

**INSTITUTO ENSINAR BRASIL
FACULDADES DOCTUM DE CARATINGA**

ADIEL MAGNO PEREIRA

**UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO NA PRODUÇÃO
DE TIJOLO ECOLÓGICO**

CARATINGA

2018

ADIEL MAGNO PEREIRA
FACULDADES DOCTUM DE CARATINGA

**UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO NA PRODUÇÃO
DE TIJOLO ECOLÓGICO**

**Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Engenharia
Civil das Faculdades DOCTUM de
Caratinga, como requisito parcial à
obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Civil.**

**Área de concentração: Materiais de
Construção.**

**Orientadora: Professora Esp. Camila
Alves da Silva.**

CARATINGA

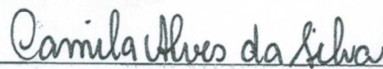
2018

TERMO DE APROVAÇÃO

O Trabalho de Conclusão de Curso intitulado: UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO NA PRODUÇÃO DE TIJOLO ECOLÓGICO, elaborado pelo(s) aluno(s) ADIEL MAGNO PEREIRA foi aprovado por todos os membros da Banca Examinadora e aceito pelo curso de ENGENHARIA CIVIL das FACULDADES DOCTUM DE CARATINGA, como requisito parcial da obtenção do título de

BACHAREL EM ENGENHARIA CIVIL.

Caratinga 06/12/2018



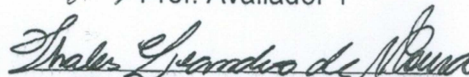
CAMILA ALVES DA SILVA

Prof. Orientador



JOÃO MOREIRA DE OLIVEIRA JÚNIOR

Prof. Avaliador 1



THALES LEANDRO DE MOURA

Prof. Examinador 2

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me concedido essa grande oportunidade, por ter me dado saúde, sabedoria, forças para vencer os desafios encontrados nesse período de graduação e pelas amizades que adquiri ao longo dessa caminhada.

Agradeço o meu pai Ronilson Paulino, meu irmão André Marques, minha mãe Elizete de Oliveira, minha noiva Aline Rodrigues e meu filho Pietro Rodrigues por me incentivar e não deixar desanimar perante as dificuldades. Aos meus amigos de sala, pois no decorrer desses cinco anos de luta e aprendizagem conseguimos chegar aqui nos ajudando, apoiando uns aos outros.

A minha orientadora e Prof.^a Camila Alves pela sua disponibilidade, por sempre me responder nas horas que precisei, por dividir comigo seu conhecimento, mostrando de maneira educada onde melhorar, onde buscar informações para complementar meus estudos.

Em memória de Gésica Marques Pereira e Jhones Paiva.

“E aprendi que se depende sempre
De tanta, muita, diferente gente
Toda pessoa sempre é as marcas
Das lições diárias de outras tantas pessoas
E é tão bonito quando a gente entende
Que a gente é tanta gente onde quer que a gente vá
E é tão bonito quando a gente sente
Que nunca está sozinho
por mais que pense estar...
(Caminhos do coração – Gonzaguinha)

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

A (%) – Absorção de Água em Porcentagem

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABRECON – Associação Brasileira para Reciclagem de RCD

A.C – Antes de Cristo

APP – Área de Preservação Permanente

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

FIESP – Federação das Indústrias de São Paulo

MM – Milímetros

M_1 – Massa Seca

M_2 – Massa Úmida

NBR – Norma Brasileira

PIB – Produto Interno Bruto

RCD – Resíduo de Construção e Demolição

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Fontes geradoras de RCD no Brasil.....	16
Figura 2: Contribuição na produção de RCD referente ao tipo de construção	17
Figura 3: Usina fixa de britagem de entulhos.	20
Figura 4: Usina móvel de britagem de entulhos	21
Figura 5: Pirâmides de Guizé- Egito Antigo.....	22
Figura 6: Dimensões tijolo maciço.....	24
Figura 7: Esquema simplificado da revisão bibliográfica.....	30
Figura 8: Coleta dos resíduos de construção.....	31
Figura 9: Procedimento para determinação da absorção de água.....	32
Figura 10: Estufa para secagem do tijolo.	33
Figura 11: Execução do ensaio de resistência à compressão.	34
Figura 12: Pesagem massa seca	35
Figura 13: Pesagem massa úmida.....	36

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Classificações dos resíduos	18
Quadro 2: Especificações ABNT NBR 15116: 2004.....	19
Quadro 3: Classificação dos blocos	23
Quadro 4: Dimensões características dos tijolos.....	24
Quadro 5: Valores de resistência à compressão.....	25
Quadro 6: Valores para absorção de água.	26

RESUMO

A construção civil representa uma parcela importante na economia do Brasil representando 14,5% do PIB. Uma área sendo tão produtiva faz com que seja um grande gerador de resíduos, que por sua vez na maioria dos casos não tem uma destinação correta. A confecção do bloco de concreto com resíduo de construção e demolição apresenta uma solução para esse problema, diminuindo a degradação ambiental, tanto pela extração de matéria-prima tanto pela ausência da queima de madeira ficando livre da emissão de gases tóxicos. Com o intuito de produzir um bloco que atenda a essa necessidade de reutilização dos resíduos, o presente trabalho apresenta um estudo para a utilização desses materiais como agregados, que atenda todos os requisitos normativos para que seja possível a utilização do mesmo em uma obra e que seja compatível com o tijolo usado para alvenaria. Os resultados apresentam que um bom desempenho através dos ensaios realizados o bloco pode obter uma vida útil compatível com o tijolo cerâmico, resistindo as forças solicitantes e sendo mais resistente a patologias referente ao seu índice de absorção de umidade.

Palavras-chave: Resíduo de construção civil. Tijolo ecológico. Agregados. Bloco de concreto.

ABSTRACT

Civil construction represents an important part of Brazil's economy, accounting for 14.5% of GDP. An area being so productive makes it a great generator of waste, which in turn in most cases does not have a correct destination. The construction of the concrete block with construction and demolition residue presents a solution to this problem, reducing the environmental degradation, both by the extraction of raw material both by the absence of the wood burning being released from the emission of toxic gases. In order to produce a block that meets this need for waste reuse, the present work presents a study for the use of these materials as aggregates, which meets all the normative requirements so that it is possible to use the same in a work and that compatible with masonry brick. The results show that a good performance through the tests carried out on the block can achieve a useful life with the ceramic brick, resisting the requesting forces and being more resistant to pathologies related to its moisture absorption index.

Key words: Construction waste. Natural resources. Ecologic brick. Aggregates, Concrete block.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 Contextualização	11
1.2Objetivos	13
1.2.1Objetivo geral	13
1.2.2Objetivos específicos	13
1.3 Estrutura do trabalho	13
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
2.1 Considerações iniciais	15
2.2 Agregados de Resíduos de construção de Demolição	19
2.3 Tijolo e bloco para alvenaria de vedação	22
2.3.1Blocos de concreto	23
2.3.2Dimensões	24
2.3.3Ensaio de compressão	25
2.3.4Ensaio de absorção de água.....	25
2.4 Tijolos ecológicos com agregados de RCD	26
3 METODOLOGIA	28
3.1 Classificação da pesquisa	28
3.2 Procedimentos metodológicos	29
3.2.1Revisão Bibliográfica	29
3.2.2Programa experimental	30
3.2.2.1Ensaio de absorção de água.....	31
3.2.2.2Ensaio de resistência a compressão.....	34
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
4.1 Ensaio de absorção de água	35
4.2 Ensaio de compressão simples	37
5 CONCLUSÃO	38
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

A construção civil é uma indústria que causa grande impacto ambiental, isso por causa do uso de uma grande quantidade de recursos naturais, pelo fato dos materiais empregados demandarem altos consumos energéticos em seus processos produtivos e pela grande produção de resíduos.

A falta de local apropriado para o descarte destes resíduos agrava o problema da poluição e também a degradação do meio ambiente, uma vez que em muitos casos, o descarte ocorre em aterros clandestinos, em Áreas de Preservação Permanente (APP), juntamente com lixo doméstico e demais resíduos. Há também os gastos gerados pelos órgãos responsáveis devido a limpeza e o recolhimento do Resíduo de Construção e Demolição (RCD) até local destinado.

Um desafio para o engenheiro é correlacionar ao crescimento da construção civil com o desenvolvimento sustentável, ou seja, aquele que leve a menos agressão ao meio ambiente, uma vez que a matéria prima está sendo cada vez mais escassa acarretando a extração dos materiais distante de onde será utilizado aumentando o preço final de uma obra.

A pressão por desenvolvimento e uso de materiais ecologicamente corretos vem crescendo, de modo que se tem estudado a viabilidade de empregar-se diferentes resíduos na produção de tijolos e blocos para alvenaria.

Desde os tempos antigos o tijolo foi um dos principais materiais usados na construção civil e seu uso significou um grande avanço para as civilizações, uma vez que incorporou as construções características importantes como: resistência à variação de temperatura, proporcionando um bom desempenho no isolamento térmico e balanço da umidade; isolamento acústico e maior durabilidade. Com o desenvolvimento das técnicas de construção, com esse material foi possível erguer edifícios fazendo com que o homem tenha sua morada fixa.

Atualmente, continua sendo um material de fácil acesso, uso e aplicação simples que proporciona inúmeras maneiras de serem utilizados atingindo vários padrões e *designer* arquitetônicos devido à variedade de modelos encontrado no mercado assim como é fácil identificar em construções nas cidades.

E por ser um material de construção civil ainda amplamente utilizado, e que por isso, demanda grandes volumes de matéria-prima e queima de combustível para sua fabricação, é que se estuda a maneiras de se produzir e popularizar o uso de tijolos ecológicos.

Inicialmente e mais comumente, relaciona-se tijolos ecológicos aos tijolos solo-cimento, pois estes não passam pelo processo de queima para endurecimento, o que reduz o impacto ambiental por não liberar o gás carbônico na atmosfera. Mas, é cada vez mais comum incorporar a mistura resíduos de outras indústrias, como a da construção civil, como componente destes produtos. Sendo assim, tem-se a possibilidade de produzir-se uma grande variedade de tijolos ecológicos.

Contudo, cabe ressaltar que um produto ecológico deve ter o mesmo desempenho de um produto comum. Sendo assim, a incorporação de diferentes materiais componentes de um tijolo ecológico, deve ser analisada sob o ponto de vistas das exigências técnicas.

Neste contexto, o presente estudo se insere pois dedica-se a analisar a possibilidade de se utilizar agregados de RCD na produção de tijolos ecológicos, verificando se o material produzido atende aos requisitos normativos quanto a resistência à compressão e quanto à absorção de água, pois estas características são fundamentais para o bom desempenho da alvenaria ao longo da vida útil das edificações.

É importante destacar que por meio da pesquisa se desenvolve maior conhecimento e familiaridade com o assunto estudado e que, para quebrar paradigmas e costumes, faz-se necessário a expansão do conhecimento. Aliado a este cenário está a responsabilidade social dos engenheiros civis de promoverem, através de seu trabalho, o bem-estar da sociedade e a preservação do meio ambiente.

Sendo assim, o presente trabalho se justifica, pois busca desenvolver novas soluções e alternativas sustentáveis para uma obra, através da análise técnica, quanto a resistência à compressão e a absorção de umidade, do uso de resíduos de construção e demolição para produção de tijolo ecológico.

A presente pesquisa também contribui para abrir caminho para a possibilidade de estudos futuros trabalharem com outros materiais alternativos,

fomentando a discussão e conhecimento técnico dos profissionais envolvidos com a construção civil com relação aos produtos ecológicos.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

Analisar a utilização de resíduos de construção civil como componentes para a fabricação de tijolo ecológico, tendo em vista o desempenho quanto a resistência à compressão e a absorção de umidade.

1.2.2 Objetivos específicos

Para que se possa analisar a utilização de resíduos de construção civil na produção de tijolos ecológicos, tendo em vista a resistência à compressão e a absorção de umidade, estabeleceu-se os seguintes objetivos específicos:

- Identificar quais os tipos de resíduos de construção civil e demolição podem ser empregados para a fabricação do tijolo ecológico;
- Identificar as exigências normativas quanto ao desempenho mínimo que os tijolos devem apresentar quanto a resistência à compressão e quanto a absorção de umidade;
- Realizar ensaios para determinação da resistência à compressão e da absorção de umidade verificando se atendem os parâmetros normativos.

1.3 Estrutura do trabalho

O capítulo 1 é a parte introdutória, descritas nele a contextualização, onde se reforça também a justificativa do tema abordado, os objetivos, geral e específicos, e a estrutura do trabalho.

No capítulo 2 desenvolve-se a fundamentação teórica, abordando os conceitos fundamentais para o desenvolvimento desta pesquisa, tais como o uso do RCD como agregado, os requisitos de desempenho de tijolos e blocos para alvenaria e a utilização do agregado RCD na produção de tijolos ecológicos.

Capítulo 3 apresenta a metodologia utilizada para realização da pesquisa, com a descrição do processo de fabricação do tijolo e os testes para determinação da resistência à compressão e da absorção de água.

O capítulo 4 dedica-se a apresentação e discussão dos resultados obtidos no desenvolvimento da prática experimental do presente trabalho.

E por fim, o capítulo 5 é destinado às conclusões. Retoma-se brevemente o tema da pesquisa para que se possa pontuar os resultados obtidos com base nos objetivos traçados para esta pesquisa.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Considerações iniciais

É notório o impacto ambiental causado pela construção civil, segundo a dados da FIESP/1999 a cadeia produtiva corresponde a 14,5 % do PIB brasileiro.

As construções estão presentes em todos os locais habitados pelo homem, sendo grande consumidores de recursos naturais de qualquer economia. O consumo desses recursos depende da quantidade de resíduos gerados, da vida útil das estruturas, da necessidade de manutenção e das tecnologias empregadas (JOHN, 2000).

Composto por uma porcentagem de resíduos de construção civil, o bloco de concreto é voltado para a redução de matérias depositados sem nenhuma finalidade no meio ambiente.

Os tijolos ecológicos podem ter ou não função estrutural. No caso dos que têm essa função, é preciso certificar-se de que os resíduos adicionados não afetarão a resistência mecânica, a resistência à fadiga, a elasticidade, o desempenho termo acústico etc. (VOTORANTIM CIMENTOS, 2018).

Para o ministério do meio ambiente, define como construção sustentável um processo holístico que aspira a restauração e manutenção da harmonia entre os ambientes natural e construído.

Aponta também os grandes desafios na área da construção civil que consiste na redução e otimização do consumo de materiais e energia e recomenda que:

Mudança dos conceitos da arquitetura convencional na direção de projetos flexíveis com a possibilidade de readequação para futuras mudanças de uso e atendimento de novas necessidades, reduzindo as demolições, busca de soluções que potencializem o uso racional de energia ou de energias renováveis, gestão ecológica da água, redução do uso de materiais com alto impacto ambiental, redução dos resíduos da construção com modulação de componentes para diminuir as perdas e especificações que permitam a reutilização do material (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2018, s/p).

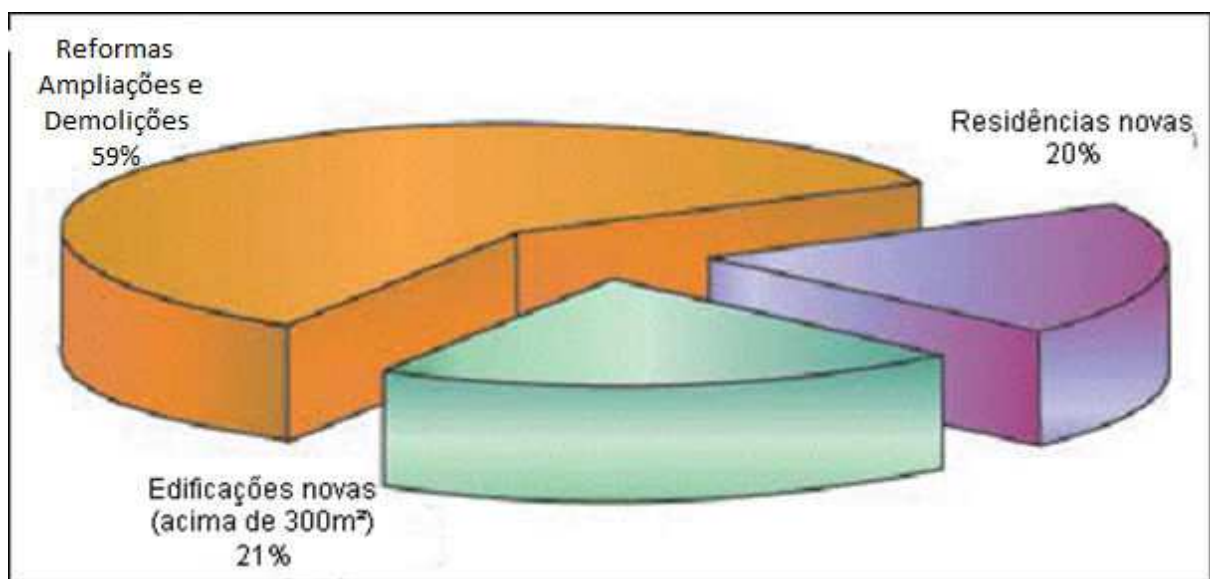
Definir um projeto como sustentável deve ser ecologicamente correto, sendo viável e justo.

Ser sustentável significa que, no processo como um todo, não se utiliza, em nenhuma hipótese, recursos naturais, como pedreiras, cascalhos, terra ou

material congênere. A reciclagem além de contribuir com a limpeza da cidade poupa os rios, represas, terrenos baldios, o esgotamento sanitário, alivia o impacto nos aterros sanitários e lixões e até ameniza alagamentos e enchentes, uma vez que, não vai parar em bueiros e não impermeabiliza o solo (ABRECON, 2015, s/p).

A figura 1 apresenta as principais fontes geradoras de resíduos no Brasil, onde as reformas, ampliação e demolições representam o maior contribuinte na produção de RCD.

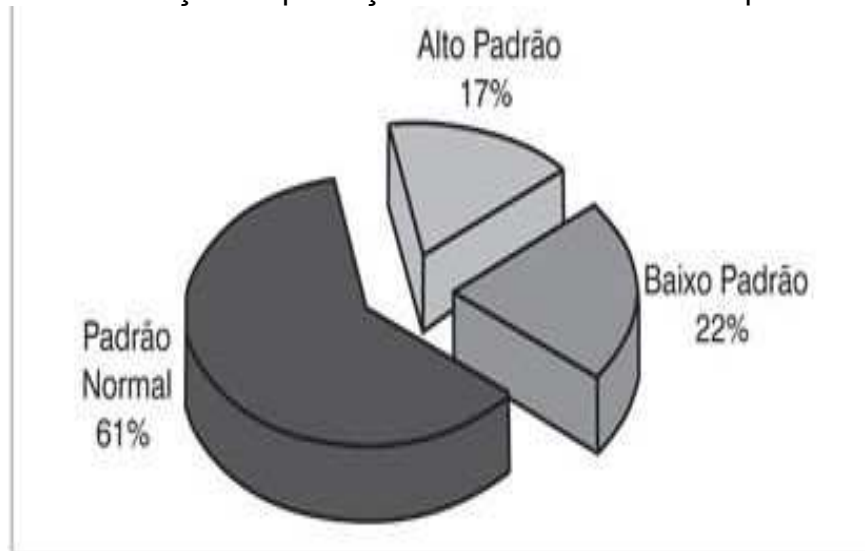
Figura 1: Fontes geradoras de RCD no Brasil



Fonte: Informações e técnicas, 2015

Segundo a ABNT NBR 12721:2004 a interferência da tipologia da construção na qualidade dos agregados obtidos a partir dos RCD reciclados. É necessário que se diga que esta avaliação da tipologia de construção refere-se ao padrão de obra executada ou demolida (baixo, normal e alto padrão) com dados representados pela Figura 2, ou seja o tipo de cada construção influencia na condição da produção de resíduos sendo ela de alto padrão, uma obra de padrão normal e as obras de baixo padrão

Figura 2: Contribuição na produção de RCD referente ao tipo de construção



Fonte: Avaliação da tipologia dos resíduos de construção civil, 2012.

De acordo com ABNT NBR 15113:2004 define como resíduos de construção civil:

Resíduos provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha (ABNT NBR 15113,2004).

A mesma norma ainda especifica resíduos reutilizáveis como agregados sendo oriundos de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação, componentes cerâmicos e peças pré-moldadas de concreto.

O Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) estabelece diretrizes para a gestão dos resíduos, considerando a redução de impactos ambientais, disposição em locais inadequados (CONAMA N° 307, 2002)

Perante a resolução do CONAMA n° 307/2002 os resíduos de construção civil deverão ser destinados da seguinte maneira:

Classe A: deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados, ou encaminhados a áreas de aterro de resíduos da construção civil, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura;

Classe B: deverão ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura;

Classe C: deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas;

Classe D: deverão ser armazenados, transportados, reutilizados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas (CONAMA N° 307, 2002, s/p).

Considerando a viabilidade de técnicas que reaproveitem os resíduos de construção civil para proporcionar benefícios de ordem social, econômica e ambiental (CONAMA N° 307, 2002).

Na qual a mesma resolução também classifica os resíduos de acordo com suas características e origem como mostra o quadro 1:

Quadro 1: Classificações dos resíduos

Classes	Características e origem
Classe A	São os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como: de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem, de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto, de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras.
Classe B	São os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras e outros.
Classe C	São os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação, tais como os produtos oriundos do gesso.
Classe D	São resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde. (Retificação feita pela Resolução n° 348/04)."

Fonte: Adaptado resolução CONAMA n° 307, 2002.

O potencial no uso desses resíduos remete ao um conjunto de normas que abrangem a construção civil, resíduos volumosos e inertes, incluindo as diretrizes para projeto, implantação e operação de áreas de triagem, áreas de reciclagem e aterros, bem como o estabelecimento de requisitos para os agregados reciclados que podem ser gerados e sua aplicação em obras de engenharia (ABNT NBR 15112, 2004).

Sendo que pela ABNT NBR 15112:2004 define diretrizes para uma adequada destinação das classes:

A: devem ser destinados à reutilização ou reciclagem na forma de agregados ou encaminhados a aterros de resíduos da construção civil e de

resíduos inertes, projetados, implantados e operados em conformidade com a ABNT NBR 15113:2004;

B: devem ser destinados à reutilização, reciclagem e armazenamento ou encaminhados para áreas de disposição final de resíduos;

C: devem ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as Normas Brasileiras específicas;

D: devem ser armazenados em áreas cobertas, transportados, reutilizados e destinados em conformidade com as Normas Brasileiras específicas (ABNT NBR 15113, 2004, s/p).

Há uma grande variedade de tijolo ecológico que podem ser citados compostos por resíduos plásticos, por reciclagem de pneus, tijolo de rejeitos da barragem de Mariana, sendo o mais comum é tijolo ecológico solo-cimento que é constituído por uma mistura homogênea, compactada e endurecida de solo, cimento e água (ABNT NBR 10832, 2014).

2.2 Agregados de Resíduos de construção de Demolição

De acordo com a ABNT NBR 15116:2004, trata especificamente da utilização de resíduos como agregados para camadas de pavimentação e no preparo de concreto sem função estrutural, substituindo parcial ou totalmente os agregados convencionais. Para fins de efeitos a norma ABNT NBR 15116:2004 apresenta algumas definições (quadro 2).

Quadro 2: Especificações ABNT NBR 15116:2004.

Item	Definição
Agregados reciclados	Material granular proveniente do beneficiamento de resíduos de construção ou demolição de obras civis, que apresenta características técnicas para a aplicação em obras de edificação e infraestrutura.
Reciclagem	Processo de reaproveitamento de um resíduo, após ter sido submetido a transformação.
Reutilização	Processo de reaplicação de um resíduo, sem transformação deste.
Beneficiamento	Ato de submeter um resíduo a operações e/ou processos que tenham por objetivo dotá-lo de condições que permitam que seja utilizado como matéria-prima ou produto.
Concreto de cimento Portland sem função estrutural, com agregado reciclado	Material destinado a usos como enchimentos, contra piso, calçadas e fabricação de artefatos não estruturais, como blocos de vedação, meio-fio (guias), sarjeta, canaletas, mourões e placas de muro.

Fonte: adaptado ABNT NBR 15116, 2004.

A mesma norma ainda ressalta que os lotes de agregados reciclados devem ser formado devido a sua tipificação, ou seja, agregado a base de resíduo de concreto (ARC) e agregado de resíduo misto composto na fração graúda com menos de 90% em massa de fragmentos à base de cimento Portland.

O processo de reciclagem do entulho, para a obtenção de agregados, basicamente envolve a seleção dos materiais recicláveis do entulho e a trituração em equipamentos apropriados (ABRECON, 2018). As usinas de britagem são as principais responsáveis pelo papel de reaproveitamento dos RCD's.

Jhon (2000) afirma que uma separação manual dos resíduos com dimensões menores que 63mm pode ser empregado diretamente como agregado na composição de pavimentos sem necessidade de britagem.

A redução dos investimentos iniciais, dos custos e da complexidade de operação facilita a introdução da reciclagem, inclusive porque reduz os riscos. Assim, esperamos que essa tecnologia possibilite a ampliação do número de usinas e a margem de lucro desse novo negócio (JHON, 2000, s/p).

As usinas fixas (Figura 3) construídas a partir da sua função de capacidade e de processamento, ou seja, quanto maior sua capacidade maior a área na qual será construída.

Figura 3: Usina fixa de britagem de entulhos.



Fonte: Portal dos resíduos, 2018.

As usinas fixas são ideais para situações que exigem um ciclo completo da reciclagem. A partir das peneiras fixas, elas recebem o material, separam, britam e fazem peneiramento em três ou quatro granulometrias diferentes. A usina móvel também pode fazer isso, mas precisaria de uma peneira móvel (BARTOLI, 2018).

Segundo diretor da Urbem tecnologia ambiental Salo Abdulmacih, as usinas fixas representam as uma opção onde o solo não comportam uma usina móvel, uma situação de logística podendo realizar os procedimentos de britagem.

As usina móveis composta por um caminhão Roll On Roll Off, uma britadeira e uma peneira móvel, sendo montada no local onde será utilizada (Figura 4).

De acordo com Bartoli a grande vantagem é a mobilidade e o mercado que atende, podendo ser transportada para regiões onde o espaço de instalação.

Salo ainda ressalta que a grande desvantagem é devido ao custo para transportar e descartar o resíduo, no entanto usinas móveis são ideais para britar material proveniente de desmonte de rochas, por exemplo, não apenas os de construção e demolição

Figura 4:Usina móvel de britagem de entulhos



Fonte: Portal dos resíduos, 2018.

2.3 Tijolo e bloco para alvenaria de vedação

Uma prática muito antiga e bastante comum que vem sofrendo modificações de acordo com as necessidades para a adaptação da evolução das construções, a construção civil principal atividade do povo sedentário que visavam fixar suas moradias.

Vários relatos na história apontam a evolução da construção desde as suas primeiras construções como por exemplo as pirâmides de Gizé (Figura 5) construídas aproximadamente por volta de 4500 anos A.C. no Egito antigo, podemos citar também a torre de Babel que é descrita na Bíblia no livro de Gêneses.

Figura 5: Pirâmides de Guizé- Egito Antigo



Fonte: Monumentos/pirâmides, 2018.
Disponível em: www.suapesquisa.com/monumentos/piramides_gize.htm

Alvenarias de vedação são aquelas destinadas a compartimentar espaços, preenchendo os vãos de estruturas de concreto armado, aço ou outras estruturas. Assim sendo, devem suportar tão somente o peso próprio e cargas de utilização, como armários, rede de dormir e outros. Devem apresentar adequada resistência às cargas laterais estáticas e dinâmicas, advindas, por exemplo, da atuação do vento, impactos acidentais e outras (THOMAZ, 2009).

A racionalização da construção, a partir da alvenaria de vedação, pode representar para empresas um diferencial para que alcancem êxito sustentável ao longo da vida útil dos empreendimentos, pois são elementos mais frequentes e tradicionalmente utilizados nas obras, pode influenciar de 20% a 40% do custo total da edificação e representam grande parte do desempenho do edifício por serem responsáveis por aspectos relativos ao conforto e segurança (LORDSLEEM JÚNIOR, 2012).

2.3.1 Blocos de concreto

Começaram a ser usado a partir do surgimento do cimento Portland, produzindo unidades grandes e maciças de blocos de concreto. Surgiram vários esforços para a modernização de sua fabricação assim como da utilização do mesmo em alvenaria (SALVADOR FILHO, 2007).

De acordo com a ABNT NBR 6136:2016 bloco de concreto são componentes para execução de alvenaria com ou sem função estrutural sendo que a área bruta seja de no mínimo 75%. Os blocos devem ser fabricados e curados garantindo um concreto suficientemente homogêneo e compacto

A ABNT NBR 6136:2016 define as classificações dos blocos como podemos ver no quadro 3:

Quadro 3: Classificação dos blocos

Classe	Definição
A	Com função estrutural, para o uso de elementos de alvenaria acima ou abaixo do solo.
B	Com função estrutural, com uso acima do solo.
C	Com ou sem função estrutural, com uso acima do solo.

Fonte: adaptado ABNT NBR 6136,2016.

2.3.2 Dimensões

Segundo a ABNT NBR 7170:1983 determina que O tijolo maciço cerâmico é fabricado com argila, conformado por extrusão ou prensagem, queimado à temperatura que permita ao produto final atender às condições determinadas nesta Norma.

O quadro 4 apresenta as características do tijolo onde devem possuir a forma de um paralelepípedo-retângulo, sendo suas dimensões nominais recomendadas por norma.

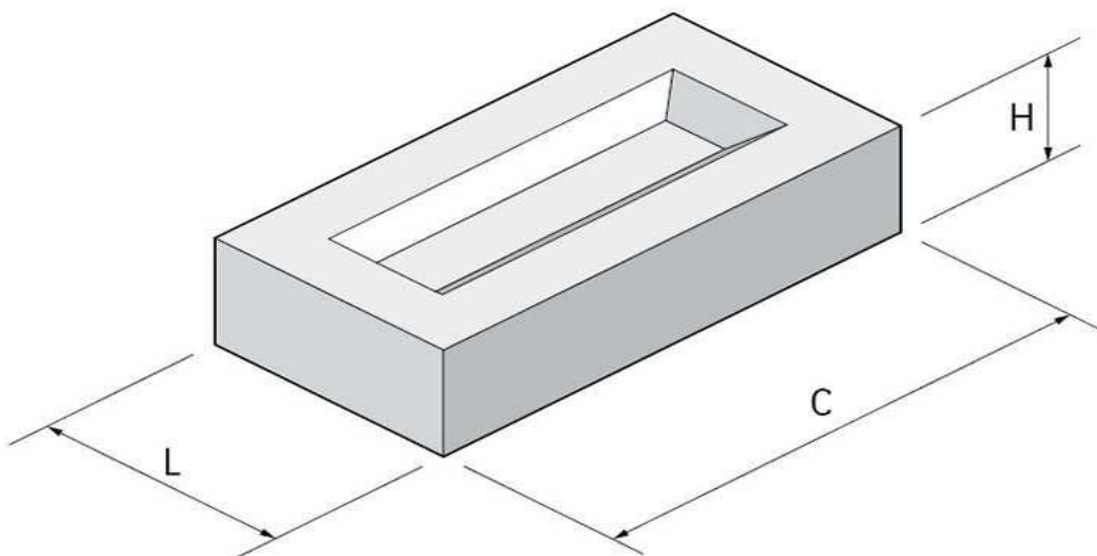
Quadro 4:Dimensões características dos tijolos.

Comprimento	Largura	Altura
190 mm	90 mm	57 mm
190 mm	90mm	90mm

Fonte: Adaptado ABNT NBR 7170, 1983.

Figura 6 apresenta as dimensões para a confecção do tijolo com valores determinados pelo quadro anterior

Figura 6:Dimensões tijolo maciço



Fonte: Construnormas, 2018.

2.3.3 Ensaio de compressão

Resistência a compressão a capacidade de um material de resistir as forças solicitantes quando espremido, ou seja, relação entre a carga de ruptura quando submetido a uma força axial (ABNT NBR 12118,2013).

A resistência à compressão, mínima, dos tijolos deve ser verificada conforme a NBR 6136/2016 que deverá atender aos valores indicados no quadro 5 a seguir.

Quadro 5:Valores de resistência à compressão.

Amostra	Valores em MPa
Blocos com ou sem função estrutural	$\geq 3,00$

Fonte: Adaptado ABNT NBR 6136,2016.

2.3.4 Ensaio de absorção de água

A absorção de água está relacionada a permeabilidade do material interferindo assim na qualidade e na sua durabilidade aumento o peso da alvenaria sendo mais elevados em elementos mais porosos.

Os poros são formados durante o processo de queima na fabricação, a qual se inicia realizando a moagem e homogeneização da argila, seguido pelo processo de fermentação e apodrecimento da argila, que é utilizado para eliminar a matéria orgânica presente na massa, evitando poros de dimensões descontroladas. Após isso, ocorre a moldagem dos blocos cerâmicos através de uma extrusora e posterior queima, onde o material orgânico ainda presente na argila é dissipado pela alta temperatura, formando os poros. (HENTGES; BRUNO, 2013, s/p).

De acordo com a ABNT NBR 12118: 2013 na execução dos ensaios de absorção de água deve-se conter balança de precisão, estufa capaz de manter a temperatura no intervalo de 110° c, tanque de imersão, suporte para a limpeza do tijolo e a retirada do excesso de água após ter sido submerso.

O quadro 6 expressa os valores aceitáveis, individuais e médios, para a absorção de umidadeterminados pela ABNT NBR 6136: 2016, sedo que os ensaios devem ser realizados de acordo com a ABNT NBR 12118: 2013 que determina os procedimentos necessários.

Quadro 6:Valores para absorção de água.

Categoria	Valores em %
Valores médios	≤ 10
Valores individuais	≤ 11

Fonte: Adaptado ABNT NBR 6136, 2016

2.4 Tijolos ecológicos com agregados de RCD

De acordo com a ABNT NBR 10004:2004 a classificação dos resíduos envolve a identificação do processo que lhes deu origem, de seus constituintes e características. Onde a descrição da matéria-prima, de insumos e do processo de geração devem ser explicados.

O resíduo reciclado, após a britagem podendo ser classificado como agregado e com esse material produzindo concreto com diferentes traços água/cimento. A medida que diminui o consumo de cimento, os valores de compressão aproximou dos valores obtidos pelo concreto de referência, enquanto a resistência a abrasão sendo melhor usando entulho como agregado (ZORDAN, 1997).

Zordan (1997) aponta informações importante sobre o uso do entulho:

O entulho é um resíduo, um rejeito, o que significa que ele já cumpriu o seu papel primário. Para que um resíduo possa ter uma reciclagem primária, é importante que ele não esteja contaminado com nenhum outro resíduo ou substância (...), quanto mais ele precisar ser trabalhado para sua utilização, maior será a inviabilidade do seu uso. Deve-se ao fato que o entulho tem limitações em sua qualidade, dessa forma ele pode ser utilizado como material alternativo, onde sua qualidade não cause prejuízo, como por exemplo em concretos não estruturais ou que não sofram grandes solicitações mecânicas (ZORDAN, 1997, pág. 57).

De acordo com o mesmo autor ele ainda afirma que o tipo de britador usado, que definirá a granulometria do agregado, sendo que o material pode ser usado como base e sub-base para a pavimentação e cascalha mentos de vias, obras de contenção de encostas ou para a fabricação de bloco de alvenaria.

Para Monteiro, Carasek e Cascudo (2014) uma das ações para reduzir, reusar e reciclar o resíduo gerado no canteiro é substituir a alvenaria convencional do bloco cerâmico por bloco de concreto, o que requer um planejamento maior em

termos de modulação da alvenaria. A opção do uso do bloco proporciona um melhor aproveitamento dos resíduos dentro da obra, em função da sua homogeneidade e composição.

Reduzir ao máximo a quantidade de resíduos na alvenaria promovendo sua reutilização no processo de fabricação do bloco de concreto na obra atendendo a demanda à totalidade do sistema de vedação em alvenaria o que representa cerca de 50% a 60% na quantidade de blocos utilizados dentro da obra (MONTEIRO, CARASEK e CASCUDO, 2014).

3 METODOLOGIA

Para que se possa desenvolver um estudo científico é necessário definir os procedimentos a serem realizados. Gil (2008) estaca que o diferencial do conhecimento científico, em comparação com os demais, é que para sua construção se faz necessário identificar os processos mentais e técnicos que sejam capazes de verificá-los.

Além disso, Larosa e Ayres (2003) complementam que para verificação dos resultados de uma pesquisa científica é necessário que os métodos e instrumentos escolhidos para coleta e análise dos dados sejam reconhecidos pela comunidade científica. A escolha dos procedimentos deve ser compatível com a finalidade do estudo.

Portanto, neste capítulo apresenta-se não só o modo como a presente pesquisa de desenvolveu, para que fosse possível alcançar os objetivos propostos, mas também a classificação da mesma quanto sua finalidade e modo de abordagem e análise dos dados. Apresenta-se também a escolha dos métodos utilizados para coleta de dados.

3.1 Classificação da pesquisa

O presente estudo, tendo por objetivo analisar a utilização de resíduos de construção civil como componentes para a fabricação de tijolo ecológico, do ponto de vista do desempenho quanto a resistência à compressão e a absorção de umidade, pode ser dito exploratório.

Como explica Gil (2008), uma pesquisa exploratória dedica-se principalmente a esclarecer e desenvolver novos conceitos e idéias. E o que se busca neste trabalho é explorar mais sobre o uso dos resíduos de construção na produção de tijolos ecológicos, investigando se o uso deste componente prejudica ou não o desempenho físico e mecânico do produto final.

Para tanto, foi necessário, em primeiro lugar, identificar quais seriam os resíduos de construções passíveis de serem utilizados e quais os padrões aceitáveis

para a resistência a compressão e para absorção de água. Em segundo lugar, produzir e ensaiar o tijolo ecológico. E por fim, analisar os resultados obtidos.

Para que fosse possível identificar quais os tipos de resíduos de construção civil e demolição que podem ser empregados para a fabricação do tijolo ecológico, assim como identificar as exigências normativas quanto ao desempenho mínimo que os tijolos devem apresentar quanto a resistência à compressão e quanto a absorção de umidade, procedeu-se uma revisão bibliográfica.

Num segundo momento, desenvolveu-se o programa experimental, iniciado pela coleta dos resíduos de construção e demolição e finalizado com a realização dos ensaios para determinação da resistência à compressão e da absorção de água para posterior verificação da conformidade com os parâmetros normativos.

Posteriormente, procedeu-se a análise dos dados coletados. De acordo com Gil (2008, p.175), “a análise dos dados nas pesquisas experimentais e nos levantamentos é essencialmente quantitativa”. Tanto a revisão bibliográfica quanto os ensaios realizados geram resultados numéricos. Da revisão tem-se os valores de referência e da experimentação tem-se os valores das características do tijolo ensaiado. Pela comparação numérica, pode-se considerar esta, uma pesquisa quantitativa.

Entretanto, pelo limitado número de reprodução dos ensaios, não foi possível proceder uma análise estatística. Ao invés disso, realizou-se a verificação dos resultados, buscando interpretá-lo e explicá-los, expondo também suas implicações dentro da temática proposta no presente estudo. Por estes aspectos, tem-se também uma análise qualitativa.

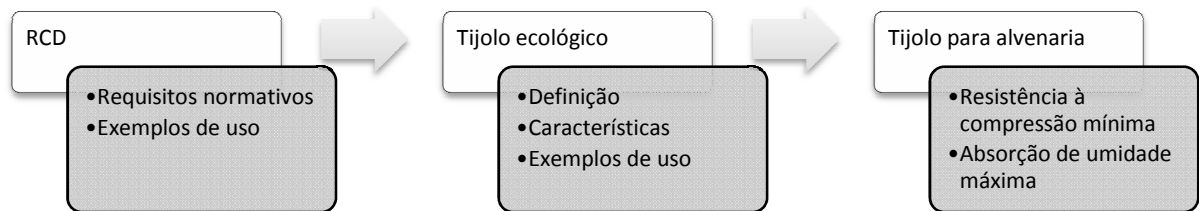
3.2 Procedimentos metodológicos

3.2.1 Revisão Bibliográfica

A revisão bibliográfica, segundo Gil (2008) parte da leitura e seleção de informações de materiais já publicados por outros autores, tais como artigos e livros. Para este trabalho, a revisão de literatura foi utilizada para ampliar o conhecimento do autor sobre os conceitos que fundamentam esta pesquisa.

Inicialmente buscou-se por conteúdos que abordassem sobre a utilização de resíduos de construção e demolição e sobre tijolos ecológicos. Na sequência, a pesquisa foi direcionada para os requisitos normativos, referentes ao desempenho que tijolos devem apresentar, com enfoque na resistência à compressão e absorção de água. A Figura 7 apresenta de modo simplificado como se deu o processo da pesquisa bibliográfica.

Figura 7:Esquema simplificado da revisão bibliográfica.



Fonte: o autor.

Outras informações buscadas na literatura foram as diretrizes para realização dos ensaios de resistência a compressão e de absorção de água. Selecionou-se então, as normas vigentes da Associação Brasileira de Normas Técnicas.

3.2.2 Programa experimental

O programa experimental iniciou-se com a coleta e preparação dos resíduos de construção e demolição pré-determinado com o tipo de obra sendo executada para a retirada do resíduos que definido pela ABNT NBR 15116; 2004 sendo de classe A para que possa ser fabricado o bloco de concreto para alvenaria de vedação sendo ele sem função estrutural. O material utilizado foi retirado de uma caçamba de tira entulho (Figura 8), com autorização verbal do proprietário de uma edificação que passava por reforma e levado para local onde passaria por procedimentos de limpeza e britagem para adequar as necessidades para a confecção do bloco de concreto.

Figura 8: Coleta dos resíduos de construção.



Fonte: Acervo do autor

Posteriormente a coleta do material bruto, procedeu-se a limpeza e fracionamento, de modo manual. Retirou-se impurezas, como papel, aço e restos de material cerâmico, deixando somente as frações de contrapiso. Para que o RCD se adequasse ao uso como agregado, a amostra, após limpa, foi quebrada em grãos menores com auxílio de soquete e marreta.

Devido ao processo de redução dos grãos ser manual, houve a produção de um agregado com uma distribuição granulométrica com grãos variando desde 0,075mm até 25 mm. Contudo, preferiu-se excluir os grãos com dimensões acima de 9,5 mm. De modo que o agregado RCD produzido substituiu tanto a areia quanto a brita, necessárias na produção de blocos de concreto convencionais.

Na sequência foi produzido o tijolo com 90 mm de largura, 90 mm de altura e 190 mm de comprimento com uma mistura de cimento, agregado RCD e água. O tijolo ficou em ambiente protegido das intempéries até os 7 dias de idade. Após esse período, foi desenformado e levado para o Laboratório de Materiais de Construção das Faculdades DOCTUM de Caratinga, onde foi submetido aos ensaios de resistência à compressão e absorção, descritas nas seções seguintes.

3.2.2.1 Ensaio de absorção de água

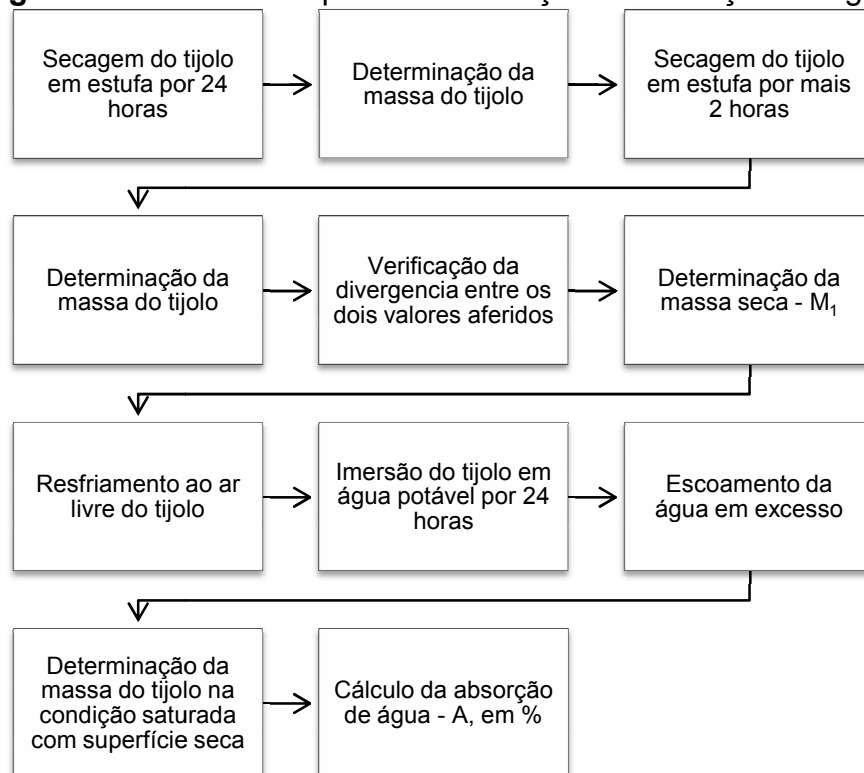
Os materiais possuem a capacidade de absorver e reter em seu interior, em maior ou menor grau, a água. A esta propriedade dá-se o nome de absorção (AMBROZEWICZ, 2012). Para determinação do valor da absorção de água do tijolo

ecológico, utilizou-se de referência a ABNT NBR 12118:2013 “Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – Método de ensaio”.

Cabe destacar que existe um limite máximo para a absorção de água dos tijolos e blocos, seja de concreto ou cerâmico, pois o excesso de absorção de água leva ao desenvolvimento de patologias que comprometem o desempenho das alvenarias e também levam a uma redução da resistência à compressão das paredes reduzindo a vida útil da construção.

Para obter o valor de absorção de água (A) do tijolo, é necessário primeiramente determinar, com auxílio de uma balança de precisão, a massa seca (M_1) e a massa úmida na condição saturada de superfície seca (M_2). A Figura 11 mostra a sequência dos procedimentos realizados (Figura 9).

Figura 9: Procedimento para determinação da absorção de água.



Fonte: o autor.

Antes de colocar o tijolo na estufa (Figura 10), foi efetuada a limpeza do bloco retirando as impurezas, tais como o material pulverulento e fibras de madeira que ainda se encontravam presas no tijolo após a desforma.

Figura 10: Estufa para secagem do tijolo.



Fonte: acervo do autor.

Em conformidade com a ABNT NBR 12118: 2013, após as 24 horas na estufa, procedeu-se a determinação da massa e depois retornou-se com o tijolo para estufa para mais duas horas de secagem. O procedimento se repetiu até que a diferença entre os resultados não ultrapassasse 0,5% em relação a pesagem anterior, determinando-se assim, a massa seca.

Após o resfriamento tijolo, à temperatura ambiente, ele foi imerso completamente em um recipiente com água mantendo nesse estado por um período de 24 horas. Após passado período de submersão, o tijolo foi retirado e procedeu-se a drenagem do excesso de água com um pano úmido por 60 segundos. Posteriormente, anotou-se sua massa correspondente a condição saturada de superfície seca (ABNT NBR 12118, 2013).

A partir dos valores de massa seca e massa úmida obtidos foi possível determinar o índice de absorção de água pela equação 1, onde M_1 é a massa do tijolo seco em estufa; M_2 é a massa do tijolo na condição saturada de superfície seca e A é a absorção de água, em porcentagem.

$$A = \frac{M_2 - M_1}{M_1} \times 100 \quad (1)$$

O resultado obtido, que será apresentado no próximo capítulo deste trabalho, foi comparado com os valores de referência da ABNT NBR 6136:2016 “Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – Requisitos”.

3.2.2.2 Ensaio de resistência a compressão

O ensaio de resistência à compressão foi realizado, a exemplo do ensaio de absorção de água, em conformidade com a ABNT NBR 12118: 2013. Para tanto, antes de iniciar o ensaio, providenciou-se duas chapas metálicas em conformidade com a norma supracitada.

Feitas as adaptações necessárias, o tijolo que serviu como corpo de prova foi posicionado na prensa de modo que seu centro de gravidade coincidissem com o eixo de carga dos pratos. A força foi aplicada pela prensa hidráulica, até o rompimento do tijolo, como pode ser visto na Figura 11. Como a prensa apresenta os resultados em tonelada-força, posteriormente converteu-se o resultado para newtons, de modo que a resistência à compressão fosse determinada em Megapascal. Importante destacar que o tijolo foi seco ao ar, assim como determina a ABNT NBR 12118: 2013.

Figura 11: Execução do ensaio de resistência à compressão.



Fonte: Acervo do autor

Os resultados obtidos para os ensaios de resistência à compressão e absorção de água foram comparados com os parâmetros normativos relativos aos blocos de concreto. Isto porque, para a composição do tijolo ecológico utilizada neste estudo, o material que mais se assemelha é o concreto, embora não seja usual tijolos maciços de concreto. A escolha pela forma maciça se deu pelo fato da fácil moldagem.

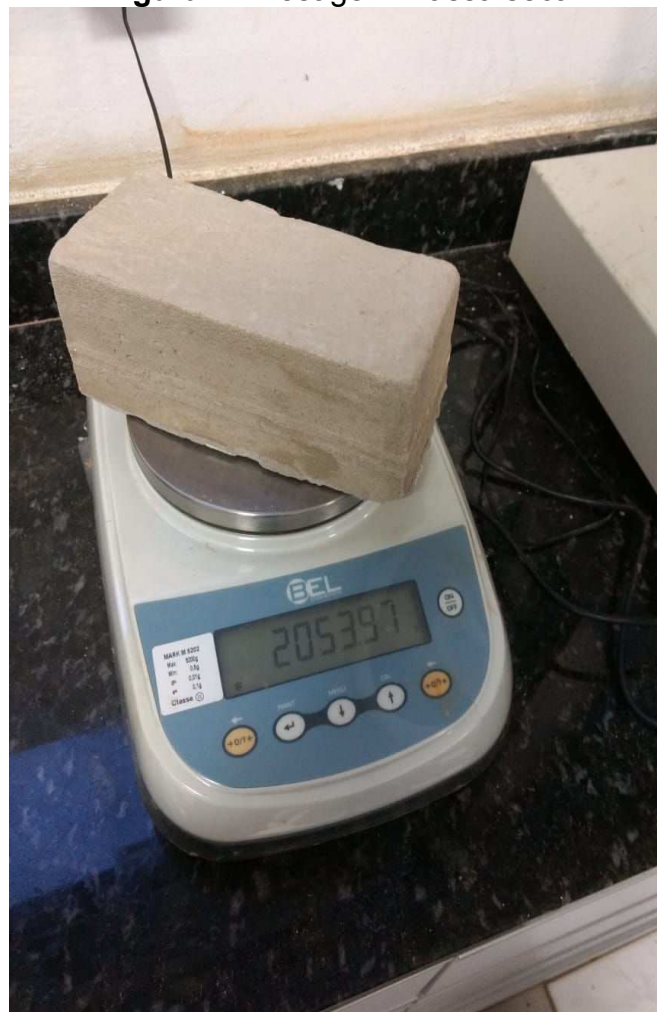
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo serão apresentados os principais resultados da pesquisa realizada. Os resultados obtidos estão ligados na necessidade de coleta de amostras representativas de resíduos. O bloco feito a partir desse material passaram por ensaios de absorção de umidade e compressão.

4.1 Ensaio de absorção de água

Apresentando os resultados do bloco de concreto com resíduos de construção civil como componente, os valores em massa obtidos é de 2053,97 gramas, sendo pesado imediatamente após a secagem na estufa (Figura 12).

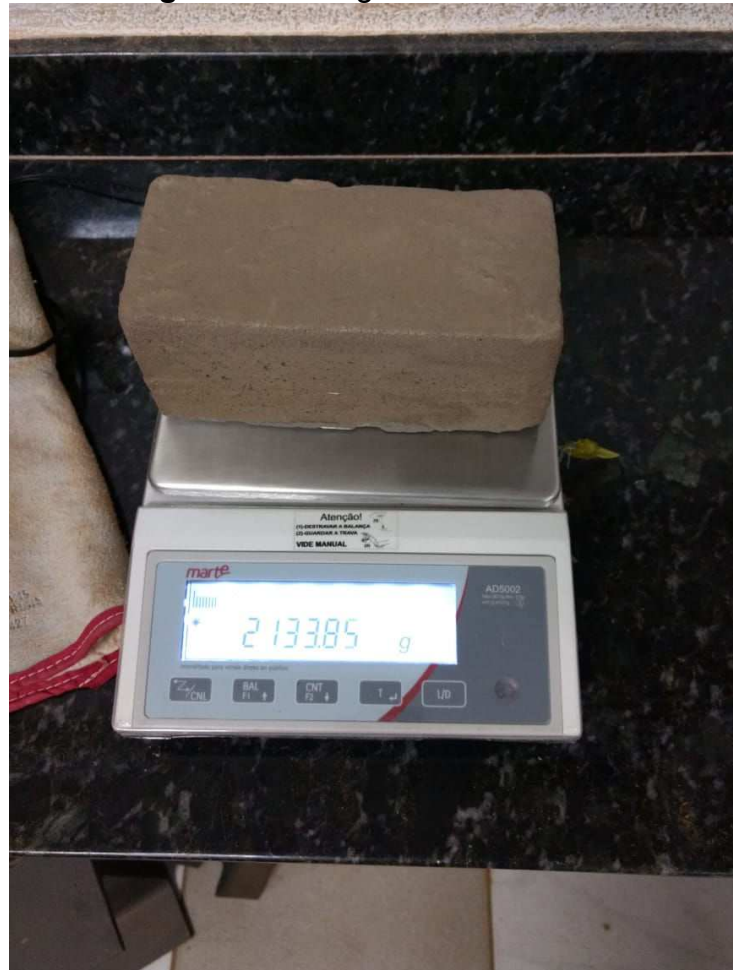
Figura 12: Pesagem massa seca



Fonte: Acervo do autor

E após a imersão do bloco em um tanque d'água obtendo assim a massa saturada obtendo o valor de 2133,85 gramas pesado após 24 horas submerso no tanque de imersão (Figura 13).

Figura 13: Pesagem massa úmida



Fonte: Acervo do autor

Para o ensaio de absorção de água obteve-se que o tijolo apresenta 3,9 %. Esse valor, comparando-se com os determinada para aprovação expressos na ABNT NBR 6136: 2016, é aceitável, uma vez que absorção individual podem atingir valores de até 11%. A limitação para a absorção de umidade diz respeito ao desempenho da alvenaria em serviço. Uma grande absorção de umidade leva a diminuição da resistência do componente e a manifestação de patologias.

Segundo pesquisa apresentada Bordignon (2014) bacharel em engenharia civil, um parâmetro interessante para a durabilidade é o da absorção de água por imersão, assim como estruturas de concreto estão em maior ou menor grau sujeitas

a agentes agressivos, porém se um concreto é menos poroso esses agentes agressivos demoram mais tempo para prejudicar a peça.

Além da água no estado líquido presente no tijolo, que aumenta o transporte de agentes agressivos por meio de absorção, a presença de umidade nos poros do concreto na forma de vapor também contribui para o desenvolvimento de patologias (NAKATA, 2003).

4.2 Ensaio de compressão simples

Atendendo as conformidades descritas na ABNT NBR 12118: 2013, mantendo o bloco secos a temperatura ambiente para a realização do ensaio de compressão. Vale ressaltar que o material desenvolvido nesta pesquisa, é fabricado de acordo com as condições descritas nesse trabalho, para a coleta do resíduo que são os de classe A descritos pela resolução do CONAMA. Além disso o material foi processado de forma manual delimitando na quantidade de produção do bloco.

O tijolo foi produzido usando cimento CP II E 32, que apresenta secagem rápida, maior durabilidade, melhor trabalhabilidade sem prejuízo as demais propriedades (INTERCEMENT, 2018).

Para o ensaio de compressão obteve-se 9,34 megapascal. Comparando o resultado obtido com os valores expressos pela ABNT NBR 6136: 2016 é aceitável uma vez que os valores individuais de compressão podem atingir valores iguais ou superiores a 3 megapascal. A compressão dos blocos desempenham um papel significativo na resistência na alvenaria, o que pode indicar uma possibilidade de ruptura.

5 CONCLUSÃO

Na produção do bloco de concreto com resíduos provenientes da construção civil como componente, desenvolvendo uma nova solução para a destinação dos resíduos de construção e demolição que não seja depositado no meio ambiente sem nenhuma utilidade, conseqüentemente diminuindo a extração de recursos naturais, tendo em vista uma maior economia a longo prazo. Com dimensões de fácil execução podendo atender a diversos padrões arquitetônicos sendo eficaz quanto aos já existente no mercado.

Analisando os materiais na qual podem ser utilizados o que demonstrou uma maior facilidade de manuseio e aquisição são os resíduos a base de alvenaria, contra piso e reboco. Sendo triturado de maneira manual para a moldagem do bloco.

O embasamento para a conclusão do presente trabalho estão nas normas da ABNT NBR 7170:1983 para determinar o tamanho da forma. A ABNT NBR 6136:2016 que define os valores de compressão axial e absorção de água, a ABNT NBR 12118:2013 que determina os procedimentos dos ensaios a serem realizados para garantir o desempenho do material em análise.

Ao analisar os resultados dos ensaios realizados no bloco de concreto a base de resíduos de construção civil apresentou valores aceitáveis. Para o ensaio de absorção de umidade o valor obtido de 3,9 % sendo que a norma ABNT NBR 6136:2016 determina que o valor de referência deve ser ≤ 11 %. No ensaio de compressão a resistência encontrada é de 9,34 MPA, os valores devem ser superiores a 3 MPA.

Com base nos dados analisados o bloco demonstrou que atende os valores normativos, alcançando o objetivo principal do estudo realizado desmontando que é possível a utilização do resíduo da construção civil como componentes de materiais construtivos agindo de forma efetiva, consciente e sustentável.

Devido à dificuldade em fabricar um bloco com furos, optando assim para a fabricação de um tijolo maciço, para esse fim foi consultado a ABNT NBR 7170:1983 de tijolo cerâmico para alvenaria, definindo as dimensões da forma. Os componentes do bloco triturado de maneira artesanal impossibilitando a produção de maiores quantidades de blocos.

Para trabalhos futuros, catalogar novos resíduos que possam ser reaproveitados para desenvolver novos materiais construtivos, como novos blocos, calçamento de ruas, desenvolvimentos de projetos sociais levando em consideração aos custos de produção, estocagem e transporte, implementação do material no mercado comercial sendo amplamente competitivo com os que já estão disponíveis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6136**: Bloco vazado de concreto simples para alvenaria estrutural – Requisitos. Rio de Janeiro, 2016;

_____. **NBR 7170**: Tijolo maciço cerâmico para alvenaria - Especificação. Rio de Janeiro, 1983;

_____. **NBR 10004**: Resíduos sólidos –classificação. Rio de Janeiro, 2004;

_____. **NBR 10832**:Fabricação de tijolo maciço de solo-cimento com utilização de prensa manual - Procedimento. Rio de Janeiro, 1989;

_____. **NBR 10834**: Bloco vazado de solo-cimento sem função estrutural – Definições. Rio de Janeiro, 1994;

_____. **NBR 12118**: Blocos de concreto simples para alvenaria–Métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2013;

_____. **NBR 12721**: Avaliação de custos de construção para incorporação imobiliária e outras disposições para condomínios. Versão corrigida. Rio de Janeiro, 2004;

_____. **NBR 15112**: Resíduos da construção civil e resíduos volumosos–Área de transbordo e triagem – Diretrizes para projeto de implementação e operação. Rio de Janeiro, 2004;

_____. **NBR 15113**:Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004;

_____. **NBR 15116**: Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural - Requisitos. Rio de Janeiro, 2004;

ABRECON – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E DEMOLIÇÃO: **Entulho e mercado**. 2015. Disponível em: <<http://abrecon.org.br/entulho/mercado>>. Acesso em: 25 nov. 2018;

AMBROZEWICZ, P.H.L. **Materiais de construção: normas, especificações, aplicação e ensaios de laboratório**.

BARTOLI, Hewerton. **Usina de britagem fixa ou móvel**.2018. Disponível em: <<https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/usina-de-britagem-fixa-ou-movel-saiba-qual-a-melhor-aplicacao>>. Acesso: 25 nov. 2018;

CONAMA – CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE: **Resolução nº 307**. 2002. Disponível em: <<https://www.legisweb.com.br/legislacaof>>. Acesso em: 24 nov. 2018;

GIL, A.C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6ª ed. São Paulo, Atlas, 2008.

HENTGES, G.; BRUNO, L.E.R. **O problema da absorção de água em blocos cerâmicos** –Pesquisa e extensão. Rio Grande Do sul, 2013.

INTERCEMENT – FABRICANTE DE CIMENTO: **Cimento CP II E 32**. 2002. Disponível em: <<https://www.legisweb.com.br/legislacaof>>. Acesso em: 24 nov. 2018;

JHON, Vanderley M. **Desenvolvimento sustentável, construção civil, reciclagem e trabalho muito disciplinar**. São Paulo, 2000.

LAROSA, M.A.; AYRES, F.A. **Como produzir uma monografia passo a passo: siga o mapa da mina**. 3ª ed. Rio de Janeiro, 2003.

LORDSLEEM JÚNIOR, Alberto C. **Alvenaria de vedação com blocos de concreto**. Melhores práticas. São Paulo, 2012.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Construção sustentável**. 2018. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/urbanismo-sustentavel/construcao-sustentavel>>. Acesso: 24 nov. 2018;

MONTEIRO, P. H.; CARASEK, H.; CASCUDO, O. **Produção de blocos de concreto em obra com utilização de resíduo cimentício como agregado**. 2014. Disponível em: <<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/208/producao-de-blocos-de-concreto-em-obra-com-utilizacao-de-319323-1.aspx>>. Acesso: 26 nov. 2018;

NAKATA, N. M. **Análise da porosidade e de propriedades de transporte de massa em concretos**. 2003.

SALVADOR FILHO, José A. A. **Blocos de concreto para alvenaria em construções industrializadas**. Tese Doutorado – Universidade de São Paulo, São Carlos. São Paulo, 2007.

THOMAZ, Ercio. **Alvenaria estrutural e de vedação**. Educação continuada. São Paulo, 2009.

VOTORANTIN – FABRICANTE DE CIMENTO. **Tijolo ecológico, uma solução sustentável**. 2018. Disponível em: <<https://www.mapadaobra.com.br/inovacao/tijolo-ecologico-uma-solucao-sustentavel>>. Acesso: 17 nov. 2018;

ZORDAN, Sérgio E. **A utilização do entulho como agregado na confecção do concreto**. Dissertação Mestrado – Universidade Estadual de Campinas. São Paulo, 1997.