

CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIFACVEST

CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

LETÍCIA DE SOUZA

**ESTUDO DE VIABILIDADE DA SUBSTITUIÇÃO DE TIJOLOS CERÂMICOS POR  
OUTROS MATERIAIS**

LAGES  
2021

LETÍCIA DE SOUZA

**ESTUDO DE VIABILIDADE DA SUBSTITUIÇÃO DE TIJOLOS CERÂMICOS POR  
OUTROS MATERIAIS**

Trabalho de conclusão de curso  
apresentado ao Centro Universitário  
UNIFACVEST como parte dos  
requisitos para a obtenção do grau de  
Engenheiro Civil.

Professor Orientador: Aldori Batista dos  
Anjos.

LAGES  
2021

LETÍCIA DE SOUZA

**ESTUDO DE VIABILIDADE DA SUBSTITUIÇÃO DE TIJOLOS CERÂMICOS POR  
OUTROS MATERIAIS**

Trabalho de conclusão de curso  
apresentado ao Centro Universitário  
UNIFACVEST como parte dos  
requisitos para a obtenção do grau de  
Engenheira Civil.

Lages, SC \_\_\_\_ / \_\_\_\_ /2021.

Nota \_\_\_\_\_

Banca Examinadora

\_\_\_\_\_  
Prof (a).

\_\_\_\_\_  
Prof (a).

\_\_\_\_\_  
Professor Orientador:

*“Dedico este trabalho aos meus pais, que fizeram o impossível para que eu chegasse até aqui e, ao meu marido, que me apoiou do início ao fim, acreditou em meu potencial e me motivou a continuar”.*

*Foi por vocês e para vocês!*

# ESTUDO DE VIABILIDADE DA SUBSTITUIÇÃO DE TIJOLOS CERÂMICOS POR OUTROS MATERIAIS

Letícia de Souza<sup>1</sup>

Aldori Batista dos Anjos<sup>2</sup>

## RESUMO

No cenário atual da construção civil, o uso de materiais não sustentáveis é um dos motivos ambientais mais preocupantes no nível nacional e internacional, pois a construção convencional apresenta como característica a grande quantidade de resíduos gerados na obra causando tanto desperdício de materiais quanto impactos negativos para o meio ambiente, com um consumo muito elevado dos recursos naturais. Este trabalho busca analisar a viabilidade do uso de materiais que podem substituir os tijolos cerâmicos tais como: tijolos ecológicos feitos de resíduos de plásticos, garrafa PET, EPS entre outros e como objetivos específicos, apresentar um histórico dos materiais utilizados na construção civil; identificar impactos ambientais; propor solução para uma construção mais sustentável com a viabilidade de EPS, PET, e tijolo ecológico e outros materiais em obras residenciais; realizar um estudo técnico da qualidade e resistência dos materiais e apresentar a viabilidade econômica. As contribuições da pesquisa permitem integrar soluções viáveis para minimizar o impacto ambiental com aproveitamento dos recursos naturais.

**Palavras-Chave:** Tijolo Ecológico. Sustentabilidade. Viabilidade Econômica.

---

<sup>1</sup> Acadêmica do Curso de Engenharia Civil, do Centro Universitário UNIFACVEST.

<sup>2</sup> Prof., do corpo docente do Centro Universitário UNIFACVEST.

# FEASIBILITY STUDY OF THE REPLACEMENT OF CERAMIC BRICKS BY OTHER MATERIALS

Leticia de Souza <sup>3</sup>

Aldori Batista dos Anjos <sup>4</sup>

## ABSTRACT

In the current scenario of civil construction, the use of unsustainable materials is one of the most worrying environmental reasons at the national and international level, as conventional construction has as a characteristic the large amount of waste generated in the work causing both waste of materials and negative impacts for the construction industry. the environment, with a very high consumption of natural resources. This work seeks to analyze the feasibility of using materials that can replace ceramic bricks such as: ecological bricks made from plastic waste, PET bottle, EPS among others and as specific objectives, present a history of the materials used in civil construction; identify environmental impacts; propose a solution for a more sustainable construction with the viability of EPS, PET, and ecological brick and other materials in residential works; carry out a technical study of the quality and resistance of the materials and present the economic viability. The research contributions make it possible to integrate viable solutions to minimize the environmental impact with the use of natural resources.

**Keywords:** Ecological brick. Sustainability. Economic viability.

---

<sup>3</sup> Academic of the Civil Engineering Course, Centro Universitário UNIFACVEST.

<sup>4</sup> Prof., from the faculty of the Centro Universitário UNIFACVEST.

# ESTUDIO DE VIABILIDAD DE LA SUSTITUCIÓN DE LADRILLOS CERÁMICOS POR OTROS MATERIALES

Leticia de Souza <sup>5</sup>

Aldori Batista dos Anjos <sup>6</sup>

## RESUMEN

En el escenario actual de la construcción civil, el uso de materiales insostenibles es uno de los motivos ambientales más preocupantes a nivel nacional e internacional, ya que la construcción convencional tiene como característica la gran cantidad de residuos que se generan en la obra provocando tanto desperdicio de materiales como impactos negativos para la industria de la construcción, el medio ambiente, con un consumo muy elevado de recursos naturales. Este trabajo busca analizar la factibilidad de utilizar materiales que puedan reemplazar al ladrillo cerámico como: ladrillos ecológicos elaborados a partir de residuos plásticos, botella de PET, EPS entre otros y como objetivos específicos, presentar una historia de los materiales utilizados en la construcción civil; identificar impactos ambientales; proponer una solución para una construcción más sostenible con la viabilidad de EPS, PET, ladrillo ecológico y otros materiales en obras residenciales; realizar un estudio técnico de la calidad y resistencia de los materiales y presentar la viabilidad económica. Los aportes de la investigación permiten integrar soluciones viables para minimizar el impacto ambiental con el uso de los recursos naturales.

**Palabras clave:** Ladrillo ecológico. Sustentabilidad. Viabilidad económica.

---

<sup>5</sup> Académica del Curso de Ingeniería Civil, Centro Universitário UNIFACVEST.

<sup>6</sup> Maestro., de la facultad del Centro Universitário UNIFACVEST

## TERMO DE ISENÇÃO DE RESPONSABILIDADE

Declaro, para todos os fins de direito, que assumo total responsabilidade pelo aporte ideológico conferido ao presente trabalho, isentando o Centro Universitário UNIFACVEST, a coordenação do curso de Engenharia Civil, o orientador do trabalho e demais membros da banca examinadora de toda e qualquer responsabilidade acerca do mesmo.

Lages, 31 de julho de 2021.

*Letícia de Souza*

---

LETÍCIA DE SOUZA



## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	10
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	12
2.1	OBJETIVO GERAL .....	12
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	12
<b>3</b>	<b>ESTUDO DE VIABILIDADE DA SUBSTITUIÇÃO DE TIJOLOS CERÂMICOS</b> .....	13
3.1	HISTÓRICO DOS MATERIAIS .....	13
3.1.1	<i>Tijolo Cerâmico</i> .....	14
3.1.2	<i>Tijolo Ecológico</i> .....	15
3.2	VIABILIDADE DE EPS, PET, E TIJOLO ECOLÓGICO E OUTROS MATERIAIS EM OBRAS RESIDENCIAIS .....	18
3.3	ESTUDO TÉCNICO DA QUALIDADE E RESISTÊNCIA DOS MATERIAIS.....	22
3.4	VIABILIDADE ECONÔMICA .....	25
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	30
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	32
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	33
	<b>ANEXOS</b> .....	35

## 1 INTRODUÇÃO

Esse trabalho é uma exigência da disciplina Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário UNIFACVEST e tem como objetivo analisar a viabilidade do uso de materiais que podem substituir os tijolos cerâmicos tais como: tijolos ecológicos feitos de resíduos de plásticos, garrafa PET (politereftalato de etila, material termoplástico utilizado na fabricação de embalagens, especialmente falando de garrafas plásticas de refrigerantes, entre outros), EPS (sigla internacional do Poliestireno Expandido). Durante esse estudo, iremos investigar os métodos e procedimentos afim de viabilizar essa substituição de maneira sustentável bem como apresentar um histórico dos materiais, a viabilidade de EPS, PET, e tijolo ecológico e outros materiais em obras residenciais, a técnica da qualidade e resistência dos materiais além de da viabilidade econômica na substituição do tijolo cerâmico.

No cenário atual da construção civil, o uso de materiais não sustentáveis é um dos motivos ambientais mais preocupantes no nível nacional e internacional, pois a construção convencional apresenta como característica a grande quantidade de resíduos gerados na obra causando tanto desperdício de materiais quanto impactos negativos para o meio ambiente, com um consumo muito elevado dos recursos naturais.

Segundo Morais *et al* (2014), essa relevante preocupação ocorre, pois, a construção civil é considerada uma das maiores consumidoras de recursos naturais. No intuito de reduzir os prováveis impactos ambientais, uma alternativa é a utilização de tijolos fabricados a partir de outros materiais, tais como resíduos de plásticos, garrafa PET, EPS e outros. Os benefícios da utilização do tijolo ecológico não são apenas ambientais, mas também econômicos, pois o custo da obra seria relativamente inferior ao padrão atual. Segundo SEBRAE (2010 *apud* Costa *et al*, 2011), o sistema de construção que faz uso do tijolo ecológico obtém excelente custo/benefício, tendo uma economia entre 20 e 40% em relação ao modelo de construção convencional. Na crescente busca por sistemas construtivos sustentáveis, o tijolo ecológico surge como uma alternativa sustentável.

Diante desses aspectos, faz-se necessário a implementação de métodos alternativos de reciclagem de resíduos, minimizando o desperdício e utilizando-os como insumo para novos produtos, com o objetivo de economizar matérias-primas não renováveis e reduzir a geração de resíduos. Neste contexto este estudo será desenvolvido afim de obter dados concretos a respeito da utilização de materiais que podem substituir os tijolos cerâmicos, com ênfase em tijolos

ecológicos feitos de resíduos de plásticos, garrafa PET, EPS entre outros e apresentando a relação custo x benefício dos materiais assim como sua viabilidade e aplicabilidade econômica.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

- Analisar a viabilidade do uso de materiais que podem substituir os tijolos cerâmicos tais como: tijolos ecológicos feitos de resíduos de plásticos, garrafa PET, EPS entre outros.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Apresentar um histórico dos materiais utilizados na construção civil;
- Identificar impactos ambientais;
- Propor solução para uma construção mais sustentável com a viabilidade de EPS, PET, e tijolo ecológico e outros materiais em obras residenciais;
- Realizar um estudo técnico da qualidade e resistência dos materiais;
- Apresentar a viabilidade econômica.

### **3 ESTUDO DE VIABILIDADE DA SUBSTITUIÇÃO DE TIJOLOS CERÂMICOS POR OUTROS MATERIAIS**

#### **3.1 HISTÓRICO DOS MATERIAIS**

A história da construção civil iniciou-se a partir da necessidade de abrigo do homem. Desde então presenciamos a criação e a transformação de técnicas construtivas em busca de melhores construções. No período Neolítico (10.000 a.C. a 4.000 a.C) pequenas casas e abrigos eram construídos apenas com madeiras e pedras. Acredita-se que a madeira foi o material mais antigo utilizado na construção civil. Portanto, muitos materiais foram descobertos e criados para utilização das edificações. Para que as cidades pudessem crescer aprimorou-se as técnicas construtivas, já que antes eram descobertas e já utilizadas de forma bruta, sem nenhum estudo para melhoria do produto, resistência, entre outros. As cidades prosperaram, e, com esse crescimento desde então, presenciamos os impactos ao meio ambiente, havendo assim a necessidade de se construir com eficiência e sustentabilidade.

Segundo o Relatório Brundtland (1988, p. 1), desenvolvimento sustentável é aquele que “atende às necessidades do presente, sem comprometer o atendimento às necessidades das gerações futuras”. Daí a real importância de incorporar técnicas construtivas que não agridam tanto o meio ambiente, já que a construção civil é um dos setores que mais consomem recursos naturais. A expansão demográfica das grandes cidades e o crescimento da população tem implicado em um aumento considerável no consumo de energia e de matéria prima, gerando graves impactos ao meio ambiente, assim como também diminuindo a qualidade de vida, principalmente nos países subdesenvolvidos, como no Brasil.

Atualmente pode-se ver que os recursos energéticos e os bens naturais tornam-se cada vez mais fatores limitantes para o progresso socioeconômico. Porém, mais do que isso, a exploração desses insumos e os impactos resultantes do seu consumo podem comprometer o desenvolvimento. Os procedimentos normalmente utilizados na construção civil no país não consideram os impactos das atividades do setor sobre o meio ambiente. É necessário adotar parâmetros para a tomada de decisões a partir de uma perspectiva que vise à integração e a sustentabilidade durante todo o processo de construção das edificações e isso, sem dúvidas, ajudaria não só aos indivíduos que vivem em condições precárias, bem como a reduzir a utilização de recursos naturais de forma irregular e ineficiente.

Com a incorporação de critérios sustentáveis e melhor planejamento, haverá um melhor resultado na elaboração dos projetos e, conseqüentemente, edificações de melhor qualidade, podendo-se assim racionalizar o uso de recursos naturais, evitando o desperdício de materiais durante a construção (ASSIS; PEREIRA; SOUZA; DINIZ, 2006). É, sem dúvidas, um resultado de grande relevância no caso da habitação de interesse social, tendo em vista que as muitas avaliações já realizadas no país apontam falhas em todos esses quesitos, notadamente quanto ao conforto ambiental.

Desde sempre a busca por qualidade de vida e conforto foram primordiais para a humanidade, exemplo disso foi a utilização de argila para criar artigos de armazenamento para colheita a partir daí foi sendo aprimorado e descoberto novas utilidades para a argila, chegando até ao tijolo cerâmico.

Segundo BAUER, 1995, p. 695,

O solo como material de construção tem sido utilizado há pelo menos dez mil anos, sendo registrado em culturas antigas como a grega e a romana. Algumas destas obras resistem ao tempo, conservando sua qualidade estética e principalmente, sua qualidade estrutural. O uso de aglomerantes hidráulicos como estabilizador de solo, para construções, só ocorre mais tarde, uma vez que esse tipo de aglomerante só foi descoberto por volta de 1800.

No Brasil, em 1945, foi construída a primeira obra em solo-cimento que se tem notícia, uma casa de bombas para abastecer as obras do aeroporto de Santarém, Pará, com 42 m<sup>2</sup> (BAUER, 1995). No Brasil, cidades como Ouro Preto, Diamantina e Paraty têm uma história de quatro séculos, comprovando o uso extensivo de taipa-de-pilão, adobe e taipa-de-sopapo ou pau-a-pique. Portanto, o solo sempre fez parte do patrimônio cultural construtivo do Brasil (BAUER, 1995).

### 3.1.1 TIJOLO CERÂMICO

O tijolo é um produto cerâmico, produzido através de argila, água e em alguns casos aditivos, com formato definido em norma e amplamente utilizado na construção civil. Sendo considerado um dos principais materiais de construção.

O tijolo que é produzido em argila, tem tom avermelhado e pode ser maciço ou furado. A sua fabricação é iniciada com a extração da argila da natureza que posteriormente passa por um processo de extrusão que lhe confere os padrões geométricos desejados, sendo por final cozido em um forno para que finalmente seja disponibilizado para a construção de casas, edifícios, entre outros.

As primeiras informações a respeito do tijolo que se tem conhecimento, datam de 7500 a.C, pois historiadores e pesquisadores encontraram vestígios de tijolos que datam daquela época na cidade de Jericó no Oriente Médio. As buscas na história do tijolo nos contam ainda que os primeiros tijolos cozidos em alguma espécie de forno, surgiram cerca de 3000 anos antes de Cristo.

Naquela época os tijolos eram considerados um grande avanço tecnológico, pois permitiam a construção de edifícios com maior resistência, a temperatura e a umidade. Por volta de 1200 a.C a fabricação do tijolo se difundiu também pela Europa e pela Ásia.

Outra vantagem do tijolo naquela época era a economia e substituição a seus antecessores a madeira e a pedra, em regiões onde havia escassez e dificuldade de encontrar este tipo de material em quantidade abundante para atender as necessidades da época.

Imagem 01: Tijolo Cerâmico



Fonte: Internet. Disponível em: [http://www.fkct.com.br/tijolo\\_ceramico\\_modulacao\\_25.html](http://www.fkct.com.br/tijolo_ceramico_modulacao_25.html)

### 3.1.2 TIJOLO ECOLÓGICO

Atualmente todos conhecemos o termo sustentabilidade e desenvolvimento sustentável. Porém, ele foi formulado na década de 1970 durante a Comissão de Brundtland como consequência ao temor em relação ao esgotamento dos recursos naturais e, pode ser entendido como um padrão de uso dos recursos naturais, no qual se atenda as atuais necessidades da população, mas preservando o meio ambiente, de modo que também atenda às necessidades das futuras gerações.

Atualmente já se tem incentivos econômicos para a construção sustentável. E ela já é vista como uma forma de agregar valor a edificação e a marca.

O processo de fabricação do tijolo tradicional consiste em uma mistura de tipos de argila com água que passa pela secagem durante aproximadamente 10 dias. Após esse período, a mistura deve ser cozida em forno para resfriar em temperatura ambiente e depois passar pelo controle de qualidade. O tijolo ecológico é feito da compressão da mistura do solo com cimento e água, e não passa pelo processo de queima.

Como temos uma grande diversidade de composição de solo é importante observar o comportamento do material para estabelecer o traço ideal da mistura. O controle de qualidade pode ser verificado através dos ensaios propostos pelas normas de solo cimento: NBR12023:2012 com ensaios de compactação e NBR12025:2012 com ensaios de compressão.

A grande vantagem do seu processo de produção é que não tem a queima, o que elimina o uso de combustíveis e a emissão de gases do efeito estufa do processo. Estima-se que para a queima da lenha necessária para a fabricação de mil tijolos convencionais são necessárias 5 árvores. Outra vantagem é que pode ser usado praticamente qualquer tipo de solo, inclusive aquele que seria removido para fazer o corte do terreno, acredita? Isso mesmo, o tijolo pode ser feito na própria obra, o que elimina os gastos e o impacto ambiental causados pelo transporte.

Vários estudos vêm sendo desenvolvidos no intuito de usar resíduos como aditivo dessa mistura. Materiais como granito, caulim, casca de banana, restos de vegetais, lixo de aterros sanitários, bagaço de cana-de-açúcar, pó de serra, borracha, além dos resíduos construção civil, das indústrias petroquímicas e siderúrgicas e da mineração.

Em muitos desses estudos, o uso dos resíduos além da função ecológica de evitar o seu descarte na natureza pode contribuir para a melhoria de propriedades. Características como isolamento térmico e acústico, peso e resistência mecânica e ao fogo podem ser aprimoradas.

Hoje temos empresas no mercado que trabalham com a venda direta do tijolo ecológico. Nesses casos, sua comercialização normalmente é feita de duas formas: A primeira é em tijolo maciço, ideal para execução de paredes de tijolinho aparente, muito usada no estilo rústico, e, a segunda é através do tijolo de 2 furos, cuja dimensão padrão é de 7 x 12,5 x 25cm, ele permite embutir colunas de sustentação e tubulação elétrica e hidráulica. Além disso, a câmara de ar formada contribui para o conforto térmico acústico.

O tijolo possui encaixes que fazem com que a construção exija menos argamassa, que obra fique mais limpa e sua execução seja mais rápida. Nenhum tipo de tijolo de solo cimento pode ser usado como alvenaria estrutural, apenas de vedação. Para essa aplicação seus resultados de ensaios são positivos. A NBR 7170: Tijolo maciço para alvenaria estabelece



4MPa como resistência mínima à compressão, tem-se relatos que os tijolos ecológicos atingem até 12,5MPa.

Imagem 02: Tijolo Ecológico



Fonte: Internet. Disponível em: [file:///C:/Users/manam/Downloads/645-Texto%20do%20artigo-2530-1-10-20180718%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/manam/Downloads/645-Texto%20do%20artigo-2530-1-10-20180718%20(1).pdf)

Considerando Bauer (1995) e Braga *et al.*, (2010), o uso de blocos cerâmicos ecológicos pode trazer redução da demanda de energia e, este é um fator muito importante em termos de sustentabilidade, pois o setor de geração de energia tem um grande impacto na produção de gases de efeito estufa. Muitas soluções sustentáveis, desde o plantio de árvores até o posicionamento da moldura e do para-brisa em relação à posição solar, estão tentando influenciar a demanda de energia e, aproveitamento de resíduos múltiplos como, reduzir os problemas ambientais causados pela dificuldade de destinação em larga escala, reposição desses resíduos na cadeia produtiva e criação de valor para eles.

Alguns desses resíduos, dependendo de sua quantidade ou natureza, podem se tornar poluentes da água e do solo. Criar oportunidades locais: Cada tipo de resíduo só pode ser usado efetivamente para produzir tijolos de uso local, pois o preço dos tijolos tradicionais é menor em comparação com outras soluções e o transporte pode reduzir sua competitividade. Portanto, os bairros ecológicos em uma área do Brasil podem nem mesmo ser visíveis em outra área. Contribuir para a habitação popular com soluções não convencionais de alvenaria podem viabilizar assentamentos e melhorar as condições de vida das pessoas em moradias instáveis (BRAGA *et al.*, 2010).

Em paredes de alvenaria seladas verticais sem instalações elétricas ou hidráulicas, a eliminação de juntas de assentamento promove um ambiente de construção mais limpo e eficiente. O formato dos ecotijolos com furação vertical é intuitivo e mostra claramente a sua instalação, além de reduzir desperdícios de construção, dispensa a necessidade de argamassas

verticais e horizontais. Não há isenção de postes de canto em alguns aplicativos. O uso de blocos ecológicos pode ter desvantagens semelhantes aos blocos tradicionais ou outros blocos específicos: desconfiança por parte dos usuários: toda solução inovadora precisa demonstrar sua relevância e aspectos positivos para que venha a ter adesão (YEMAL; TEIXEIRA, 2011).

Como ainda existe uma cultura de usar os tradicionais blocos de cerâmica como materiais estruturais e construir pequenas casas na opinião popular, mesmo sem colunas de concreto armado, os usuários leigos podem pensar que suas casas são mais seguras com o uso de blocos comuns.

Os blocos cerâmicos são muito baratos em nosso país, o que acaba atrapalhando algumas soluções racionais, como os sistemas de encaixe embutidos, que exigem mais mão de obra. Melhorar o sistema construtivo ineficiente. A construção tradicional em blocos de cerâmica, seja ecológica ou não, não é um bom plano de construção, pois requer muita mão de obra e causa muitos inconvenientes, como perda de material. Resolve dois problemas: rejeitos locais abundantes e demanda de energia, não o meio ambiente em si. Por exemplo, pode ser útil usar materiais alternativos para criar painéis de construção ou blocos com uma área maior, o que pode ser uma evolução dessas soluções. Perda de matéria-prima que pode contribuir em outras áreas (YEMAL; TEIXEIRA, 2011).

Semelhante aos blocos tradicionais, os blocos ecológicos não podem ser usados para paredes de suporte, o que é estruturalmente útil para edifícios de concreto armado.

### 3.2 VIABILIDADE DE EPS, PET, E TIJOLO ECOLÓGICO E OUTROS MATERIAIS EM OBRAS RESIDENCIAIS

O termo sustentabilidade é sem dúvida um dos mais comentados neste novo milênio, esse conceito está entrelaçado nas mais diversas áreas de planejamento e setores da economia (BRAGA *et al.*, 2010). Na construção civil, com a utilização de materiais inovadores capazes de gerar o menor impacto possível ao meio ambiente e que estimulem o conforto térmico ou a redução do consumo de energia, não é diferente, e a diversidade de novos materiais e tecnologias com essa finalidade é imensurável (YEMAL; TEIXEIRA, 2011).

Vem se destacando entre os principais materiais inovadores da construção civil o tijolo reciclado, ou ecológico, que desfruta das técnicas de fabricação solo cimento normalizadas pela ABNT, trazendo diversos benefícios para obras de pequeno e médio porte. O produto pode ser de caráter estrutural ou não, passando por ensaios destrutivos que garantem a sua resistência resultada das proporções e dimensões definidas na fabricação.

Disponibiliza de uma gama de possibilidades de acabamentos que ficam a critério do cliente escolher, proporcionando satisfação e conforto ao mesmo (GODOI, 2012). Esta aplicação do Tijolo Ecológico, além de contribuir para o meio ambiente por evitar a emissão de gases de efeito estufa no seu processo de fabricação, contribuirá maciçamente na economia do país, tendo em vista o reaproveitamento de materiais vegetais descartáveis, pois é um produto que possui as características de ser durável e resistente, além de baixo custo e alto potencial de aplicabilidade na construção civil no que se refere à construção de moradias populares (SANTOS; SUZART; SILVA-JUNIOR, 2013).

A quantidade de material (resíduos) deixado pelo processo das construções civil torna-se dia a dia um dos problemas a serem enfrentados e que nos põem a pensar em atitudes e técnicas para que possamos reduzir esse volume de alguma forma. Em um olhar econômico verifica-se que ocorrem grandes reduções nos custos da produção do tijolo tendo em vista que a principal matéria prima é de baixo valor e os demais componentes são simples e de fácil acesso. O processo de transformação desta matéria para produto final pode ser manual ou automatizado, necessitando apenas pressão sobre o molde com as medidas normatizadas do tijolo ecológico. Sendo assim o preço se torna mais acessível tanto para produção quanto para venda ao consumidor final. Os resíduos que são provenientes dos rejeitos da construção civil, embora não apresentem um incômodo, mas sob o ponto de vista da toxicidade, assusta pelo seu volume crescente e requerendo medidas imediatas (COELHO; CHAVE, 1998).

Duas questões aparentemente independentes são problema em diversos países do mundo. A primeira, o déficit de moradias (valor que considera a quantidade de pessoas com moradia inadequada). A segunda, a quantidade de garrafas plásticas deixadas nas ruas, sem destino adequado. Mas a Associação de Desenvolvimento de Energias Renováveis (DARE), organização não governamental sediada na Nigéria, apresentou uma solução criativa que minimiza ambos os problemas: a construção de casas utilizando garrafas PET e areia. Casa de garrafas PET na Nigéria e no Brasil – uma alternativa sustentável e de baixo custo, feita com tijolos ecológicos, que vem se mostrando viável na área da construção civil. Uma ideia que melhorou a vida de muita gente sem comprometer a natureza.

Imagem 03: Casa construída de garrafa pet



Fonte: Internet. Disponível em: <https://ciclovivo.com.br/arq-urb/arquitetura/estudantes-brasileiros-constroem-casa-de-garrafa-pet/>

Outro produto realmente sustentável é o “replast”, um bloco gerado a partir do lixo plástico, tem as seguintes vantagens, de acordo com seus produtores: não requer colas ou adesivos para uso, pode contribuir para a certificação LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) é uma ferramenta de Certificação que busca incentivar e acelerar a adoção de práticas de construção sustentável, apresenta 95% menos emissões gases de efeito estufa (GHG) em comparação com bloco de concreto, com um elevado isolamento térmico e acústico.

Entre as vantagens do processo de confecção dos blocos, que podem ter várias utilidades na construção, estão o fato de ser menos poluente, ser de fácil transporte, funcionar a gás ou eletricidade e gerar um produto personalizável.

Imagem 04: Tijolo “replast”, feito a partir plástico marinho



Fonte: Internet. Disponível em <https://medium.com/@andrcastellanilopes/tijolos-a-partir-do-pl%C3%A1stico-marinho-uma-realidade-bdf123a61dc7>

Além de ser a atividade econômica que mais consome recursos naturais, é também a maior geradora de resíduos urbanos. É possível identificar que na história da humanidade o solo é utilizado em construções das mais variadas dimensões, desde que trabalhado através de técnicas de preparação que proporcionam um aproveitamento total de sua resistência. Com isto, não há dúvidas de que um elemento construtivo feito a partir do solo, estabilizado com outras matérias primas, resultará em um elemento resistente e de qualidade (GODOI, 2012).

Contudo devemos notar que ao aplicar esses recursos em construções, o engenheiro ou construtora que está responsável pela obra seja consciente e financeiramente estável. Visto que possui a responsabilidade com a condição ambientais da obra e indiretamente sobre a forma que o planeta se encontra, alinhado com as necessidades do consumidor.

O tijolo de isopor ou poliestireno expandido (EPS) tem na leveza seu principal benefício, uma vez que, mais leve que os tijolos convencionais, consegue diminuir pela metade o uso de ferragens e em até 35% o emprego de cimento. Ou seja, aplicar o tijolo de isopor para parede barateia o custo final da obra quando comparado aos custos de outros produtos, mesmo que sustentáveis (GODOI, 2012).

Imagem 05: Construção feita com material isopor



Fonte: Internet. Disponível em <https://www.temsustentavel.com.br/tijolo-de-isopor-mais-sustentabilidade-e-menos-impactos-a-construcao/>

De acordo com SALA, 2006, p. 39, podemos definir como:

O tijolo ecológico ou de solo-cimento é feito de uma mistura de solo e cimento, que depois são prensados; seu processo de fabricação não exige queima em forno à lenha, o que evita desmatamentos e não polui o ar, pois não lança resíduos tóxicos no meio ambiente. Para o assentamento, no lugar de argamassa comum é utilizada uma cola especial (SALA, 2006, p. 39).

Podem apresentar dois furos no seu interior. Eles permitem colocar a rede hidráulica e elétrica, dispensando assim a quebra da parede. O sistema é modular e produz alvenaria uniforme, o que diminui as perdas no reboco.

De acordo com Pisani (2005), os tijolos de solo-cimento possuem matéria-prima abundante na terra por serem solo de origem. A autora destacou ainda que por ter propriedades isolantes, além de proporcionar um ambiente confortável e quase nenhum consumo de energia, também economiza energia sem queimar, de forma que o produto tem bons efeitos de isolamento térmico e acústico.

### 3.3 ESTUDO TÉCNICO DA QUALIDADE E RESISTÊNCIA DOS MATERIAIS

Conforme (FRANCO e AGOPYAN, 1993; PICHIE AGOPYAN, 1993; PRUDENCIO, 1995) a especificação de materiais, o conhecimento de normalização, a solução de interfaces projeto – obra, o projeto para a produção e a coordenação entre vários projetos também são considerados fatores importantes dentro deste contexto. Sem a devida atenção a esses fatores, muitos problemas impensáveis podem surgir aonde menos se espera, como por exemplo: a baixa qualidade dos materiais, a especificação de materiais incompatíveis, o detalhe insuficiente ou errado, os detalhes construtivos inexequíveis, a falta de padronização, o erro de dimensionamento, o comprometimento do desempenho e a qualidade global do ambiente construído.

De acordo com PICHIE e AGOPYAN (1993); DÓREA e SILVA (1999), no decorrer das etapas do processo da construção a qualidade dos materiais utilizados, bem como sua conformidade com as especificações é um dos fatores que interferem na qualidade final do produto, os materiais de construção podem ser classificados de acordo com diferentes critérios.

Entre os critérios apresentados por Silva (1985) podemos destacar como principais a classificação quanto à origem e à função.

Quanto à origem ou modo de obtenção os materiais de construção podem ser classificados em:

- Naturais: são aqueles encontrados na natureza, prontos para serem utilizados. Em alguns casos precisam de tratamentos simplificados como uma lavagem ou uma redução de tamanho para serem utilizados. Como exemplo desse tipo de material, temos a areia, a pedra e a madeira.
- Artificiais: são os materiais obtidos por processos industriais. Como exemplo, pode-se citar os tijolos, as telhas e o aço.
- Combinados: são os materiais obtidos pela combinação entre materiais naturais e artificiais. Concretos e argamassas são exemplos desse tipo de material.

Quanto à função onde forem empregados, os materiais de construção podem ser classificados em: • Materiais de vedação: são aqueles que não têm função estrutural,

servindo para isolar e fechar os ambientes nos quais são empregados, como os tijolos de vedação e os vidros.

- Materiais de proteção: são utilizados para proteger e aumentar a durabilidade e a vida útil da edificação. Nessa categoria podemos citar as tintas e os produtos de impermeabilização.
- Materiais com função estrutural: são aqueles que suportam as cargas e demais esforços atuantes na estrutura. A madeira, o aço e o concreto são exemplos de materiais utilizados para esse fim.

Para MACHADO (2002), as principais manifestações patológicas em ordem crescente de ocorrência estatística são: Deterioração e a degradação química da construção em 7%; deformações (flechas e rotações excessivas) 10%; segregação dos materiais componentes do concreto (ninho) 20%; corrosão das armaduras do concreto armado (20%); fissuras e trincas ativas ou passivas nas peças de concreto armado 21%; manchas na superfície do concreto armado 22% e, são cada vez mais frequentes os problemas patológicos nas edificações devidos à ausência de qualidade dos materiais e componentes, tais como a baixa durabilidade em relação à especificada, a falta de rigor dimensional e baixa resistência mecânica.

Fabricantes de materiais têm se mostrado bastante ativos buscando melhorar e lançar produtos inovadores no mercado, no entanto, a escolha destes materiais novos pode ser dificultada pela deficiência de informações técnicas para guiar e subsidiar a especificação e à ausência ou deficiência de normalização correlata. Com a multiplicação de novos materiais no mercado, sem que sejam realizados devidamente testes para comprovar a conformidade com os requisitos e critérios de desempenho, a probabilidade de patologias é significativamente crescente.

Além desses fatores, é crucial avaliar as restrições e as exigências decorrentes das condições climáticas como as intempéries, o comportamento do material sob condições semelhantes à que estará submetido, a compatibilidade com os demais materiais em contato, bem como os custos de aplicação e de possíveis serviços de manutenção. Desse modo, a escolha destes materiais e as técnicas de construção devem estar de acordo com o projeto com o intuito de atender às necessidades dos usuários e assegurar a preservação de suas propriedades e características iniciais.

Cabe destacar que, o fator preço não deve prevalecer no ato da escolha de materiais, pois muitas vezes o baixo custo pode ser sinônimo de material de qualidade inferior. Além do mais, isto se torna mais óbvio devido à falta de especificação precisa dos materiais (MACIEL e MELHADO, 1995). A aplicação inadequada dos materiais e a falta de entendimento de suas características têm ocasionado diversos problemas patológicos e de manutenção nas edificações. Nesse sentido, o conhecimento das informações técnicas e econômicas é extremamente importante no momento da seleção e da especificação dos materiais e

componentes, a fim de que um determinado material atenda de forma tolerável às suas condições de serviço.

Portanto no panorama descrito, faz-se necessário que um sistema de controle de qualidade que seja incorporado nas etapas de seleção, aquisição, recebimento e aplicação dos materiais. Assim a comprovação da conformidade baseada em critérios normatizados constitui uma ferramenta eficiente para garantir a qualidade dos materiais empregados. O conhecimento das propriedades dos materiais também é fundamental assim como a avaliação de suas características físicas e químicas. Entre as propriedades deve-se ressaltar a durabilidade, pois embora a resistência e durabilidade sejam consideradas as propriedades mais importantes dos materiais de construção, a necessidade de projetar e de construir, com durabilidade, não é considerada com a mesma ênfase e importância dada à resistência estrutural.

Além das propriedades, a compatibilidade entre os materiais é um elemento relevante quando se propõe buscar a qualidade, pois o conhecimento técnico de cada material poderá amenizar ou prevenir a ocorrência da deterioração (ROCHA, 1997a; ROCHA, 1997b). Portanto, vale responder de forma correta ao questionamento sobre quais materiais utilizar, se os materiais terão aderência, se um material poderá influenciar as propriedades do outro; quais as especificações a serem atendidas; quais os equipamentos envolvidos; quais as condições de entrega e de exposição; onde armazená-los; a quantidade de material a ser utilizada; enfim questões que podem comprometer a qualidade do produto final e resultar em futuros problemas patológicos e de manutenção.

As empresas construtoras estabelecem padrão para a realização de controle de qualidade de materiais empregados em obras, elaborando diretrizes essenciais abordando as seguintes operações: especificação, inspeção de recebimento, armazenamento, manuseio conforme os requisitos contidos nos itens 7.4.2, 7.4.3, 7.5.3, 7.5.5. e 8.2.4 da NBR ISO 9001:2008 e Norma SiAC/PBPQ-H. Segundo SILVA & COSTA JÚNIOR (2010) o bom desempenho dos materiais utilizados na construção de edificações depende de um sistema de controle de qualidade que contempla os processos de escolha, aquisição, recebimento e aplicação dos mesmos.

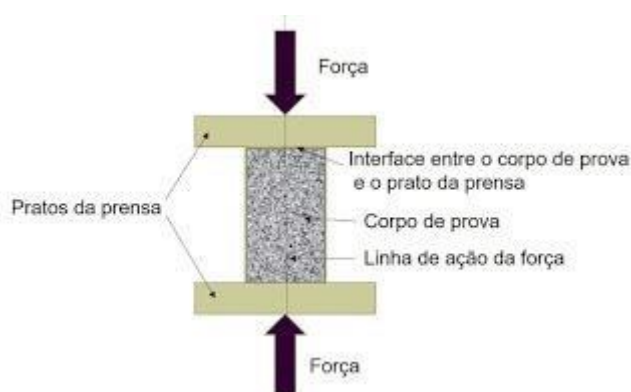
De acordo com Bauer (2006), o controle de qualidade não significa comprovar a posteriori, mas sim definir, para cada fase do processo da construção (planejamento, projeto, especificações, suprimentos, mão de obra, materiais, execução, controle, serviços, uso e manutenção), determinadas ações para assegurar o cumprimento dos requisitos de qualidade pré-estabelecidos.

Como nas mais diversas áreas da indústria, na construção civil também se faz necessária a realização de alguns testes para garantir que os materiais estejam dentro dos parâmetros



especificados. Assim pode-se garantir a qualidade, resistência e durabilidade dos materiais. Segundo a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) (2005) para que seja realizada a comercialização dos tijolos, devem ser seguidos alguns parâmetros de qualidade, sejam eles através de inspeções visuais ou ensaios realizados em laboratórios. Segundo a ABNT (2005) os tijolos devem ter suas características geométricas de forma regular e uniforme, sem patologias aparentes e para garantir a resistência suas características mecânicas, são determinadas pela resistência mecânica a compressão dos blocos cerâmicos, que segundo a norma NBR 15270-1:2005 os tijolos com furos na vertical deverão ter um resultado de no mínimo 3,0 MPa.

Imagem 06: Condições de aplicações do carregamento



Fonte: Internet, 2021. Disponível em: <https://www.arsaedificativa.com/2018/06/ensaios-mecanicos-do-concreto.html>

O tijolo ecológico também deve estar com suas especificações físico-mecânicas de acordo com a norma, realizando praticamente os mesmos ensaios realizados no tijolo cerâmico. O EPS, quanto maior a densidade maior será sua resistência De acordo com a ABNT NBR 11.949 A massa específica aparente do EPS de Classe F deve variar entre 13 e 25 kg/m<sup>3</sup>. De acordo com a Comissão Setorial de EPS da Abiquim, essa característica está diretamente relacionada a outras importantes propriedades, como a compressão, esse sistema construtivo pode ser utilizado em prédio de até 5 pavimentos, comprovando a sua boa resistência.

### 3.4 VIABILIDADE ECONÔMICA

O tijolo cerâmico não chega a ser considerado um material de alto custo, o valor do tijolo unitário normalmente varia entre R\$ 0,80 à R\$ 2,00 (mostrado através de pesquisa

realizada no ano de 2021. Fonte: Internet) isso se tratando de um tijolo de 6 furos e tamanho convencional, além disso, pode ser encontrado com facilidade em olarias e materiais de construção. Dos materiais que podem substituir o tijolo cerâmico, pode-se destacar como sendo custo benefício:

- EPS: Apesar da unidade do bloco de isopor ser encontrada com um valor mais alto que o tijolo cerâmico, pode-se obter uma redução de custos como um todo na obra, economizando desde a fundação que será em estilo radier, no consumo do concreto e até na quantidade de água durante a obra.

- Tijolo Ecológico: O tijolo ecológico (un) normalmente é mais caro que o convencional, mas se torna viável, pois como um todo, pode render uma obra 20% mais barata que a convencional, porque não é necessário cimento entre as peças, a estrutura não exige madeira e nem reboco.

- Garrafa PET: Economicamente falando, o material PET representa o menor custo financeiro visto que sua matéria prima é descartada diariamente como lixo.

Uma das primeiras definições para desenvolvimento sustentável foi dada pela CMMAD (Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento) em 1988 como “Desenvolvimento Sustentável aquele que satisfaz as necessidades da geração presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem a suas próprias necessidades”. Segundo John (2000), a construção civil é um dos setores da economia que mais gera impactos ambientais, sendo responsável pelo alto consumo de recursos energéticos e naturais.

O PET (politereftalato de etileno) atualmente representa um dos maiores insucessos da humanidade, ocasionando para o meio ambiente uma imensa poluição, com um aumento considerável durante as últimas décadas, uma vez que o ser humano trocou a garrafa vidro pelo plástico. Faz-se necessário, alternativas viáveis de reaproveitamento, auxiliando no aumento da vida útil dos aterros sanitários, como também representar um grande avanço na indústria da construção civil.

Atualmente os estudos da incorporação do PET com o concreto, vêm se fortalecendo devido à busca de aprimorar a durabilidade e resistência do mesmo. O concreto é o material mais consumido do mundo, é uma mistura homogênea de cimento, agregados miúdos e graúdos, com ou sem a incorporação de componentes minoritários (aditivos químicos e adições) e água, que desenvolve suas propriedades pelo endurecimento da pasta de cimento.

Quando adicionado o PET triturado no concreto há uma diminuição de alguns materiais, ou seja, reduz o custo deste e resolve de maneira eficaz um grande problema de descarte do PET. Além da possível redução dos impactos ambientais, os aspectos

de resistência à compressão, retração plástica, aumento da tenacidade, e durabilidade são outras vantagens do uso do PET triturado (MARANGON, 2004, p. 43).

Uma das principais vantagens na utilização do PET na construção civil e a redução da matéria-prima não renovável, como por exemplo, a areia na fabricação do concreto, isso otimiza a os danos ambientais causados pela extração da matéria-prima e ainda representa um menor custo financeiro, visto que o PET seria uma matéria-prima que é descartada todos os dias como lixo. Por isso o interesse de cada vez mais em estudar e aprimorar as pesquisas sobre a incorporação de tal resíduo, passando assim segurança para o uso do PET, e desenvolvendo o interesse de outras empresas em aumentar e investir no setor de reciclagem. Os resultados desses estudos devem ser comparados a especificações técnicas recomendadas pelas Normas Brasileiras (ABNT e DNIT).

Para suprir as necessidades da construção civil, em conjunto com o desenvolvimento sustentável, vários cientistas do mundo todo vêm buscando alternativas inovadoras e ecologicamente corretas para o reuso do PET. De repente, empresas de arquitetura e de engenharia civil têm dado mais atenção ao material. Sabe-se que esse plástico possui alta resistência mecânica, química, à compressão, ao fogo, aos fenômenos naturais e capacidade isolante maior que a dos tijolos e blocos convencionais.

Por todas essas qualidades, o PET vem sendo utilizado como um insumo alternativo em edificações residenciais de baixo custo, uma possível solução para o déficit habitacional mundial. Podem se ver, no mercado, três tipos de aplicações das garrafas na construção civil ecológica. Primeiro, como substitutas da brita, na fabricação de cimento. Segundo, como substitutas da areia, na produção de tijolos e blocos. E terceiro, como peças preenchidas com areia ou entulho de obra, intercaladas de argamassa. A ideia da “garrafa-tijolo” surgiu na Índia, mas foi a Associação de Desenvolvimento de Energias Renováveis, em parceria com a Africa Community Trust, que construiu a primeira casa feita com PET e areia, em Yelwa, na Nigéria. Ela segue o modelo das construções convencionais do país, com formato arredondado. A fundação é de concreto e as paredes têm garrafas preenchidas com areia – colocadas lado a lado, unidas com lama e com fundos expostos. O efeito visual é surpreendente.

Imagem 07: Construção feita com material isopor



Fonte: Internet, 2021. Disponível em: <https://jardimdomundo.com/confira-como-sao-feitas-as-casas-com-garrafa-pet/>

Esse método de construção é uma boa alternativa para regiões quentes, desprovidas de certas tecnologias, de materiais e recursos financeiros. No Brasil, já se pode ver várias casas construídas com garrafas plásticas. Um projeto do Estado do Rio Grande do Norte, idealizado por Antônio Duarte Gomes, construiu quarenta residências como essas. Suas paredes são preparadas em fôrmas, com pontos de saída de água e luz já pré-estabelecidos e não recebem, necessariamente, reboco ou outro tipo de revestimento.

Em tese, garrafas PET podem ser preenchidas com quaisquer sólidos. Mas, normalmente, usa-se terra, areia, palha de arroz, de trigo ou outros resíduos de compostagem. 27 A mistura pode ter a proporção de um de cimento, seis de areia ou argila e meia de cal – ou uma, se for para a construção de paredes e colunas mais simples.

Valores estimados (variável de região para região). Os mesmos podem sofrer alterações devido a custos relacionados a frete.

Imagem 8: Bloco cerâmico – valores



Fonte: Internet, 2021. Disponível em: <https://www.cec.com.br/material-de-construcao/blocos-e-tijolos/blocos-ceramicos/blococeramico-19x14x29cm-avermelhado?produto=1308184&idpublicacao=791d2005-d206-4804-b29771cab438caf1>

Imagem 9: Tijolo Ecológico – valores



Fonte: Internet, 2021 Disponível em: <https://www.cec.com.br/material-deconstrucao/blocos-e-tijolos/blocos-ceramicos/bloco-ceramico-19x14x29cm-avermelhado?produto=1308184&idpublicacao=791d2005-d206-4804-b297-71cab438caf1>

Imagem 10: Bloco de EPS - valores.



Fonte: Internet, 2021. Disponível em: [https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1124979481-1-bloco-de-eps-isopor-tipo-7-f-50x50x10cm-JM?matt\\_tool=18956390&utm\\_source=google\\_shopping&utm\\_medium=organic#&gid=1&pid=1](https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1124979481-1-bloco-de-eps-isopor-tipo-7-f-50x50x10cm-JM?matt_tool=18956390&utm_source=google_shopping&utm_medium=organic#&gid=1&pid=1)

## 4 METODOLOGIA

Este trabalho aborda a temática da viabilidade da substituição de tijolos cerâmicos por outros materiais. A elaboração de um projeto de pesquisa assim como seu desenvolvimento, necessita, para que seus resultados sejam satisfatórios, de planejamentos cuidadosos, reflexões conceituais sólidas, alicerçados em conhecimentos já existentes. Segundo GIL (2008, p. 26), “pode-se definir pesquisa como o processo formal e sistemático de desenvolvimento do método científico”. O objetivo fundamental da pesquisa é descobrir respostas para problemas mediante o emprego de procedimentos científicos.

Para a realização de uma pesquisa é necessário delimitar tema e objetivos e que esta represente além de um desafio acadêmico, como também se transforme em fonte de inspiração para demais pesquisadores. Para GIL (2008, p.27),

As pesquisas exploratórias têm como principal finalidade desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias, tendo em vista a formulação de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores. De todos os tipos de pesquisa, estas são as que apresentam menor rigidez no planejamento. Habitualmente envolvem levantamento bibliográfico e documental, entrevistas não padronizadas e estudos de caso. Procedimentos de amostragem e técnicas quantitativas de coleta de dados não são costumeiramente aplicados nestas pesquisas.

Esta pesquisa caracterizou-se como exploratória de abordagem qualitativa e como procedimento técnico para a coleta de dados, bibliográfica. A pesquisa exploratória serve para identificar como devemos trabalhar com método científico de determinado assunto e mostrar a verdadeira contribuição em determinado momento, para assim poder resolver ou pelo menos esclarecer os problemas da pesquisa.

A pesquisa qualitativa tem como o objetivo principal compreender e aprofundar-se nas observações gerando mais compreensão sobre o tema abordado. KAUARK (2010, p.26) nos mostra que a pesquisa qualitativa,

Considera que há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, isto é, um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito que não pode ser traduzido em números. A interpretação dos fenômenos se a atribuição de significados é básica no processo de pesquisa qualitativa. Não requer o uso de métodos e técnica estatísticas. O ambiente natural é a fonte direta para coleta de dados e o pesquisador é o instrumento-chave. É descritiva. Os pesquisadores tendem a analisar seus dados indutivamente. O processo e seu significado são os focos principais de abordagem.

A pesquisa bibliográfica é a revisão da literatura sobre as principais teorias que norteiam o trabalho científico. Essa revisão é o que chamamos de levantamento bibliográfico ou revisão

bibliográfica, a qual pode ser realizada em livros, periódicos, artigo de jornais, sites da Internet entre outras fontes. GIL (2008, p.50) reitera sobre a pesquisa bibliográfica que,

A pesquisa bibliográfica é desenvolvida a partir de material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos. Embora em quase todos os estudos seja exigido algum tipo de trabalho desta natureza, há pesquisas desenvolvidas exclusivamente a partir de fontes bibliográficas. Parte dos estudos exploratórios podem ser definidos como pesquisas bibliográficas, assim como certo número de pesquisas desenvolvidas a partir da técnica de análise de conteúdo.

Com tudo isso a pesquisa serve para compreender as etapas do seu desenvolvimento, buscando sempre informações e compreensão para um melhor aprendizado e um breve conceito do tema abordado que segundo os autores citados neste trabalho como BRAGA (2010), COSTA (2011) E GODOI (2012) que investigam os métodos e procedimentos de substituição de tijolos cerâmicos por outros materiais.

## 5 CONCLUSÃO

Conclui-se que, através da pesquisa proposta, é viável o uso de materiais que podem substituir os tijolos cerâmicos tais como: tijolos ecológicos feitos de resíduos de plásticos, garrafa PET, EPS entre outros, afim de redução de resíduos; redução dos custos da obra; redução no tempo de execução; redução de impactos ambientais; além de proporciona melhor isolamento térmico e acústico.

O tijolo ecológico é um modelo de tijolo que promove impacto ambiental positivo, reduzindo o consumo de materiais diversos na área de construção e aplicando conceitos de sustentabilidade na sua fabricação e durante a execução da obra, sendo produzido a partir de resíduos gerados pela construção, permitindo reaproveitamento de grande parte destes materiais. Havendo também possibilidade de utilizar outros tipos de materiais como cinzas, pets triturados, e resíduos da construção civil, mineração e gesso propiciando melhoria na qualidade dos tijolos e redução no consumo de cimento, viabilizando ainda mais sua fabricação, obtendo êxito em âmbito econômico, ambiental, social e funcional.

Com o foco voltado ao produto, nota-se uma redução expressiva de materiais utilizados e ausência de perdas devido ao seu alto grau de resistência, tudo isto contribuindo para a redução de custos totais em uma obra em que o tijolo ecológico é adotado minimizando o desperdício e utilizando-os como insumo para novos produtos, com o objetivo de economizar matérias-primas não renováveis e reduzir a geração de resíduos.



## REFERÊNCIAS

- ASSIS, Eleonora. S.; PEREIRA, Elizabeth M. D.; SOUZA, Roberta V. G.; DINIZ, Antônia S. A. C.; **HABITAÇÃO SOCIAL E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA: um protótipo para o clima de belo horizonte.** 2006.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 11579: Cimento Portland: Determinação do índice de fissura por meio de peneira 75 µm (nº 200). Rio de Janeiro, 2009.
- BAUER, Luiz A. Falcão. **Materiais de construção.** Volumes 1 e 2. São Paulo: LTC, 1995/2006.
- BRAGA, B.; HESPANHOL, I.; CONEJO, J.G.L.; MIERZWA, J.C.; BARROS, M.T.L.; SPENCER, M.; PORTO, M.; NUCCI, N.; JULIANO, N.; EIGER, S. **Introdução à engenharia ambiental: O desafio do desenvolvimento sustentável.** 2 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall. 2010.
- COELHO, P.E.; CHAVES A.P. **Reciclagem de entulho** - Uma opção de negócio potencialmente lucrativa e ambientalmente simpática. *Areia e Brita*, São Paulo, v. 2, n. 5, p. 31-35, 1998.
- COSTA. Daniela Vasconcellos Zuquim; FREITAS. Ana Paula; SILVA. Débora Cristina; SILVA. Juliana Patrícia Oliveira; JESUS. Marina Paschoalino. **Descrição do processo produtivo do tijolo ecológico modular a partir da reutilização de resíduos sólidos da construção civil.** 26 Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. 2011.
- GIL, Antônio Carlos, 1946. **Como elaborar projetos de pesquisas.** Antônio Carlos Gil. - 4. ed. - São Paulo: Atlas, 2008.
- GODOI, B.C.S. **Requisitos de sustentabilidade para o desenvolvimento de projetos residenciais multifamiliares em São Paulo.** Dissertação (Mestrado). FAUUSP: São Paulo. 2012.
- JOHN, V. M. **Reciclagem de resíduos na construção civil: contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento.** 2000. 102f. Tese (Livre Docência em Engenharia Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo.
- KAUARK, Fabiana. **Metodologia da pesquisa: guia prático** / Fabiana Kauark, Fernanda Castro Manhães e Carlos Henrique Medeiros. – Itabuna: Via Litterarum, 2010.
- MACIEL, Luciana L. MELHADO, Silvio B. **Qualidade na construção civil: Fundamentos,** Boletim Técnicos da Escola Politécnica da USP, TT/PCC/15. São Paulo: EDUSP. 1995. Aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção. São Paulo, 1994.
- MARANGON, Ei. **Aspectos do Comportamento e da Degradação de Matrizes de Concreto de Cimento Portland Reforçados com Fibras Provenientes da Reciclagem de Garrafa PET.** 2004. 75 f. Trabalho de Conclusão do Curso (Especialização em Engenharia Civil) - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. Ijuí, 2004.
- MORAIS. Marcelo Brito; CHAVES. Armando Macêdo; JONES. Kimberly Marie; **Análise de viabilidade de aplicação do tijolo ecológico na construção civil contemporânea.** *Revista Pensar Engenharia*, v.2, n. 2, Jul./2014.

PICCHI, F.A. **Impermeabilização de coberturas**. São Paulo: Editora Pini, 1986. 220p.

PISANI, J. M. **Um material de construção de baixo impacto ambiental: o tijolo de solo cimento**. São Paulo: Sinergia, 2005. 53-59 p.

SILVA, J. M. Alvenarias não estruturais. **Patologias e estratégias de reabilitação**. In: Seminário sobre Paredes de Alvenaria, P.B. Lourenço & H. Sousa (Eds.), Porto, 1985.

SALA, L. G., **Proposta de Habitação Sustentável para Estudantes Universitários**. 2006. 86 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2006.

SILVA, J. M. da; ABRANTES, V. **Patologia em paredes de alvenaria: causas e soluções**. In: Seminário sobre Paredes de Alvenaria, P.B. Lourenço et al. (eds.), 2010.

SANTOS, W.P.C.; SUZART, V.P.; SILVA-JUNIOR, N.F.S. **Tendência tecnológica para o processo de preparação de compósito à base de solo-cimento e fibra de bananeira para fabricação de tijolos e tecnologias correlatas através da pesquisa em documentos de patentes**. Cadernos de Prospecção, v.6, n.1, p.36-44. 2013.

**ANEXOS**