuem dois furos verticais com sistema de encaixe (macho-fêmea) (Figura 1), mas também podem ser encontrados no modelo maciço, sem os dutos e sem encaixes (RATELLI, 2021).

Figura 1 – Tijolo ecológico



Fonte: Rastelli (2021).

É importante ressaltar também que o tijolo ecológico pode ser fabricado de diferentes formas, modelos, tamanhos ou pesos, os quais variam conforme o projeto elaborado pela empresa construtora. A ampliação do emprego destes tijolos é uma realidade atual, uma vez que eles podem ser reaproveitados, contribuindo para a minimização de entulhos nas obras, além de dispensar a queima em seu processo de fabricação, proporcionando redução no desmatamento e no gasto de energia. Diferentemente dos tijolos convencionais que demandam mais energia e, conseqüentemente, geram mais poluição para seu processo de fabricação (FREITAS, 2020).

Tais tijolos apresentam bom desempenho termoacústico, além de serem resistentes, duráveis e de baixo custo, sendo que os mais utilizados no mercado brasileiro têm as medidas de 12,5 x 25 x 7cm e 15 x 30 x 7cm em largura, comprimento e espessura, respectivamente.

Dentro do contexto de construção civil sustentável tem se destacado pesquisas no desenvolvimento e análise de tijolos ecológico, uma vez que tais tijolos possibilitam a reutilização de recursos que, até então, seriam considerados como simples entulho, mas que, com a reutilização dos mesmos, se tornam parte importante da composição base do tijolo ecológico (SANTANA; ASSIS; PERES, 2020).

2.3 Bloco Cerâmico

Existem tipos diferenciados de tijolos convencionais que variam para atender uma necessidade de um dado projeto (CORDEIRO; MACHADO, 2017).

Segundo SILVA (2017), o tijolo convencional, utilizado na construção civil é encontrado em forma de paralelepípedo, um produto cerâmico de coloração avermelhada, também muito usado na construção industrial e artesanal.

O tijolo convencional ou tradicional (bloco cerâmico) é fabricado com argila e de cor avermelhada devido ao cozimento e pode ser maciço ou furado. Os tijolos cerâmicos mais conhecidos no Brasil são: tijolo comum, também chamados de tijolinhos ou maciços, bloco cerâmico ou tijolo baiano, fabricados em fôrmas de ferro ou madeira, com barro e queimado em fornos de alta temperatura, na ordem de 950 a 1100°C; os quais são considerados os mais tradicionais e que podem ser encontrados de diversos modelos para diferentes aplicações. Tijolos refratários fabricados de acordo com normas vigentes, resistente a altas temperaturas – 1200°C, usados para a construção de fornos, fornalhas, lareiras, churrasqueiras.

Existem Normas Regulamentadoras aplicadas à construção civil, no ramo de tijolos, que estabelecem recomendações e características que estes materiais devem apresentar. Como a NBR7170 - Tijolo maciço cerâmico para alvenaria que estabelece diretrizes e os valores da resistência à compressão dos tijolos comuns maciços. Sendo importante ressaltar que para completa compreensão acerca dos tijolos maciços deve-se consultar também a NBR 6460 - Tijolo maciço cerâmico para alvenaria; Verificação da resistência à compressão; Método de ensaio e NBR 8041 - Tijolo maciço cerâmico para alvenaria - Forma e dimensões – Padronização (NBR 7170/1983).

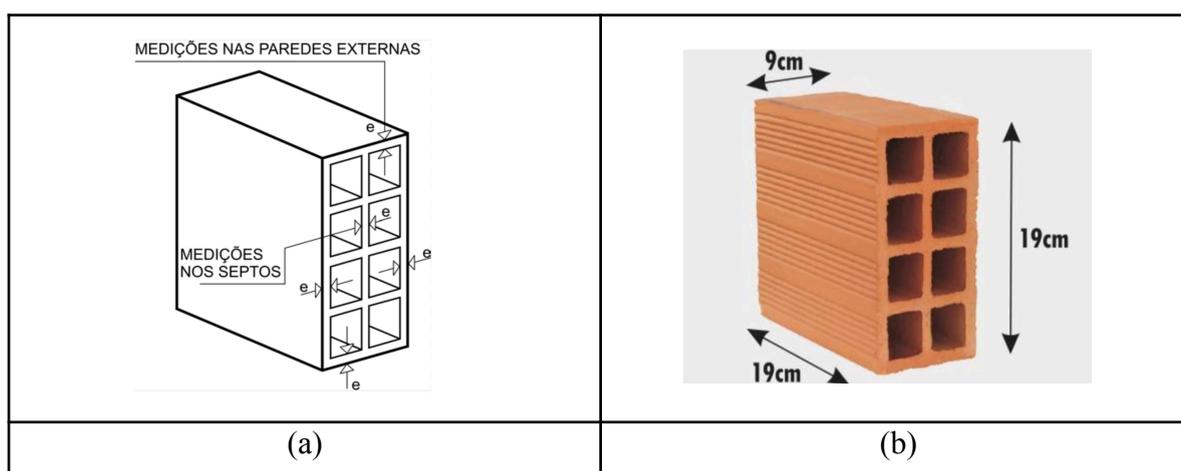
Já para os tijolos convencionais que apresentam furos, conhecidos como tijolos baiano, tem-se a NBR 15270-1 – Blocos cerâmicos para alvenaria de vedação, que define os termos e fixa os requisitos dimensionais, físicos e mecânicos exigíveis no recebimento de

blocos cerâmicos de vedação a serem utilizados em obras de alvenaria de vedação, com ou sem revestimento. Esses tijolos podem apresentar de 6 a 12 furos e suas medidas podem variar de 9 x 19 x 19cm até 19 x 29 x 39cm.

Conforme aborda Costa (2017), o tijolo baiano é considerado o material mais utilizado no fechamento de alvenarias no território brasileiro e possui dois grandes empregos básicos: como alvenaria de vedação ou alvenaria estrutural.

Outro ponto dentro do contexto dimensional é a espessura dos septos que é também abordado na norma e que foram verificados. A Figura 2(a) mostra um desenho esquemático indicando o septo e a Figura 2(b) mostra um tijolo baiano convencional (furos na horizontal), as dimensões apresentadas são uma das possíveis dimensões, ressaltando que a norma traz mais possibilidades dimensionais. Além dos furos na horizontal, pode também ter furos na vertical.

Figura 2 – (a) Esquema ilustrando septos do tijolo (b) tijolo convencional



Fonte: e-civil (2023).

2.3.1 Estudo Comparativo do Tijolo Ecológico e Bloco Cerâmico

Conforme destacam Campos, Weber e Borga (2017), o tijolo ecológico contribui para o meio ambiente, uma vez que evita a emissão de gases de efeito estufa no seu processo de fabricação. Além disso, contribui para a economia do país, tendo em vista o reaproveitamento de materiais vegetais descartáveis.

Para Santana, Assis e Peres (2020), a aplicação do tijolo ecológico é considerada uma inovação na área de materiais aplicados à construção civil, uma vez que tais materiais combinam desempenho e sustentabilidade. Ainda para Santana, Assis e Peres (2020), uma

grande vantagem é que o tijolo ecológico apresenta um baixo índice de poluição, pois não utiliza argila pura, que é extraída do fundo de várias encostas de rios, impactando a vegetação ao seu redor.

Diante disso, pode-se afirmar que trata-se de um material que contribuirá de maneira extremamente positiva para a sociedade e economia, visto que a construção civil apresenta grande influência sobre o meio ambiente, por utilizar uma quantidade significativa de recursos naturais e energia, e ser um grande emissor de poluentes. Tal tijolo necessita de mais estudos na área para obter mais visibilidade em relação ao tijolo convencional (bloco cerâmico), o qual ainda é o mais utilizado no país (COSTA, 2017).

Assim como os tijolos ecológicos, os blocos cerâmicos apresentam também benefícios como boas características térmicas e acústicas, além do fato de ser um material mais leve, se comparado, por exemplo, ao bloco de concreto, e seus blocos possuem dimensões menores, facilitando no manuseio e proporcionando maior liberdade de formas e acabamentos (COSTA, 2017).

Trata-se de um material extremamente viável para a construção civil, pois além de ter um caráter sustentável, possui um baixo custo em comparação com o tijolo convencional e, ainda apresenta vantagens em relação às suas dimensões e texturas uniformes diminuindo as correções executadas no reboco devido aos desaprumos encontrados no assentamento de blocos cerâmicos comuns. Além disso, é um material resistente a elevadas temperaturas (OLIVEIRA, 2020).

No trabalho de Weber, Campos e Torga (2017) é apontado que o tijolo ecológico apresenta vários benefícios como: a redução do tempo de construção em 30% em relação à alvenaria convencional, proporcionam melhor distribuição de carga de peso sobre as paredes devido aos seus encaixes e colunas embutidas nos próprios furos, reduz o consumo de madeiras para formas nas construções e, ainda, contribuir para uma economia de concreto e argamassa em cerca de 70% e de aço 50% em relação à estrutura de concreto armado.

Comparativamente, os tijolos convencionais necessitam de cozimento para adquirir resistência, isto impacta diretamente o meio ambiente, por envolver formações de gases poluentes, desmatamento e poluição residual (PEREIRA *et al.*, 2022).

De acordo com este contexto pode-se afirmar que o tijolo ecológico apresenta vantagens em relação a forma de fabricação por ter um menor grau de impacto no ambiente em relação ao processo de fabricação do bloco cerâmico, porém conforme aponta Santos

Júnior (2022), tem-se que este tijolo possui grande absorção de umidade, elevado peso específico e a dificuldade de manutenção nas paredes aparentes relacionada a reparos.

De acordo com o exposto acima trata-se de um tema relevante para área acadêmica e para a sociedade, uma vez que o tijolo ecológico apresenta vários benefícios, conforme enunciado.

Frente a isso, pode-se afirmar que a realização de trabalhos voltados para a análise comparativa do processo de fabricação do tijolo ecológico com o convencional é extremamente importante, pois podem trazer mais melhorias para o setor da construção civil.

2.3.2 Testes do Tijolo Ecológico e Bloco Cerâmico

As análises laboratoriais são de grande importância, através dos ensaios é possível avaliar a qualidade das matérias primas utilizadas na fabricação dos tijolos e confirmar se as especificações estão de acordo com a norma técnica regulamentadora. NBR 8492 Tijolo de solo-cimento — Análise dimensional, determinação da resistência à compressão e da absorção de água — Método de ensaio. NBR15270 estabelece os métodos para a execução dos ensaios dos blocos e tijolos cerâmicos com e sem função estrutural.

A empresa de tijolos ecológicos visitada, realiza os seguintes ensaios a compressão, determinando sua dimensões como área (cm²), força (kgf) e tensão (MPa).

A Cerâmica visitada realiza testes de granulometria para controle da resistência dos blocos, bem como o dimensional para a medição de altura, largura, comprimento, parede, septo, compressão e peso do material certificando que o produto está dentro da norma.

3 METODOLOGIA

Este trabalho utilizou como metodologia de pesquisa o estudo de caso realizado em duas empresas fabricantes de tijolos do ramo de construção civil localizada no Sul de Minas Gerais.

Segundo Yin (2015), o estudo de caso rege-se dentro da lógica que conduz a sucessivas etapas de recolha, análise e interpretação da informação dos métodos qualitativos, com a particularidade de que o propósito da investigação é o estudo intensivo de um ou poucos casos. Logo, o desenvolvimento do estudo de caso permite um melhor entendimento

da situação problema, possibilitando investigar, descrever e realizar a proposição de soluções para diversos problemas analisados.

Nesse sentido, este trabalho consiste em um estudo de caso do tipo exploratório e descritivo. Exploratório, porque realizou um levantamento bibliográfico com o objetivo de se obter melhor entendimento do tema a ser trabalhado e, conseqüentemente, proporcionar uma melhor visão geral do mesmo. E descritivo, pois foram realizadas visitas nas empresas com objetivo de melhor compreensão do processo de fabricação destes tijolos, de modo a permitir a realização da abordagem comparativa da fabricação do tijolo ecológico com o convencional sem, entretanto, em momento algum, contar com a interferência do pesquisador nos fatos (GIL, 2002).

Para tanto, foram escolhidas duas empresas, uma fabricante de blocos cerâmicos e outra de tijolos ecológicos. As empresas foram escolhidas mediante a disponibilidade de visita e devido a sua fácil localização, possibilitando a realização da pesquisa

O objetivo de ter se escolhido duas empresas é para proporcionar a análise comparativa do processo de fabricação do tijolo convencional com o tijolo ecológico pensando na sustentabilidade. Para tanto, foram realizadas cinco visitas *in loco*, sendo duas na empresa de tijolos ecológicos e três na cerâmica.

Foram coletados dados como: tipos de materiais utilizados em cada empresa e em cada etapa de fabricação, diferenças no modo de preparo dos materiais e sua utilização durante o processo de fabricação de cada um dos tijolos (ecológico e bloco cerâmico), detalhes dos ensaios e armazenamento dos tijolos.

As visitas possibilitaram entender melhor o processo de fabricação de cada um dos tipos de tijolos de modo a pontuar as diferenças de cada um dos processos, bem como verificar quais materiais foram utilizados no processo de fabricação, principalmente na de tijolos ecológicos, uma vez que podem se reaproveitar materiais.

Além disso, foi possível verificar quais ensaios as fabricantes realizam e se estão de acordo com as Normas Regulamentadoras, destacando que para o tijolo convencional tem-se a NBR15270 - Componentes cerâmicos Parte 1: Blocos cerâmicos para alvenaria de vedação — Terminologia e requisitos, a qual apresenta três partes e para o tijolo ecológico tem-se a NBR8491 - Tijolo de Solo Cimento e a NBR8492 - Tijolo de solo cimento - Análise dimensional determinação de resistência à compressão e da absorção de água - Método de ensaio.

A norma também aborda a questão das propriedades mecânicas, particularmente a resistência à compressão, a qual varia de acordo com posicionamento dos furos (horizontal ou vertical). Para tijolos com furos na horizontal a resistência a compressão deverá ser maior ou igual a 1,5 MPa e com furos na vertical a resistência a compressão deverá ser maior ou igual a 3,0 MPa.

De maneira similar, o tijolo ecológico segue as normas NBR8491 e NBR 8492, as quais abordam os aspectos dimensionais, procedimentos para a realização do ensaio de compressão, bem como o ensaio de absorção de água.

Baseado nesse contexto, foi possível coletar e acompanhar nas empresas investigadas, o processo de fabricação do tijolo tipo convencional e do tipo ecológico realizando um levantamento comparativo de similaridades e diferenças dos processos de fabricação, bem como coletar dados de medidas dos ensaios de compressão de modo a verificar se estão de acordo com as Normas Regulamentadoras.

Outro ponto investigado foram as etapas do processo de fabricação e a taxa de temperatura utilizada no processo de cozimento. Além disso, tem-se que os tijolos devem, conforme a norma está NBR trazer gravada a identificação do fabricante, bem como as dimensões de fabricação em centímetros.

De acordo com as etapas do processo de fabricação, o tijolo ecológico é produzido a partir do solo que é misturado ao cimento e é adicionado água em quantidade pré-determinada (de acordo com a quantidade de tijolos que está sendo produzida), até atingir o nível ideal de umidade. Em seguida o material é transferido para uma prensa hidráulica, que compacta a massa em moldes onde são definidos suas dimensões, formatos e marcações e então é prensado a mais de 1,5 MPa, obtendo a sua forma final.

A partir daí, são curados a sombra, a frio, para que não ocorram trincas, permanecem nesse estado por no mínimo sete dias e então estão prontos para serem utilizados. Uma amostragem é coletada e encaminhada ao laboratório de ensaio onde são realizados os testes de compressão para obter o MPa que não pode ser inferior a 2.

Já o bloco cerâmico é produzido a partir da extração de argila que é encaminhada até a fábrica. Em seguida as argilas são misturadas em função das diferentes características no processo, logo após ela é triturada, moída e pré umidificada e passa por um equipamento chamado de Maromba para a retirada de ar da massa através de uma câmara de vácuo, em

seguida a massa é moldada, fracionada e marcada para rastreabilidade no processo de fabricação.

Os blocos são encaminhados para um secador que retira 18 a 19% da umidade alterando a sua cor e resistência, em seguida são transportados para o forno onde ocorre a queima, permanecendo por 60 horas sendo que 40 horas são utilizadas para queima e 20 horas para o resfriamento, são queimados em uma temperatura de 900°C ocorrendo uma transformação física, após a queima a cor avermelhada predomina devido a ação dos componentes da argila. Para a queima dos fornos é utilizado lenha como combustível.

No laboratório são realizados testes de granulometria para controle da resistência dos blocos, bem como o dimensional para a medição de altura, largura, comprimento, parede, septo e peso do material certificando que o produto está dentro da norma. Por último, são realizados testes de compressão, o bloco é colocado na prensa e sofre pressão vertical até seu rompimento, então é aferido a carga suportada que é convertida em MPa que é a divisão da carga pela área bruta do bloco, classificado em maior ou igual a 1,5 MPa . Após a classificação, os blocos são separados, armazenados e embalados para a entrega.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Estudo Comparativo da Fabricação do Tijolo Ecológico e Bloco Cerâmico

Para o resultado da pesquisa foi realizada visitas in loco em uma fábrica de tijolos ecológicos, situada na cidade de Piranguinho-MG e também em uma Cerâmica, situada na cidade de Pedralva-MG. Durante as visitas e coleta de dados de todas as etapas do processo de fabricação, foi possível verificar que ambas as empresas estão em conformidade com as NBR's 8491, 8492 e 15270-1 descritas no presente estudo.

Para fazer o estudo comparativo da fabricação do tijolo ecológico e do bloco cerâmico, foram realizadas duas visitas na fábrica de tijolo ecológico e três visitas na Cerâmica e durante o processo, foi possível observar que as etapas são totalmente diferentes de uma fábrica para outra.

Na fábrica de tijolo ecológico, observou-se que a sua fabricação é mais simplificada, rápida e sustentável, já que não utiliza da extração de recursos naturais como a argila para a fabricação e da madeira para a queima do tijolo. O seu processo de cura é realizado a frio

para que o tijolo não perca a umidade necessária, prevenindo trincas, o processo dura em média sete dias.

Ao fim do processo de fabricação foram realizados os seguintes ensaios a compressão, determinando suas dimensões como área (cm²), força (kgf) e tensão (MPa).

Seu peso pode variar entre 3 a 5kg sendo que os modelos mais comuns possuem dois furos verticais com sistema de encaixe, também podem ser encontrados sem encaixe, sem os dutos e em modelo maciço. A figura 3 mostra a área de produção do tijolo ecológico durante o seu processo de fabricação.

Figura 3 - Produção do tijolo ecológico



Fonte: Ecowall (2023)

Na fábrica de blocos cerâmicos, observou-se que a sua fabricação demanda mais etapas quando relacionada à fabricação do tijolo ecológico. Outra diferença observada é que em seu processo de fabricação, o bloco passa por um secador para retirar 18 a 19% da sua umidade.

Sua queima ocorre em um forno a 900°C, permanecendo por 60 horas (40 horas para a queima e 20 horas para o seu resfriamento), durante o processo da queima é utilizado lenha como combustível, diferente da fabricação do tijolo ecológico.

Foram realizados os testes de granulometria para controle da resistência dos blocos, bem como o dimensional para a medição de altura, largura, comprimento, parede, septo, compressão e peso.

Na figura 5, os blocos já prontos, são armazenados para serem embalados e distribuídos em caminhões para serem entregues.

Figura 5 - Blocos Cerâmicos Armazenados



Fonte: Cerâmica Virgílio Lopes (2022)

4.2 Vantagens do Uso do Tijolo Ecológico Quando Comparado ao Bloco Cerâmico

Durante o presente estudo e de acordo com a literatura, foi possível observar que o tijolo ecológico apresenta vantagens em relação a forma de fabricação comparado ao bloco cerâmico por ter um menor grau de impacto no ambiente, sua fabricação reutiliza resíduos de outras construções empregados na sua produção e não envolve a queima de madeira e de combustível como ocorre no processo de fabricação do bloco cerâmico.

Seu uso gera menor quantidade de resíduos. A construção com esse tipo de tijolo é mais rápida por ser realizada através de montagem e de encaixe, reduzindo o consumo de argamassa. Dispensa a necessidade de reboco e chapisco e o uso de madeiramento e a mão de obra para a forma de colunas estruturais, já que suas colunas são embutidas nos próprios furos dos tijolos.

Facilita as instalações hidráulicas e elétricas, os fios e tubulações são embutidos nos furos dos tijolos, não sendo necessário a quebra de paredes como ocorre nas construções com o bloco cerâmico, o que demanda prejuízo em materiais e em mão de obra.

Reduz a produção de entulhos. Proporciona conforto térmico, acústico e rapidez na construção além de um canteiro de obras limpo e organizado, é biodegradável e contribui para um excelente acabamento.

Na figura 4 é possível observar o processo de assentamento do tijolo ecológico e o canteiro de obras organizado.

Figura 4 - Assentamento de tijolos ecológicos



Fonte: Ecowall (2023)

4.3 Desvantagens do Uso do Tijolo Ecológico

Após visita a fábrica de tijolos ecológicos, foi possível observar que devido ao seu processo de fabricação, os tijolos são produzidos sob encomenda para não gerar estoque.

Outro ponto importante observado é que para esse tipo de construção é necessário mão de obra especializada além de baixa disponibilidade de fornecedores.

4.3.1 Análise Comparativa Entre o Tijolo Ecológico e o Bloco Cerâmico

Na tabela 1 é possível observar a análise comparativa entre o tijolo ecológico e o bloco cerâmico (8 furos), em relação a sua resistência, peso, tamanho, área e cura de acordo com os testes realizados.

Tabela 1 - Análise Comparativa Entre o Tijolo Ecológico e o Bloco Cerâmico

ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE O TIJOLO ECOLÓGICO E O BLOCO CERÂMICO		
	TIJOLO ECOLÓGICO	BLOCO CERÂMICO 8 FUROS
RESISTÊNCIA (MPa)	3 a 5 MPa	> ou = 1,5 MPa
PESO (kg)	3 a 5 kg	2 Kg
TAMANHO (Cm)	7 x 12,5 x 25,0 cm	9 x 19 x 19 cm
ÁREA (Cm ³)	2187,5 Cm ³	3249 Cm ³

CURA	A frio, na sombra para evitar trincas	Forno de alta temperatura por 60 horas
------	---------------------------------------	--

Fonte: Autoria própria

Para tanto, os seguintes objetivos específicos foram atendidos durante o desenvolvimento da pesquisa: Mostrar a importância de se utilizar materiais sustentáveis na construção civil, explicar o processo de fabricação do tijolo ecológico e do bloco

cerâmico, realizar um estudo comparativo entre o tijolo ecológico com o tijolo convencional mostrando as vantagens e desvantagens relacionadas ao uso do tijolo ecológico.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uma questão preocupante quando se pensa em sustentabilidade é a extração de recursos naturais que vem aumentando a cada dia devido ao crescimento populacional. A construção civil é um dos setores que mais geram resíduos e uma alternativa para preservar o meio ambiente é a produção de tijolos ecológicos.

Ao término da pesquisa foi possível observar que a fabricação do tijolo ecológico é sustentável em relação a fabricação do bloco cerâmico já que este envolve muitas etapas. O fato de não envolver a queima do tijolo ecológico contribui muito para a preservação do meio ambiente, reduzindo a emissão de CO² e o desmatamento por não necessitar da extração de madeiramento para ser utilizada na obra e como lenha nos fornos.

Por ser um tijolo pré-moldado, reduz o tempo da construção, o uso de materiais além de facilitar as instalações elétricas e hidráulicas, seu uso gera economia.

O tijolo ecológico permite um excelente acabamento com sua beleza rústica, não necessitando necessariamente de um acabamento fino. Por ser biodegradável, o seu uso tem despertado cada vez mais a atenção no ramo da construção civil.

ABSTRACT

Population growth combined with the consumption of materials, services and extraction of natural resources has had a strong impact on the environment, and one of the sectors that generate the most waste is construction. Concern about environmental issues has driven the

search and development of sustainable materials and processes. One of the fundamental materials in civil construction is brick, so looking for an alternative material that has properties and characteristics similar to the ceramic block will contribute to the environmental issue. In view of this, research has been carried out on ecological bricks and their advantages. Such bricks are so called because they do not involve the burning of wood and fuel during their manufacturing process, as occurs in ceramic blocks, allowing for a lower environmental impact. The study developed focuses on approaching the manufacturing process of ecological bricks and ceramic blocks, carrying out a comparative analysis of the manufacturing process, seeking to identify advantages and disadvantages of ecological bricks in relation to ceramic blocks.

Keywords: Sustainability. Ecologic brick. Ceramic Block.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15270 –1 (2005) – Componentes cerâmicos – Blocos cerâmicos para alvenaria de vedação. Disponível em: <www.abnt.com.br>. Acesso em: 25/09/2023

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Terminologia e requisitos. NBR15270 –2 (2005). Disponível em: <www.abnt.com.br>. Acesso em: 25/09/2023

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS Terminologia e requisitos. NBR15270 –3 (2005). Disponível em: <www.abnt.com.br>. Acesso em: 25/09/2023

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8491: tijolo de solo-cimento - Requisitos. 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8492: Tijolo de solo-cimento — Análise dimensional, determinação da resistência à compressão e da absorção de água — Método de ensaio. 2012.

CAMPOS, R. F. ; WEBER, E.; BORGA, T. Análise da eficiência do tijolo ecológico solo-cimento na construção civil. **IGNIS Periódico Científico de Arquitetura e Urbanismo Engenharias e Tecnologia de Informação**, 2017.

CORDEIRO, C. R.; MACHADO, V. C. **Sustainability in the soil-cement brick manufacturing process: comparative study with conventional blocks.** 2017, 751. Undergraduate thesis (Degree in Civil Engineering) – Civil Engineering Department, Federal Institute of Education, Science and Technology of Goiás, Campus Aparecida de Goiânia, 2017.

FIAIS, B. B.; SOUZA, D. S. **Revista Engenharia em Ação UniToledo**, Araçatuba, SP, v. 02, n. 01, p. 94-108, 2017.

FREITAS, K. R. G. **Estudo sobre a aplicabilidade do tijolo ecológico na cidade de manhumirim e região**. Repositório de Trabalhos de Conclusão de Curso, 2020.

GIL, A. C. et al. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002.

JARDIM, Pedro Ignácio Lima Gadelha et al. Aspectos dos Blocos Ecológicos de Solo-cimento. **Revista Diálogos: Economia e Sociedade** (ISSN: 2594-4320), n. 1, p. 79-88, 2019.

JORDAN, A. C.; FREITAS, V. A. Aplicações do tijolo ecológico na construção civil. **Etic-encontro de iniciação científica-ISSN 21-76-8498**, v. 14, n. 14, 2018.

MELLO, T. T. S.; BARCELOS, S. T. V.; COSTA, R. B.. Caracterização e viabilidade técnica de aplicação de tijolos ecológicos em habitações populares: uma contribuição à sustentabilidade ambiental. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v.13, n.1, p.168-178, 2022.

MOTTA, J. C. S. S. et al. Tijolo de solo-cimento: análise das características físicas e viabilidade econômica de técnicas construtivas sustentáveis. **e-xacta**, v. 7, n. 1, p. 13-26, 2014.

NASCIMENTO, E. R. do .; MORAIS, D. P. F. de .; LOPES, S. C. . Sustainability in civil construction in Brazil: A review of the literature. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 11, n. 14, p. e524111436611, 2022.

NBR 7170/1983. Disponível em:

professor.pucgoias.edu.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/17451/material/NBR%207170-tijolo%20maciço.pdf

NBR 15270-1. Disponível em:

professor.pucgoias.edu.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/17827/material/NBR_15270_1_2005.PDF

OLIVEIRA, D. N. de. **Análise da viabilidade do tijolo ecológico de solo-cimento na construção civil: uma revisão de literatura**. 2020. 33 f. Monografia (Graduação em Ciência e Tecnologia), Centro Multidisciplinar de Pau dos Ferros, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Pau dos Ferros, 2020.

PAIXÃO, G. B. et al. O uso de tijolos ecológicos como material sustentável na construção civil. **Revista Contemporânea**, [S. l.], v. 3, n. 8, p. 11265–11291, 2023.

PEREIRA, D. B.; PEZZUTO, C. C. **Estudo do solo-cimento para a fabricação de tijolos ecológicos**. Encontro de iniciação científica, v. 15, 2010.

PEREIRA, N. C. et al. Tijolo **Ecológico–Fabricação e Análise das Propriedades**. ASSOCIAÇÃO DE ENSINO SUPERIOR DE NOVA IGUAÇU UNIVERSIDADE IGUAÇU–UNIG DIRIGENTES-CAMPUS NOVA IGUAÇU, p. 95.

RESTELLI, R. E. Inovação no processo de produção de tijolos ecológicos. 2021. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2021.

SANTANA, J. C. S.; ASSIS, R. C. T.; PERES, S. M. A utilização de tijolo reciclável como ferramenta de construção econômica e sustentável. **Epitaya E-books**, v. 1, n. 12, p. 28-38, 2020.

SANTOS JÚNIOR, J. dos. **Tijolos ecológicos na construção civil: técnicas construtivas para alvenaria aparente e percepção da população**. Monografia. UNIFORMG. 2022.

SANTOS, J. L.; MENEGAZZO, M. F.; OLIVEIRA, D. G.. Revisão integrativa: reutilização de resíduos da construção civil na fabricação de concreto e de tijolo ecológico. **Revista Eletrônica Científica Inovação e Tecnologia**, v. 8, n. 20, 2017.

SANTOS, L. M. C. et al. **Construção de sala de aula utilizando tijolo ecológico fabricado com agregado de resíduo da construção civil (RCC)**. Tecnologia em controle de obras: 20 anos de contribuições do IFMT para construção civil, v. 1, n. 1, p. 215-237, 2023.

SILVA, D. H. et al. **Tijolos, normas técnicas e aplicação em alvenaria Ciências exatas e tecnológicas**. v. 4, n. 2, p. 207-216, 2017

YIN, R. K. Estudo de Caso-: **Planejamento e métodos**. Bookman editora, 2015.