

ASSOCIAÇÃO VITORIENSE DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E CULTURA – AVEC
CENTRO UNIVERSITÁRIO FACOL – UNIFACOL
COORDENAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL – BACHARELADO

TONIVALDO JOSÉ BRASIL

**COMPARATIVO DE APLICAÇÃO, COMPOSIÇÃO E
FABRICAÇÃO DE BLOCO CERÂMICO E DE CONCRETO**

VITÓRIA DE SANTO ANTÃO – PE
2020

TONIVALDO JOSÉ BRASIL

**COMPARATIVO DE APLICAÇÃO, COMPOSIÇÃO E
FABRICAÇÃO DE BLOCO CERÂMICO E DE CONCRETO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Civil do centro universitário FACOL – UNIFACOL, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharelado em Engenharia Civil.

Área de concentração: Construção Civil.

Orientadora:

Profa. Ma. TÁCYLLA CECI MELO FREITAS DE BARROS.

VITÓRIA DE SANTO ANTÃO – PE
2020

FICHA CATALOGRÁFICA

B823c

Brasil, Tonivaldo José, 1990 –

Comparativo de aplicação, composição e fabricação de bloco cerâmico e de concreto / Tonivaldo José Brasil. - Vitória de Santo Antão, PE: O Autor, 2020.

56 f., 29 cm.

Orientador: Prof. Tacylla Ceci Melo Freitas de Barros

Monografia (Bacharel em Engenharia Civil) - UNIFACOL – Centro Universitário FACOL, Vitória de Santo Antão, PE, 2020.

Resumo em português e inglês

Inclui Referências

1. Alvenaria. 2. Tijolos. 3. Concreto. 4. Blocos. 5. Construção. I. Barros, Tacylla Ceci Melo Freitas de. II. Título.

CDD 690

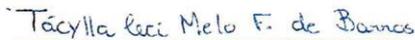
**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO
ATA DE DEFESA**

**COMPARATIVO DE APLICAÇÃO, COMPOSIÇÃO E FABRICAÇÃO DE BLOCOS
CERÂMICOS E DE CONCRETO**

Tonivaldo José Brasil

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada ao Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário FACOL - UNIFACOL, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil

A Banca Examinadora composta pelos Professores abaixo, sob a presidência do primeiro, submeteu o candidato à análise da Monografia em nível de Graduação e a julgou determinando
MENÇÃO GERAL: APROVADO



Prof.ª Me. (Tacylla Ceci Melo Freitas de Barros)
Centro Universitário FACOL – UNIFACOL

EXAMINADORES:



Prof. Me. (Renan Siqueira)
Centro Universitário FACOL – UNIFACOL



Prof.ª Ma. Anna Regina Tschá
Coordenadora de TCC do Curso de Engenharia Civil – FACOL

Ao onipotente Deus, por me acompanhar e iluminar os meus passos, fortalecendo a minha vida.

Aos meus pais, por serem exemplos de honestidade, amor, força e determinação.

Dedico

AGRADECIMENTOS

A conclusão deste trabalho não é apenas mérito meu, mas de todos que participaram direta e indiretamente, como meus pais e amigos, por isso agradeço sinceramente a todos que de alguma forma contribuíram para sua efetivação. Em especial:

A Deus pelo dom da vida, saúde, coragem e motivação para sempre seguir em frente.

A minha família, principalmente aos meus pais pela educação, pelo apoio, incentivo constante e impagável.

Aos meus amigos pelo companheirismo, conselhos e estímulo de crescimento profissional.

A Unifacol pela oportunidade de realização desta especialização e aprimoramento profissional.

A orientadora Tacylla Ceci Melo Freitas de Barros, pelo apoio e atenção em todas as etapas de realização do curso.

A todos, agradeço!

Tente uma, duas, três vezes e se possível tente a quarta, a quinta e quantas vezes for necessário. Só não desista nas primeiras tentativas, pois a persistência é amiga da conquista. Se você quer chegar aonde a maioria não chega, faça aquilo que a maioria não faz.

(Bill Gates, 2012)

RESUMO

Desde o princípio da humanidade a construção civil está presente na sociedade, atualmente é um dos mais importantes setores da economia nacional. Uma área que tem um crescimento constante e perceptível, basta observar as atuais construções. Grande parte dessas mudanças ocorreram devido ao avanço tecnológico e a modernização que permitiram uma abundância no âmbito da engenharia civil, resultando em construções mais rápidas, resistentes e maiores. Dessa forma, este trabalho apresenta os estudos dos blocos de cerâmica e concreto como tema central, objetivamente pretende comparar suas formas de aplicação na construção civil especificando os itens de sua composição e fabricação, exaltando suas vantagens e desvantagens. Para se alcançar o objetivo, utilizou-se a método de pesquisa exploratória que propende à descoberta através do processo bibliográfico e, descritiva que tem a finalidade de identificar, registrar e analisar as características, fatores ou variáveis que se relacionam com o fenômeno pesquisado. Os resultados revelam que os blocos de cerâmica oferecem vantagens de um modelo para a produção em larga escala, já os blocos de concreto são viáveis para construção estrutural autoportante, capaz de suportar cargas no mesmo plano das paredes. Conclui-se que, ambos apresentam vantagens e desvantagens equilibradas tanto em fatores de custo-benefício, quanto em tempo e mão de obra.

Palavras-chave: Alvenaria. Tijolos. Concreto. Blocos. Construção.

ABSTRACT

Since the beginning of humanity, civil construction is present in society, currently one of the most important sectors of the national economy. An area that has a constant and noticeable growth, just observe the current constructions. Much of these changes occurred due to technological advances and modernization that allowed an abundance in the field of civil engineering, resulting in faster, more resistant and larger constructions. Thus, this work presents the studies of ceramic and concrete blocks as a central theme, objectively intends to compare its forms of application in civil construction by specifying the items of its composition and manufacture, extolling its advantages and no advantages. To achieve the objective, we used the exploratory research method that preponds to discovery through the bibliographic and descriptive process that aims to identify, record and analyze the characteristics, factors or variables that relate to the phenomenon studied. The results reveal that ceramic blocks offer advantages of a model for large-scale production, while concrete blocks are viable for self-supporting structural construction, capable of supporting loads in the same plane of the walls. It is concluded that both have advantages and disadvantages balanced both in cost-benefit factors, as in time and labor.

Keywords: Masonry. Bricks. Concrete. Blocks. Construction.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Bloco de cerâmica	16
Figura 2 – Blocos cerâmicos	17
Figura 3 – Bloco de concreto	18
Figura 4 – Extração de argila	21
Figura 5 – Preparação e mistura da argila	22
Figura 6 – Preparação e mistura da argila	22
Figura 7 – Maromba	23
Figura 8 – Máquina de corte	23
Figura 9 – Galpão de secagem	24
Figura 10 – Forno	24
Figura 11 – Silo metálico	25
Figura 12 – Agregados: bloco de concreto	25
Figura 13 – Esteiras	26
Figura 14 – Vibroprensa	27
Figura 15 – Blocos empilhados	27
Figura 16 – Paredes de sustentação blocos cerâmicos	28
Figura 17 – Construção de alvenaria estrutural	29
Figura 18 – Cinta de respaldo	30
Figura 19 – Um dos tipos de bloco cerâmico estrutural	31
Figura 20 – Bloco cerâmico de vedação	31
Figura 21 – Alvenaria de vedação em blocos cerâmicos	32
Figura 22 – Alvenaria convencional de vedação	33
Figura 23 – Bloco de concreto estrutural	34
Figura 24 – Bloco de concreto de vedação	34
Figura 25 – Construção com blocos de concreto de vedação	35
Figura 26 – Construção com blocos de concreto de vedação, estrutura com amarração	35
Figura 27 – Construção com bloco de concreto estrutural	36
Figura 28 – Construção com bloco de concreto estrutural, estruturas adicionais.	36

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Vantagens e desvantagens dos blocos cerâmicos de vedação	42
Quadro 2 – Vantagens e desvantagens dos blocos cerâmicos estruturais	43
Quadro 3 – Vantagens e desvantagens dos blocos de concreto	46
Quadro 4 – Comparativo entre os blocos cerâmicos e de concreto	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Custo dos blocos cerâmicos estruturais	41
Tabela 2 – Custos dos blocos cerâmicos de vedação	42
Tabela 3 – Custo dos blocos de concreto	45

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
2.1	Histórico dos blocos cerâmicos	15
2.2	Histórico dos blocos de concreto	16
2.3	Blocos cerâmicos	16
2.4	Blocos de concreto	18
2.5	Composição dos blocos cerâmicos	19
2.6	Composição dos blocos de concreto	20
2.7	Fabricação dos blocos cerâmicos	20
2.8	Fabricação dos blocos de concreto	25
2.9	Aplicação dos blocos cerâmicos	28
2.9.1	Aplicação dos blocos cerâmicos estruturais	29
2.9.2	Aplicação dos blocos cerâmicos de vedação	31
2.10	Aplicação dos blocos de concreto	33
3	METODOLOGIA	38
3.1	Classificação da pesquisa	38
3.2	Amostragem da pesquisa	38
3.3	Instrumentos e procedimentos de coleta de dados	39
4	RESULTADOS	40
4.1	Blocos de cerâmica	40
4.2	Blocos de concreto	43
4.3	Comparativo entre os blocos de concreto e cerâmico	46
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	49
	REFERÊNCIAS	50

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, a migração italiana (século XIX) foi a responsável pela vinda de pedreiros e oleiros, que possuíam técnicas construtivas. A partir disso, iniciou-se a fabricação de materiais cerâmicos. Esses materiais distinguem-se pela sua resistência e abundância disposta na natureza pela sua forma mineral. Sendo a argila, material mineral natural, de estrutura terrosa e coloração avermelhada, elemento essencialmente utilizado para a fabricação de blocos cerâmicos, uma técnica de construção que surgiu no Brasil apenas no final da década de 1960 (MOHAMAD, 2015).

No Brasil existem diversos materiais utilizados para alvenaria, contudo, merece notoriedade o bloco cerâmico ou tijolo, como é popularmente conhecido no meio construtivo. As suas principais funções são, simultaneamente, a subdivisão do espaço, adequação às condições climáticas, proteção ao fogo e isolamento térmico e acústico.

O processo industrial dos blocos cerâmicos envolve diversas fases de processamento, são elas: captação e coleta do material argiloso, preparação, mistura, secagem e queima em fornos de alta temperatura, para a obtenção do produto final. O destino desse produto é o setor construtivo, onde o bloco é utilizado para a construção civil (MAYOR, 2020).

A construção civil busca um aprimoramento contínuo do desempenho dos materiais em processos construtivos. Por esse motivo, a área visa um elevado interesse em novas técnicas de construção. Esse aprimoramento é destacado também, no setor das alvenarias, para os blocos cerâmicos (BCE) e blocos de concreto (BCO). Esses materiais estão ligados diretamente à indústria da construção civil, onde seu uso ocorre na maioria das obras.

Sendo assim, esse estudo busca compreender: qual é a diferença, vantagens e desvantagens entre os BCE e BCO? Sabendo que o sistema construtivo tradicional por mais que tenha sido aprimorado no decorrer dos anos, ainda é necessário, portanto, maiores discussões sobre os componentes que o compõe. É importante o estudo de métodos que garantam a qualidade da obra e busquem eliminar a baixa produtividade.

O BCO também se encaixa nos padrões de desenvolvimento construtivo, atendendo os fatores predominantes para qualquer obra relacionada à alvenaria, seja ela de vedação ou estrutural, contendo nesse método as características semelhantes ao bloco cerâmico.

O processo industrial dos BCO, ocorre de acordo com as seguintes fases: (a) adquirir os materiais para sua produção; (b) a dosagem adequada desses materiais (dosagem do traço), atendendo aos fatores de segurança e a resistência; e (c) mistura e moldagem. O BCO tem em sua composição cimento, água, agregados graúdos e miúdos. Após a realização da mistura, o concreto é depositado em uma fôrma com dimensões pré-definidas.

Nos últimos anos, o Brasil vem ganhando visibilidade no mercado internacional com ênfase em linha de produção de BCE. O país apresenta grande potencial devido as suas fontes naturais e jazidas de minério que é rica e abundante.

Diversos fatores contribuem para que essa situação de mercado aconteça, e impulsiona a economia. A lei de oferta e demanda garante que a linha de produção seja contínua, devido aos programas do governo federal e, conseqüentemente, ao aumento de moradias e projetos habitacionais populares.

Devido ao avanço das indústrias de fabricação dos BCO, em 2003, foi criada a Associação Brasileira do Fabricante de Blocos de Concretos do Brasil – BLOCOBRASIL, que tem o propósito de consolidar o setor de BCO empregados em pavimentação e alvenaria, assegurando que toda produção seja efetiva e ofereça produtos de qualidade para construção. A instituição reúne fabricantes de BCO para alvenaria e pavimentação, mobiliário urbano, fabricantes de máquinas, equipamentos, insumos e profissionais técnicos que se utilizam de sistemas construtivos com blocos de concreto (NBR 15270-2:2017).

Sendo assim, este estudo tem por objetivo, fazer o comparativo entre os blocos cerâmicos e blocos de concreto, em suas formas de aplicação na construção civil descrevendo itens de sua composição e sua fabricação, assim como suas vantagens e desvantagens.

Para se alcançar tal objetivo utilizou-se o método de pesquisa exploratória e descritiva, com o procedimento bibliográfica, o que permitiu reunir informações úteis sobre os BCE e BCO, com o intento de produzir um guia prático e disponível para os profissionais das obras.

O trabalho é dividido em três partes (1) apresenta-se a fundamentação teórica, onde são expostos o histórico, conceitos, composição e processo de fabricação e aplicação dos blocos em estudo; apresentação dos métodos de pesquisa; e, (3) os resultados.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Histórico dos blocos cerâmicos

A cerca de 4000 a.C. os insumos cerâmicos são utilizados pelo homem, e ganharam maiores evidências pela riqueza da matéria-prima (argila de cor avermelhada) utilizada e disposta na natureza e, principalmente, por sua resistência e duração. Não se tem um registro preciso da época e local de origem do primeiro tijolo cerâmico. Segundo alguns historiadores a transcrição mais antiga do tijolo foi encontrado nas escavações arqueológicas em Jericó, no período Neolítico inicial (SEBRAE, 2008). De acordo com Natreb (2020, s/p.), a data de 7500 a.C. registra aparição dos primeiros tijolos, segundo historiadores e pesquisadores que acharam indícios desse período na cidade de Jericó e no Oriente Médio.

As investigações na história do tijolo, nos apresentam ainda, que os primeiros tijolos cozidos em algum tipo de forno, tem sua aparição cerca de 3000 anos a.C. Naquele tempo, os tijolos eram vistos como um grande avanço tecnológico, já que admitiam a construção de casas com maior resistência a temperatura e a umidade. Por volta de 1200 antes de Cristo foram divulgados também a fabricação de tijolos pela Ásia e Europa (NATREB, 2020).

Segundo Napoli (2018), os primeiros tijolos secavam ao Sol e era um elemento que pesava cerca de 15 quilos cada, começaram a ser trocados por elementos mais aproximados dos blocos cerâmicos que conhecemos atualmente. Entretanto, somente em 1954 foi construído o primeiro edifício efetivamente projetado, em Zurique, na Suíça. Desde então, a Construção Civil não deixou de crescer, com a utilização e desenvolvimento de novos materiais e tecnologias.

No Brasil, a alvenaria estrutural chegou no século XIX, ganhando importância, a princípio, no Estado de São Paulo, e em seguida Minas Gerais, até se difundir para todo o país. Logo, adquirindo uma técnica de gestão houve a produção em massa nas indústrias de cerâmicas, com a inserção de equipamentos adequados que permitia o controle dos processos, de matérias-primas e dos produtos fabricados (PAULUZZI, 2020).

Napoli (2018) destaca que, atualmente o setor cerâmico pode ser dividido nas mais variadas seções, que apresentam características bastante específicas. A cerâmica vermelha é a mais popular e são empregadas na construção civil em

insumos como: tubos cerâmicos, argilas expandidas, tijolos, blocos, telhas, elementos vazados e lajes.

2.2 Histórico dos blocos de concreto

Os blocos de concreto (BCO) foram inicialmente produzidos na Inglaterra, em 1832, como uma iniciativa de proporcionar mais segurança – por causa da estabilidade e resistência que possuem – aos estabelecimentos, como escolas, casas, hospitais e creches, abandonando, pouco a pouco as construções de tijolos de barro (PINHEIRO, 2018).

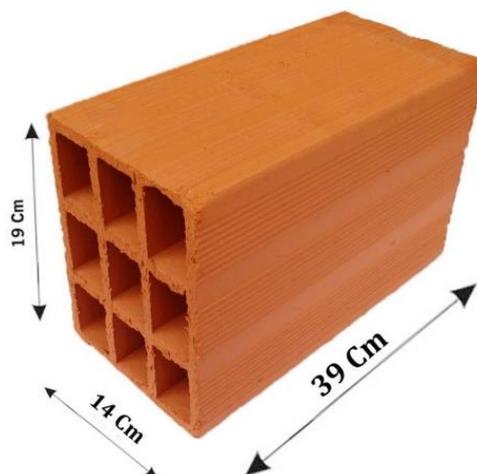
Alguns países do leste europeu, a Inglaterra, o Brasil e Estados Unidos, são os maiores consumidores de BCO do mercado. São Paulo, foi a primeira cidade do Brasil, a utilizar os BCO em alvenaria estrutural armada na construção do Conjunto Habitacional “Central Parque da Lapa”, no ano de 1966. De acordo com Mohamad (2015), foram construídos, a princípio, prédios com 04 (quatro) andares com paredes de espessura de 19 cm. Na década de 90, seu uso foi difundido pelo país, num período em que diversas construtoras passaram a adotar esse sistema estrutural.

Segundo afirma Costa (2010), a estabilização do sistema no Brasil, aconteceu quando a Associação Brasileira de Cimento Portland (ABPC) passou a aprovar e certificar com seu selo de qualidade os produtores de blocos estruturais de concreto, minimizando, as dúvidas em relação à segurança estrutural, de forma enérgica.

2.3 Blocos cerâmicos

Os blocos cerâmicos (BCE) são peças produzidas em argila, que passam por um procedimento de secagem e queima, resultando em um produto com furos longitudinais e baixa porosidade. Normalmente, os blocos cerâmicos são aplicados em alvenarias de vedação, devido ao seu baixo custo por m², podendo ser utilizados, ainda com função estrutural. A Figura 1 a seguir, representa um exemplo de bloco cerâmico.

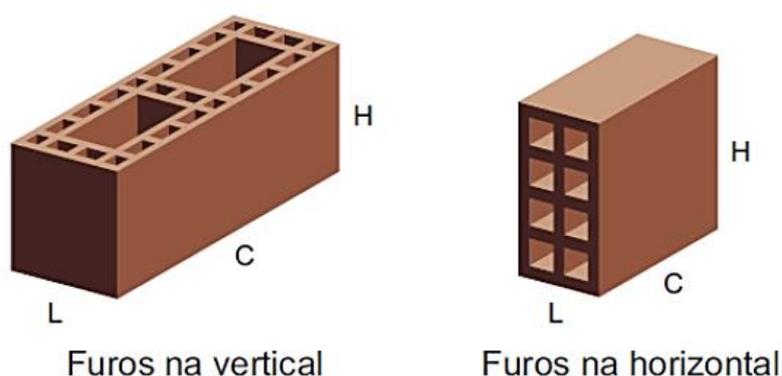
Figura 1 – Bloco de cerâmica.



Fonte: m.copafer.com.br

Segundo a NBR 15270-2, o BCE é definido como componente de alvenaria (ABNT, 2017), o qual possui furos prismáticos e/ou cilíndricos em ângulo reto na horizontal e vertical, sabendo que eles podem ser de paredes maciças, vazadas ou perfuradas, como mostra a Figura 2. A mesma norma, ainda define blocos estruturais como: blocos projetados para suportarem, além da do seu peso próprio, os esforços das cargas verticais compondo o arcabouço estrutural da edificação.

Figura 2 – Blocos cerâmicos.



Fonte: Thomaz *et al.* (2009 *apud* OLIVEIRA, 2016).

Na figura acima as letras indicadas nos blocos representam L: largura, C: comprimento, H: altura

Os blocos cerâmicos podem ser classificados em:

- comuns – têm como características os blocos de uso corrente, que conforme sua resistência à compressão é que são classificados;

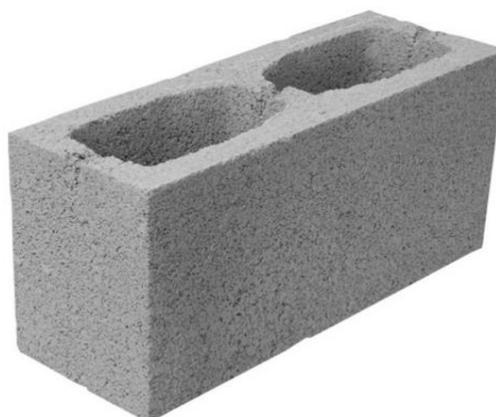
- especiais – são especiais porque são produzidos em formatos e dimensões de acordo com o desejo do fabricante e do cliente.

Segundo Roman, Mutti e Araújo (1999, p. 22), tanto o tipo de argila quanto o processo de produção e utilizado na fabricação são responsáveis pela qualidade das unidades de cerâmica. Podendo obter unidades com resistência baixíssima (0,1 MPa) até de alta resistência (70 MPa). Por este motivo, é fundamental realizar os ensaios de caracterização de unidades cada lote produzido.

2.4 Blocos de concreto

Utilizado na construção de muros e paredes, os blocos de concreto (BCO), também conhecidos por blocos de cimento, em sua maioria dois furos grandes na vertical. É possível encontrá-los também, em formatos variados, em sua maioria aparenta um paralelepípedo. Os blocos são feitos de um concreto especialmente desenvolvido para esta finalidade. No processo de fabricação do BCO a água e o cimento são dosados e misturados, garantindo a resistência de forma controlada. No traço é possível conter ainda, aditivos e adições minerais. A Figura 3 a seguir, representa um exemplo de bloco de concreto.

Figura 3 – Bloco de concreto.



Fonte: www.solostocks.com.br

As normas brasileiras caracterizam dois tipos de BCO, basicamente, a saber:

- o bloco vazado de concreto simples, para alvenaria sem função estrutural (NBR 6136:2016);

- o bloco vazado de concreto com maiores resistências para alvenaria estrutural (NBR 15961:2011).

Os BCO de vedação devem ser utilizados apenas para a alvenaria de vedação, principalmente por possuírem baixa resistência. No que se refere aos blocos de concreto estruturais, são aplicados somente no sistema de alvenaria estrutural, onde as paredes são responsáveis por suportar o peso da edificação.

Roman, Mutti e Araújo (1999, p. 23), afirmam que “os blocos-padrão encontrados apresentam resistência à compressão de 6 a 15 MPa (sendo que o mínimo exigido pela norma é 4,5 MPa), podendo apresentar, em casos especiais, resistência de até 20 Mpa”. O BCO é empregado em todas as regiões do país, além de ser o único a ter norma brasileira para cálculo de alvenaria estrutural, tem a vantagem de possuir vários fornecedores, portanto não possui isolamento térmico, como a cerâmica, e é mais pesado (NETO, 2017).

2.5 Composição dos blocos cerâmicos

Os BCO, também chamados de tijolos, advêm da argila – um mineral, formada de pequenas partículas que de estrutura terrosa – sendo todas as suas características motivadas pela fabricação e composição dessa matéria-prima. Para a fabricação desses blocos, a argila deve ter plasticidade quando é misturada com água, a ponto de ser moldada quando levadas a altas temperaturas (RIZZATTI, 2003).

Como foi dito anteriormente, tem a forma de um paralelepípedo de tom avermelhado, com furos prismáticos perpendiculares, portanto podem ser furados ou maciços. Normalmente, é constituída pelos seguintes elementos (LEITE, 2016):

- Areia (SiO_2) – 50% a 60%, em peso;
- Argila (Sic) – 20% a 30%, em peso;
- Limo – 2 a 5% em peso;
- Óxido de ferro (Fe_2O_3) – 5 a 6% (não superior a 7%) em peso;
- Magnésio (Mg) – menos de 1%, em peso.

Segundo a NBR 15270-1 (ABNT, 2017), os blocos cerâmicos devem ter dimensões padronizadas, considerando M como um módulo dimensional igual a 10 menos 1.

2.6 Composição dos blocos de concreto

Mesmo com toda modernidade, o esquema de processo produtivo, os materiais utilizados e o processo das doses, como a compostura dos blocos de concreto são ainda basicamente os mesmos.

Esse bloco tem em sua composição cimento, H₂O e agregados. Sendo o tipo de cimento Portland e o agregado graúdo e miúdo, podendo ser pedrisco, areia natural/artificial ou pó de pedra, o que dá origem a uma farofa, ou seja, um concreto seco (MOHAMAD, 2015). Contudo, com base em outros requisitos específicos e dosagem, pode-se empregar outros componentes, tais como adições minerais, pigmentos, aditivos etc. a esse bloco.

Os materiais que compõe o BCO devem ser detalhados e manuseados de acordo com suas propriedades e em conformidade com as metas projetadas no final.

Sobre a composição dos blocos de concreto, Raphael Baldusco (MAPA DA OBRA, 2020), afirma que esse produto tem como principal agregado o pedrisco, de acordo com sua composição granulométrica, que é responsável pelo acabamento das peças, sendo o valor de aproximadamente 6,3 de diâmetro máximo para os concretos que necessitam de um acabamento e um pedrisco de diâmetro máximo de 9,5 mm, para os blocos que não necessitam de acabamento superficial.

Para Salvador Filho (2007), é importante saber todos os detalhes como dimensões e formas para que no fim haja um bom concreto, com o objetivo de se alcançar um produto com menos espaços vazios, aperfeiçoando dessa forma suas propriedades mecânicas e físicas.

São esses detalhes, na composição e no tamanho do bloco de concreto, que é maior em comparação com os outros tipos, que fazem a diferença na construção e na escolha do insumo, o que auxilia no levantamento das paredes mais rápido. Além do mais, o bloco de concreto apresenta maior resistência entre todos e, no que diz respeito a alvenaria estrutural, pode sustentar o peso de toda a construção, sem a necessidade de vigas e pilares, isto é, é autoportante (MOHAMAD, 2015).

2.7 Fabricação dos blocos cerâmicos

No Brasil, os produtos cerâmicos como as telhas e tijolos precisam seguir uma lista de normas, com a finalidade de assegurar sua qualidade e o atendimento às

exigências do mercado. A indústria ceramista no Brasil conta com mais de 6000 fábricas em várias regiões do país, as mesmas são representadas pela Associação Nacional da Indústria Cerâmica – Anicer, que surgiu em decorrência das necessidades de consolidar o setor e procurar melhorias para os seus associados, colaborando dessa maneira para o crescimento do setor ceramista (NAPOLI, 2018).

A primeira etapa na produção dos blocos cerâmicos, é a extração da argila usada pela olaria no processo de fabricação. Logo depois de ser coletado, o mineral argiloso é levado para olaria, e depositada a céu aberto (MINEROPAR, 2000). Na Figura 4 a seguir, apresenta-se a extração da argila.

Figura 4 – Extração de argila.



Fonte: www.materioteca.paginas.ufsc.br

A segunda etapa é a preparação e Mistura, como mostra a Figura 5. Nessa fase, são realizados pequenos montes de argilas para serem uniformizados, ou seja, misturados com equipamentos mecânicos, como máquina de terraplenagem, e depois transportados para a caixa alimentadora. Nessa mistura é adicionado H₂O para nessa uniformização, transferindo para o laminador. Por fim, essa massa consistente, como apresenta a Figura 6, é conduzida por meio de correia para a etapa de desterro (extrusão) (MINEROPAR, 2000).

Figura 5 – Preparação e mistura da argila.



Fonte: www.natreb.com.br

Figura 6 – Preparação e mistura da argila.



Fonte: [Users/rosal/Downloads/824-1984-1-SM.pdf](#)

Na terceira etapa, é realizada a extrusão, com o equipamento extrusora, processo em que é dado forma ao bloco (Figura 7). A extrusão ocorre quando há o transporte da pasta (massa), sob a boquilha, peça que dá forma ao BCE, ela é encontrada na saída da extrusora para modelar a massa. Posteriormente, a massa modelada em uma barra contínua é transportada para ser cortada e seguir para próxima etapa (MINEROPAR, 2000).

Figura 7 – Maromba.

Fonte: <https://ceramicaabcd.com.br/producao/>

Mineropar (2000) afirma ainda, que nessa quarta etapa acontece o corte dos BCE, também é realizado de forma mecanizada, pois esse equipamento está ligado na saída da extrusora, que atua em conformidade com a deslocação das peças, que tem um movimento de um lado para o outro. O corte realizado pela máquina (Figura 8) é formada por cinco fios de aço programado para fazer o corte das barras de cima para baixo. Logo após, esses blocos são encaminhados para secar em um galpão próprio para isso.

Figura 8 – Máquina de corte.

Fonte: www.portuguese.alibaba.com

A quinta etapa é de secagem, um processo que se baseia na eliminação da água usada na produção dos blocos cerâmicos. A secagem desses blocos é realizada de forma lenta e em um local fechado para impedir o aparecimento de rachaduras. Esses produtos são mantidos em temperatura ambiente, na parte inferior do galpão, sem luz solar ou vento. Depois da secagem natural, por volta de 05 dias, os BCE vão

para o interior do forno de forma que queime uniformemente (MINEROPAR, 2000). A figura 9, apresenta a etapa de secagem no galpão.

Figura 9 – Galpão de secagem.



Fonte: www.habitissimo.com.br

Em seguida ao processo de secagem, os BCE são levadas para o forno, para ser queimados a temperaturas da ordem de 750°C a 1.000°C, por até 04 dias. Concluindo a última etapa é a queima (Figura 10).

Figura 10 – Forno.



Fonte: www.ceramicasalema.com.br

Depois do processo anterior os blocos são colocados para resfriar, após desenformados estão habilitados para a comercialização (MINEROPAR, 2000).

Segundo Mineropar (2000), esta etapa de secagem das peças é o processo mais significativo na produção desse bloco, uma vez que intervém na qualidade final dos produtos. Sem o adequado controle, o processo de secagem pode causar

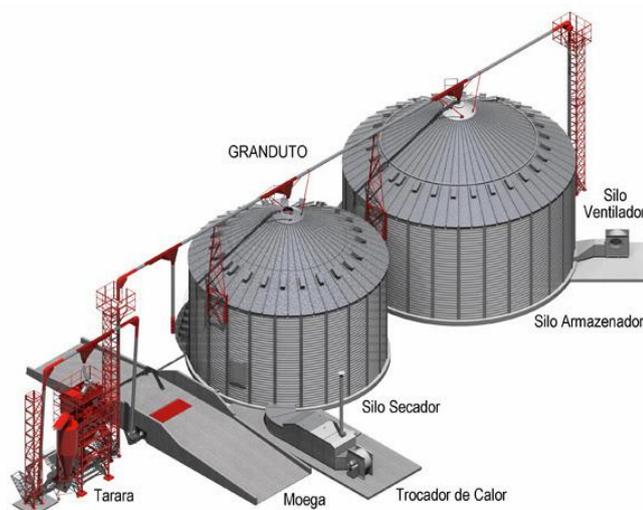
elevados graus de umidade no interior do bloco, ocasionando defeitos irreversíveis como trincas e deformações.

2.8 Fabricação dos blocos de concreto

Para Mohamad (2015), a fabricação dos blocos de concreto (BCO) é complexa e acompanha a NBR 6136:2016 da ABNT. A norma determina pré-requisitos para a fabricação, compra, recebimento e armazenamento do material. O êxito decorre de fatores como qualidade do cimento e associados, paletes, cura, relação água e cimento, entre outros.

Segundo Nakamura (2020), a produção dos BCOs acontece da seguinte maneira: primeiro o cimento é guardado em silos metálicos para perdurar a qualidade do produto, como exposto na Figura 11.

Figura 11 – Silo metálico.



Fonte: www.viga.ind.br.

O controle de agregados é formado por areia, pó de pedra e pedrisco, insumos do BCO, assim como na Figura 12.

Figura 12 – Agregados: bloco de concreto.



Fonte: www.ipt.br.

São esses recursos que dão união para formar os blocos quando ficam prontos. É nesse ponto que os agregados são examinados em laboratório. Para tal procedimento é utilizado uma peneira que averigua se os produtos estão de acordo para a produção dos blocos (NAKAMURA, 2020).

Esteiras são encarregadas por preparar o concreto usado na produção dos BCOs, de acordo com a Figura 13.

Figura 13 – Esteiras.



Fonte: www.mcmaquinas.ind.br.

Os insumos que chegam pela esteira são transportados para um misturador, para serem preparados. Ressalta-se, que cada tipo de bloco apresenta uma

característica própria, ou seja, um traço diferente, que é derivado da proporção entre cimento, H₂O e agregados (NAKAMURA, 2020).

Consequente, o concreto fabricado passa pela próxima etapa que é levado até a vibroprensa (Figura 14), por caçambas, quando as barras são prensadas e começam a tomar forma (NAKAMURA, 2020).

Figura 14 – Vibroprensa.



Fonte: www.cimentoitambe.com.br.

Depois de serem prensados, esses produtos são empilhados sobre madeiras e plastificados com um filme de polipropileno, como apresentado na Figura 15.

Figura 15 – Blocos empilhados.



Fonte: www.cimentoitambe.com.br.

Uma empilhadeira leva os blocos até uma câmara a vapor, que agiliza o processo de cura, há 80°C e umidade a 100%, onde ficam por cerca de 12 horas, até

obterem a resistência ideal (NAKAMURA, 2020). É nesse processo que ocorre a hidratação e firmeza do cimento.

Antes de serem vendidos aos consumidores, são escolhidos alguns blocos de cada lote para se fazer testes de resistência à compressão, fiscalizar as dimensões, acabamento, espessura, tonalidade e integridade, nesse período os blocos ficam estocados, para repetir os testes 28 dias depois, buscando manter o controle de qualidade (NAKAMURA, 2020).

2.9 Aplicação dos blocos cerâmicos

Os BCEs são utilizados na construção de paredes de vedação há muitos anos, com a evolução tecnológica admitiu-se que materiais como esse, pudessem ser melhorados para a aplicação em outros âmbitos da obra (TAGLIANI, 2017).

Ainda segundo Tagliani (2017), os BCEs são empregados em alvenarias estruturais para edificações de pequeno e médio porte, quando as paredes possuem a função de suportar toda a construção e vários andares, dispensando o uso do concreto armado, assim como apresentado na Figura 16.

Figura 16 – Paredes de sustentação blocos cerâmicos.



Fonte: www.engenharia360.com.

2.9.1 Aplicação dos blocos cerâmicos estruturais

Escolher o tipo BCE estrutural (Figura 17) é fundamental para qualquer projeto. Sabendo que um projeto bem planejado partilhará, corretamente, a carga que a fundação pode suportar. Ou seja, o peso bem distribuído pode influenciar nesse processo (TAGLIANI, 2017). Portanto, o maior cuidado nesse planejamento, é a definição das peças que irá utilizar nas diferentes etapas da construção.

Figura 17 – Construção de alvenaria estrutural.

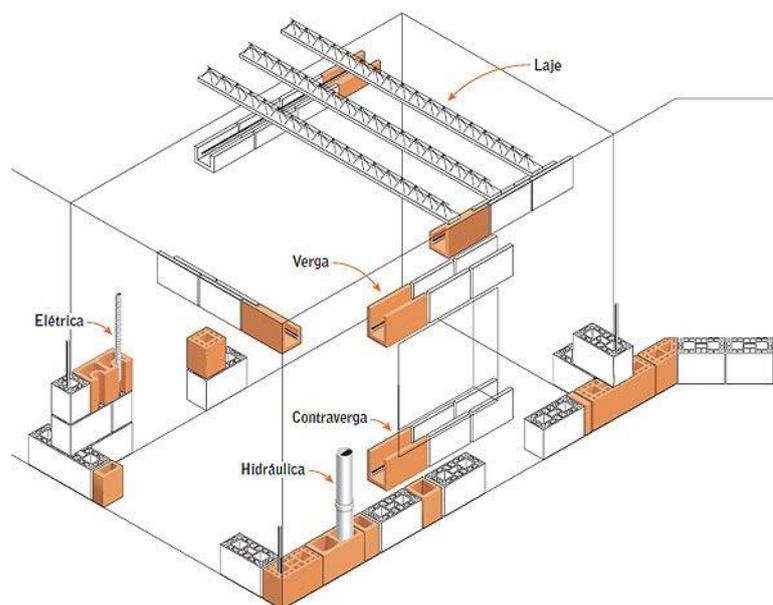


Fonte: www.engenharia360.com.

Decisões como essa, devem envolver mão de obra especializada, uma vez que a técnica tem etapas complexas, que requer acompanhamento e um planejamento maior, que muitas vezes geram elevados custos e riscos, podendo ser um obstáculo (ARMAC, 2020).

De acordo com Tagliani (2017), primeiro é necessário construir o apoio para a laje em forma de cinta de respaldo, quando todas as paredes são amarradas, (Figura 18).

Figura 18 – Cinta de respaldo.



Fonte: www.engenharia360.com.

Em seguida, as aberturas, como portas e janelas, recebem vergas e contravergas, que firmarão a edificação. Em processo ainda mais rígido e de baixa absorção às deformações, a argamassa de assentamento dos blocos deve, preferencialmente, ter seus elementos controlados por meio de ensaios. Contudo, a massa mais significativa do sistema é o graute, concreto com agregado fino (micro-concreto fluido), de alta plasticidade, que servirá para enrijecer a estrutura.

Dessa forma, o grauteamento serve para preencher todos os espaços vazios dos blocos – processo em que se aplica uma argamassa fluida que se acomoda as armaduras e as amarrações das paredes através de grampos (SCHMITZ; MARTINS, 2017).

Há dois tipos de blocos cerâmicos: blocos estruturais, que tem a função de vedar e resistir a todas as cargas verticais na alvenaria, já que são a estrutura da construção, seja ela uma obra industrial, uma casa ou edifício (TAGLIANI, 2017). Apresentada na Figura 19.

Figura 19 – Um dos tipos de bloco cerâmico estrutural.



Fonte: www.ceramicasalema.com.br.

O bloco cerâmico de vedação é mais utilizado para dividir os cômodos de uma edificação, sem nenhuma característica estrutural. Alguns pontos do bloco cerâmico estrutural, devem ser destacados, como menor peso, na produção proporciona maior rendimento na obra, pois o transporte é mais prático e oferecem conforto térmico superior garantindo um imóvel mais confortável e equilibrando no calor e no frio, além de aliviar o peso na fundação (GUIMARÃES, 2014).

2.9.2 Aplicação dos blocos cerâmicos de vedação

O bloco cerâmico de vedação (Figura 20) tem a finalidade de fechar os vãos das construções, ou seja, separar o ambiente interno do externo, atuando como barreira seletiva, controlando ações e movimentos complexos; tanto residenciais, como comerciais e industriais.

Figura 20 – Bloco cerâmico de vedação.

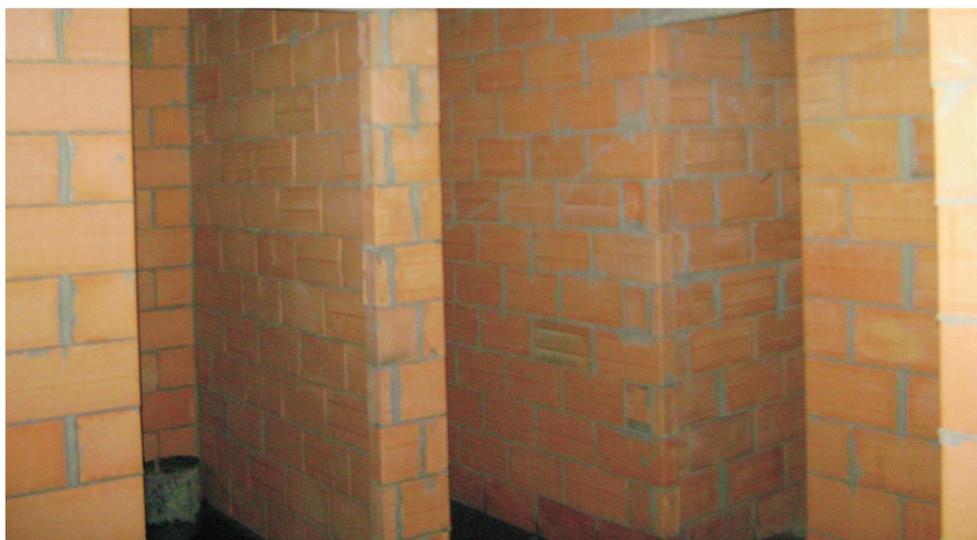


Fonte: www.ceramicaabcd.com.br.

Considerando que além de suportar o próprio peso, deve suportar também outras cargas como os móveis, rede, ações do tempo como vento e estática e entre outros impactos (THOMAZ *et al.*, 2009).

Vale ressaltar que a vedação é vertical e executada, pelo processo de construção convencional, em sua maioria (Figura 21).

Figura 21 – Alvenaria de vedação em blocos cerâmicos.



Fonte: Thomaz *et al.*, 2009

Este meio de construção possibilita ter grandes vãos, porque utiliza vigas e pilares para dar sustentação à estrutura, sendo assim utilizando os blocos de vedação é possível ter mais opções para se elaborar um projeto arquitetônico.

A Figura 22 apresenta a alvenaria convencional de vedação em processo de execução. É possível ver a presença das armaduras, que neste caso, funcionarão como a estrutura da residência, tornando os blocos cerâmicos como sendo apenas elementos para separar os ambientes.

Figura 22 – Alvenaria convencional de vedação.



Fonte: www.suaobra.com.br

Considerando, ainda, que esse tipo de bloco, apresentam vantagens iguais ao do bloco cerâmico estrutural, porém são menos resistentes, visto que não são usados para segurar todo o peso da alvenaria (TAGLIANI, 2017).

Contudo, é importante destacar que esse tipo de bloco não pode ser usado na construção de piscinas, reservatórios e obras de alvenaria estrutural (THOMAZ *et al.*, 2009).

2.10 Aplicação dos blocos de concreto

Os BCOs, também chamados de blocos de cimento, tem formato de paralelepípedo e dois furos grandes na vertical (POYASTRO, 2008). Eles são usados na construção de paredes e muros, pois são mais comuns na alvenaria estrutural. Segundo as normas brasileira, têm maiores resistências para alvenaria estrutural (NBR 6136:2016). Entretanto, é preciso frisar que também tem blocos para alvenaria de vedação. Exemplificado nas Figuras 23 e 24.

Figura 23 – Bloco de concreto estrutural.



Fonte: www.m.copafer.com.br.

Figura 24 – Bloco de concreto de vedação.



Fonte: www.m.copafer.com.br.

Segundo Poyastro (2008), os blocos de concreto de vedação devem ser usados exclusivamente para a alvenaria de vedação, como paredes e muros. Considerando que eles possuem baixa resistência entre 2 e 3 MPa. Como apresentado na Figura 25.

Figura 25 – Construção com blocos de concreto de vedação.



Fonte: www.mevodobrasil.com.

O uso de blocos de concreto de vedação, necessita de estruturas como pilares, vigas, pilaretes e cintas de amarração (Figura 26). Sozinhos os blocos não são aptos a suportar as cargas da edificação ou muro (POYASTRO, 2008).

Figura 26 – Construção com blocos de concreto de vedação, estrutura com amarração.



Fonte: www.teciam.com.br.

Os blocos de concreto estrutural são usados no sistema de alvenaria estrutural, em que as paredes devem suportar o peso da edificação (Figura 27).

Figura 27 – Construção com bloco de concreto estrutural.



Fonte: www.forumdaconstrucao.com.br.

Nesse processo construtivo, não é necessário se fazer colunas e vigas de concreto. Os BCOs, com resistência superior a 4,5 MPa, para suportar toda a carga do edifício (POYASTRO, 2008).

HAGEMANN (2011) afirma ainda, que quando é preciso estruturas adicionais, são produzidas no interior dos blocos de concreto, como: os grautes, cintas de amarração, vergas e contravergas. Apresentada na Figura 28.

Figura 28 – Construção com bloco de concreto estrutural, estruturas adicionais.



Fonte: blogpraconstruir.com.br.

As características principais do BCO são: maior resistência, possuem tamanho padrão e maiores, exigem menor quantidade de revestimento, menos impermeáveis e são mais indicados para área externas, porém são mais pesados, o que dificulta o transporte (HAGEMANN, 2011).

Construir com blocos de concreto é uma escolha mais onerosa, porém o valor desse material pode sair mais alto quando comparado com outros materiais, como a madeira e o tijolo. Por outro lado, quando se avalia os benefícios que esse produto pode proporcionar, por exemplo, aumento da produtividade, redução de mão de obra, redução de custos com outros materiais, maior resistência, entre outros; pode-se dizer que se tornam uma das alternativas com maior custo-benefício, no projeto final de uma construção (INOVA CONCRETO, 2018).

3 METODOLOGIA

Realizar uma pesquisa requer uma série de decisões importantes, como os instrumentos que serão utilizados, além de analisar os paradigmas científicos que darão sustentação às argumentações e orientarão o caminho a ser seguido. Por isso, foi procurado neste trabalho apresentar alguns pontos que tecem a circunspeção desse estudo.

3.1 Classificação da pesquisa

Para alcançar os objetivos propostos, esta pesquisa será dividida em duas categorias: quanto ao seu objetivo e aos seus procedimentos.

Quanto aos objetivos, a pesquisa se classifica como exploratória e descritiva. Segundo Gil (2017), a pesquisa exploratória oportuniza maior contato com o problema. A pesquisa descritiva, utiliza procedimentos de coleta de dados e propõe possibilidade de análise e interpretação. Para Gil (2017), descreve as características de determinados fenômenos.

Os procedimentos deste estudo são baseados em estudos bibliográficos, onde Severino (2018), propõe que esse tipo de pesquisa permite realizar um registro decorrente de outras pesquisas anteriores com base em material já publicado, o que permite uma cobertura ampla de teorias e ideias.

Em suma, este estudo apresenta uma pesquisa bibliográfica, com abordagem exploratório-descritiva.

3.2 Amostragem da pesquisa

A amostra foi realizada a partir do levantamento de trabalhos acadêmicos nas bases de dados: Biblioteca Eletrônica Científica Online (SciELO) e Google Acadêmico. Os trabalhos selecionados sobre o tema desse estudo foram suficientes para alcançar os objetivos propostos

3.3 Instrumentos e procedimentos de coleta dos dados

A partir da coleta de dados, houve um processo eletivo, com leitura detalhada da bibliografia e posterior interpretações dos dados obtidos. Foi observada uma estreita correlação entre os dados e a pesquisa bibliográfica realizada.

4 RESULTADOS

Após levantamento bibliográfico é possível realizar a comparação entre os blocos de cerâmica (BCE) e o de concreto (BCO). Conforme as informações adquiridas, entende-se que o mercado da engenharia civil atual possui uma variedade relevante sobre aos modelos construtivos. Um dos modelos mais antigos no Brasil são aquelas que utilizam tijolos de blocos cerâmicos.

A necessidade de agilidade com segurança, juntamente com o avanço da tecnologia, permitiu a criação de novos métodos e, com isso, o surgimento das paredes com BCO. O sistema é uma opção tecnológica que oferece vantagens de um modelo para a produção de edificações em larga escala. É recomendado para construtores que executam empreendimento com uma alta repetitividade (NEMER, 2016).

Com base nesse pressuposto e considerando o objetivo desse estudo, pretende-se apresentar sua classificação, características, custo, vantagens e desvantagens acerca da proposta de pesquisa.

4.1 Blocos de cerâmica

Estes blocos, são considerados de baixos custo, além de baixa densidade e facilidade de manuseio.

Na alvenaria estrutural, esses blocos não podem ser cortados nem furados, portanto, há diversos tipos de blocos disponíveis no mercado, como é o caso dos inteiros, meio-blocos e compensadores (RIZZATTI et al., 2015). Isso permite a maior flexibilidade na hora da execução do serviço. As de vedação, por não apresentarem elementos estruturais, possuem mais flexibilidade e podem ser cortadas e até mesmo retiradas, não influenciando na estrutura do local.

Os blocos cerâmicos apresentam diferenças em relação a alvenaria de vedação e a estrutural.

a) Características

As características dos BCEs influenciam diretamente na produção (FERNANDES; ALMEIDA; ANDRADE FILHO, 2016), como:

- Peso e dimensões – influenciam a produtividade;
- Formato – influencia a técnica de execução;
- Precisão dimensional – influencia os revestimentos e demais componentes.

É relevante ter consciência de todas essas características na hora da execução da alvenaria em uma construção para não haver problemas futuros e gastos desnecessários e, conseqüentemente, prejuízos que podem ser evitados durante a obra (AMORIM JUNIOR; RODRIGUES, 2017).

b) Classificação

A classificação dos BCEs é baseada na sua cor e seu valor, o que facilita na especificação do produto na hora de identificar qual produto deseja. Sendo assim, são classificados como:

- Bloco cor mais clara – são cozidos e custam mais caro;
- Bloco cor mais escura – são cozidos e custam mais barato;
- Bloco defeituosos.

c) Custo

O Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil – SINAPI (2020), permite consultar e elaborar orçamentos de obras civil, de acordo com a região específica. Isso porque é composta por bancos de informações atualizadas mensalmente de acordo com as 27 unidades federativas brasileira.

Esse Sistema é subsidiado com recursos do Governo Federal, e dispõe de Relatórios de Insumo e Composições em arquivo eletrônicos com formato PDF e XLS.

Foi com o apoio do SINAPI (2020) que as Tabelas 1 e 2 foram criadas, com intuito de apresentar um custo atualizado dos blocos cerâmicos em relação a sua alvenaria, tendo como base o preço no mês de Abril/2020, no estado de Pernambuco e preço unitário.

Tabela 1 – Custo dos blocos cerâmicos estruturais.

Código	Tam. (cm)	Resistência	Preço (R\$)
37592	9 x 19 x 39	4,5 MPa	1,09
37593	14 x 19 x 39	4,5 MPa	1,46
37594	19 x 19 x 39	4,5 MPa	1,78

Fonte: Autor, 2020.

Tabela 2 – Custos dos blocos cerâmicos de vedação.

Código	Tam. (cm)	Qtd. Furos	Resistência	Preço (R\$)
7270	9 x 9 x 19	4	1 MPa	0,42
7269	9 x 9 x 19	6	1,5 MPa	0,30
7267	9 x 14 x 19	6	1,5 MPa	0,31
7271	9 x 19 x 19	8	2,2 MPa	0,44
7268	9 x 19 x 29	8	2,5 MPa	0,63
38783	11,5 x 19 x 19	9	4,5 MPa	0,55

Fonte: Autor, 2020.

Esse é um exemplo de como usar um sistema para fazer um levantamento dos preços de insumos. É relevante informar que existe outros sistemas, porém este foi selecionado como modelo e apresentação deste estudo.

Trabalhar com um bom material é necessário para observar, de fato, as reais vantagens e desvantagens desse método construtivo, além de preservar a segurança e o conforto na hora da construção.

d) Vantagens e desvantagens

Nos estudos, apresentados na fundamentação teórica, percebe-se para melhor entendimento é necessário diferenciar suas vantagens pelas categorias que as alvenarias possuem: vedação e estrutural, disposto nos Quadro 1 e 2.

Quadro 1 – Vantagens e desvantagens dos blocos cerâmicos de vedação.

VANTAGENS	DESVANTAGENS
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Isolamento acústico; ▪ Capacidade estanqueidade à água; ▪ Resistência a fogo; ▪ Resistência mecânica; ▪ Durabilidade superior a qualquer outro material; ▪ Flexibilidade e versatilidade; ▪ Facilidade de produção de montagem por conformação; ▪ Baixos custos iniciais e de manutenção. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Desperdício de materiais; ▪ Necessidades de revestimento adicionais para ter textura lisa; ▪ Mão de obra mais cara, porque requer mão de obra técnica; ▪ Soluções construtivas improvisadas; ▪ Problemas de ligação da estrutura com a alvenaria.

Fonte: Autor, 2020.

Quadro 2 – Vantagens e desvantagens dos blocos cerâmicos estruturais.

VANTAGENS	DESVANTAGENS
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Redução de 30% do custo de obra; ▪ Isolamento acústico e térmico; ▪ Baixa absorção de umidade; ▪ Menor gasto com revestimento; ▪ Fácil coordenação e controle; ▪ Flexibilidade e versatilidade da construção; ▪ Diminuição no tempo da construção; ▪ Facilidade de integração com outros subsistemas. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Restrição para mudanças não planejadas, ▪ Arquitetura e design restringidos pelo tamanho e forma dos blocos estruturais. ▪ Dificuldades de improvisações; ▪ Limitação para grandes vãos e balanços.

Fonte: Autor, 2020.

Esses fatores são importantes porque, a depender do tipo de construção, optar por um produto convencional acaba sendo mais viável. É muito importante que o projeto seja executado com consciência dessas características na hora de desenvolver uma obra.

4.2 Blocos de concreto

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2016), os blocos de concreto são insumos para construção estrutural autoportante, com capacidade de suportar grandes cargas no mesmo plano das paredes, ou seja, funcionam como elementos estruturais para o local a ser construído.

Nos últimos anos, a utilização desse material modernizou e é feito através de um jogo de formas, armaduras centralizadas e o concreto para preenchimento das formas (AMORIM JUNIOR; RODRIGUES, 2017).

a) Características

As principais características dos BCOs, referem-se a:

- Formato – Com dois grandes furos na vertical de sua estrutura;
- Dimensão – Padronizados de acordo com sua utilização;
- Resistência – Variação de no mínima: 2,5 Mpa; e máxima: 4,5 Mpa.

Sendo bastante utilizados na alvenaria de vedação ou estrutural, são vendidos por conjuntos de acordo com a largura de cada bloco:

- M – 12,5 para 11,5 cm de largura;
- M – 10 para larguras de 9 cm;
- M – 7,5 para 7,5 cm.

b) Classificação

A ênfase dos BCOs está na sua classificação, por isso é importante se atentar para o tipo de uso desejado, e assim determinar o tipo de bloco mais adequado para sua construção e com maior resistência, sendo assim os blocos podem ser classificados como:

- Classe A – Possuem função estrutural e são indicados para alvenarias acima ou abaixo do nível do solo.
- Classe B – Também tem função estrutural e são indicados para alvenaria externa acima do nível do solo.
- Classe C – Como os demais possuem função estrutural e são indicados para alvenaria interna acima do nível do solo.
- Classe D – Não possuem função estrutural e são utilizados apenas para vedação.

A sabedoria em relação a classificação é congruente com os aspectos relativos à construtibilidade, tais como modulação, comportamento mecânico, interação com os outros subsistemas e manifestações comuns nas alvenarias de blocos de concreto (SALVADOR FILHO, 2007).

c) Custo

Os critérios utilizados aqui, são os mesmos do Custo apresentado nos blocos de cerâmicas, a diferença é que neste subitem o tipo de construção não possui uma lei específica, apresentando apenas uma abordagem geral dos custos referente aos BCOs e sua classe. A organização da Tabela 3, com amostragem do custo corresponde ao tamanho (cm) seguida da apresentação da resistência.

Tabela 3 – Custo dos blocos de concreto.

Código	Classe	Tam. (cm)	Resistência	Preço (R\$)
38590	B	14 x 19 x 29	4,5 MPa	2,10
38591	B	14 x 19 x 34	4,5 MPa	2,38
34566	B	14 x 19 x 29	6 MPa	1,96
34567	A	14 x 19 x 29	8 MPa	2,20
34556	A	14 x 19 x 29	10 MPa	2,51
37873	A	14 x 19 x 29	12 MPa	2,59
34564	A	14 x 19 x 29	14 MPa	3,13
34571	B	14 x 19 x 39	6 MPa	2,45
34567	A	14 x 19 x 39	8 MPa	2,20
34568	A	14 x 19 x 39	10 MPa	2,87
34569	A	14 x 19 x 39	12 MPa	2,94
34570	A	14 x 19 x 39	14 MPa	3,14
37107	A	14 x 19 x 39	16 MPa	3,82
34576	A	19 x 19 x 39	10 MPa	3,58
34577	A	19 x 19 x 39	12 MPa	3,82
34578	A	19 x 19 x 39	14 MPa	4,24
34579	A	19 x 19 x 39	16 MPa	5,42

Fonte: Autor, 2020.

Com baixo custo, os blocos de concreto são uma excelente solução para paredes estruturais. Já para alvenaria de vedação, o preço é equivalente ao de bons BCEs.

A diferença dos produtos de construção não está somente no preço de aquisição do material (bloco cerâmico e bloco de concreto), mas também em seu consumo, tempo de execução, ausência ou não de determinadas etapas executivas, entre outros. Sendo esses, aspectos que serão explicados a partir da compreensão das suas vantagens e desvantagens.

d) Vantagens e desvantagens

Considerando que todo sistema construtivo possui vantagens únicas que se tornam elementos fundamentais na hora da escolha do elemento ideal. A nível de

informação, a pesquisa revelou que os BCOs possuem vantagens que agregam aos construtores tempo e dinheiro, na hora de executar uma obra.

Portanto, as vantagens não é a única, porque mesmo assim possui restrições na hora da utilização que podem fazer uma grande diferença, principalmente dependendo do tipo de construção que se pretenda fazer.

Sendo assim, entre suas vantagens e desvantagens o Quadro 3 destaca:

Quadro 3 – Vantagens e desvantagens dos blocos de concreto.

VANTAGENS	DESVANTAGENS
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Possui menos desperdícios, garantido um consumo com maior qualidade já que o sistema é muito mais tradicional e limpo e não possui desperdícios; ▪ A versatilidade, já que o concreto atende elementos de diferentes tamanhos, como casas e obras de arte; ▪ Possui resistência a vandalismo; ▪ Elimina algumas etapas na obra, ex.: assentamento dos tijolos; ▪ O projeto que se adequa ao orçamento, sem imprevistos; ▪ Podem ser fabricadas com diferentes formas, cores e texturas; ▪ Mão de obra reduzida. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dificuldade de improvisação, já que sua forma é restrita; ▪ Limitações para vãos e balanços; ▪ Peso dos blocos, que dificulta o transporte e manuseio; ▪ O material absorve mais água, por isso a aplicação é interrompida em dias chuvosos, o que reduz a produtividade; ▪ Exige mais cuidado nas juntas de dilatação, que devem ser menores, pois os blocos se movimentam com mais facilidade; ▪ Possui um menor isolamento tanto térmico quanto acústico; ▪ Tem desenvolvimento térmico fraco; ▪ Se usado em paredes externas, necessita de pintura acrílica para evitar umidade.

Fonte: Autor, 2020.

A alvenaria a partir de elementos de blocos de concreto, atende a todo público, uma vez que pode ser adaptada às suas limitações. Usando da criatividade, pode ser utilizada com características visuais sem a necessidade de revestimento, diminuindo também o custo da obra.

4.3 Comparativo entre os blocos de concreto e cerâmico

O ato de construir, seja uma bijuteria ou um grande edifício, depende de processos que necessitam de planejamento, como o material a ser usado e o processo pelo qual será realizado. Na engenharia civil, não poderia ser diferente, pois durante

seu planejamento os modelos construtivos deixam dúvidas em relação a sua melhor utilização, tempo e custo – necessitando de cautela na hora de escolher o método mais adequado de acordo com a categoria da sua obra (AMORIM JUNIOR; RODRIGUES, 2017).

Para avaliar esse comparativo de forma quantitativa, como observa-se no Quadro 4, sempre que a comparação se referir a uma grandeza maior, será adicional (+1) e quando essa grandeza for menor, será subtraído (-1). A somatória final equivale a vantagem de bloco.

Quadro 4 – Comparativo entre os blocos cerâmicos e de concreto.

BLOCO CERÂMICO	Grand.	BLOCO CONCRETO	Grand.
Maior utilização de revestimento;	+1	Menor utilização de revestimento;	-1
Menor custo da estrutura (peso)	-1	Maior custo da estrutura (peso)	+1
Menor resistência a carga	-1	Maior resistência a carga	+1
Maior capacidade térmico-acústico	+1	Menor capacidade térmico-acústico	-1
Menor absorção de água	+1	Maior absorção de água	-1
Grande variedade de modelos	+1	Grande variedade de modelos	+1
Fácil manuseio	+1	Maior dificuldade no manuseio	-1
Maior utilização de mão de obra	-1	Menor utilização de mão de obra	+1
TOTAL	+2	TOTAL	0

Fonte: Adaptado de Fernandes, Almeida e Andrade Filho (2016); Lemos e Dall’Agnol (2011).

Mesmo com um desfecho positivo do BCE e um resultado neutro do bloco de concreto, a diferenças entre os blocos apresentam-se equilibrados quanto as suas vantagens, já que não existe uma expressão significativa entre ambos.

Considera-se, também, que nesse estudo não foram abordados todos os fatores que constituem cada insumo, o que realmente definiria essa diferenciação. Sendo essa uma proposta para futuro estudo.

Em suma, a partir da análise e comparação dos tipos de blocos exposto nesse estudo, observa-se que ambos apresentam vantagens e desvantagens harmoniosas

tanto em fatores de custo-benefício, quanto em tempo e mão de obra. Considerando que um nunca dispõe de uma mesma vantagem que a outra.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse estudo buscou, através do método descritivo-exploratório, fazer o comparativo entre os blocos cerâmicos e blocos de concreto, através das diferenças existentes nas formas de aplicação na construção civil, com base nas suas vantagens e desvantagens, pesquisando e descrevendo os itens de sua composição e sua fabricação.

A relevância de se estudar este assunto, parte da concepção que a rotina do profissional de engenharia civil tem comparações, escolhas, definições de materiais dentro da obra, com o proposto de se executar construções mais adequadas e eficientes de acordo com a precisão de cada cliente, além da escolha do melhor custo-benefício para que haja uma satisfação tanto para o cliente, quanto para o construtor.

Sendo assim, a pesquisa apresenta que a partir da comparação de suas características, classificação, vantagens e desvantagens dos blocos que, uma não se destaca mais que outra e que ambas se equilibram em suas características de acordo com o propósito da construção. Em todo caso, a decisão é realizada a partir do orçamento final, considerando que uma obra depende de diversos outros insumos para que se concretize.

Durante a realização deste trabalho, foi identificado a falta de produção literária na área de engenharia civil no geral, sendo está a maior dificuldade. Pois, quando era encontrado, não tinha detalhes de informação como o processo de fabricação e suas características com dados mais minuciosos, as poucas referências encontradas apresentavam informações grosseiras e com poucos dados sobre o tema.

REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15961**: Alvenaria estrutural – Blocos de concreto – Parte 1 e 2: Projeto. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <https://www.abntcatalogo.com.br>. Acesso em: 23 set./2019.

_____. **NBR 6136**: Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – Requisitos, 2016. Disponível em: <https://www.abntcatalogo.com.br>. Acesso em: 16 Set./2019.

_____. **NBR 15270-1**: Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural e de vedação – métodos de ensaios, 2017. Disponível em: <https://www.abntcatalogo.com.br>. Acesso em: 23 set./2019.

_____. **NBR 15270-2**: Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural e de vedação – métodos de ensaios, 2017. Disponível em: <https://www.abntcatalogo.com.br>. Acesso em: 23 set./2019.

AMORIM JUNIOR, J. A. L.; RODRIGUES, R. V. L. **Um estudo comparativo entre as vantagens construtivas das paredes de concreto e alvenaria convencional**. Monografia (Graduação em Engenharia Civil). Centro Universitário CESMAC. Maceió: CESMAC, 2017.

ARMAC. **Obras complexas**: entenda o que é e como otimizar a gestão! Disponível em: <<https://armac.com.br/blog/engenharia/obras-complexas-entenda-o-que-e-e-como-otimizar-a-gestao/>>. 29 Set./2020.

COSTA, A. O. **Patologia nas edificações do PAR**: construídas com alvenaria estrutural na região metropolitana de Belo Horizonte. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis: UFSC, 2010.

FERNANDES, A. V. B.; ALMEIDA, E. S. F.; ANDRADE FILHO, G. S. Alvenaria de bloco cerâmico x bloco de concreto. **Ciências exatas e tecnológicas**. Aracaju, 2016, mar.; v. 3, n. 2, p. 37-66.

GATES, B. In: ROGAK, L. *O mundo segundo Bill Gates*: as frases mais inspiradoras do criador da Microsoft. Rio de Janeiro: Alta Books, 2012.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

GUIMARÃES, A. H. **Análise da Viabilidade Técnica e Econômica de Diferentes Sistemas Construtivos Aplicados às Habitações de Interesse Social de Florianópolis**. Monografia (Graduação em Engenharia Civil). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis: UFSC, 2014.

HAGEMANN, S. E. **Apostila de Materiais de Construção Básicos**. Instituto Federal Sul-Rio-Grandense. Universidade Aberta do Brasil. Programa de fomento ao

uso das tecnologias de comunicação e informação nos cursos de graduação – TICS. Rio Grande do Sul: TICS, 2011.

INOVA CONCRETO. **Blocos de Concreto**: vantagens e desvantagens de construir. (2018) Disponível em: <https://www.inovaconcreto.com.br/blog/blocos-de-concreto-pros-x-contras-de-construir-com-o-material/>. Acesso em: 29 Set/2020.

LEITE, A. G. F. **Avaliação do Efeito de Preenchimento de Juntas de Argamassa em Alvenaria Estrutural**. Monografia (Graduação em Engenharia Civil). Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa: UFPB, 2016.

LE MOS, F. A.; DALL'AGNOL, R. J. **Bloco cerâmico ou bloco de concreto**. 2011. Disponível em: <http://www.webartigos.com/artigos/bloco-ceramico-ou-bloco-de-concreto/63588/>. Acesso em: 08 Jun./2020.

MAPA DA OBRA. **Principais cuidados na fabricação de blocos de concreto** (2020). Disponível em: <https://www.mapadaobra.com.br/inovacao/cuidados-blocos-concreto>. Acesso em: 08 Jun./2020.

MAYOR, A. V. **O concreto e o sistema parede de concreto**. Disponível em: <http://www.nucleoparededeconcreto.com.br/artigos/o-concreto-e-osistema-paredes-de-concreto>. Acesso em: 24 Mai./2020.

MINEROPAR. Minerais do Paraná S/A. Programa de Desenvolvimento da Indústria Mineral Paraense Paraná Mineral / Procerâmica. **Perfil da Indústria de Cerâmica no Estado do Paraná**. Curitiba, 2000.

MOHAMAD, G. (Coord.). **Construção em Alvenaria Estrutural**: Materiais, projetos e desempenho. São Paulo: Blucher, 2015.

NABRED. Soluções inteligentes para a indústria. **A História do Tijolo Cerâmico**. Disponível em: <https://natreb.com/a-historia-do-tijolo-ceramico/>. Acesso em: 29 Set./2020.

NAKAMURA, J. **Fabricação de blocos de concreto deve priorizar controles de qualidade**. (2020). Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/revista/materias/fabricacao-de-blocos-de-concreto-deve-priorizar-controles-de-qualidade/18140>. Acesso em: 26 Mai./2020.

NAPOLI, L. **Cerâmica**: a mais antiga das indústrias. 2018. Disponível em: <https://www.anicer.com.br/revista-anicer/revista-96/historia/>. Acesso em: 24 Mai./2020.

NEMER, P. C. C. **Avaliação do Sistema Construtivo Paredes de Concreto Moldado no local a luz das normas técnicas vigentes**. Monografia (Graduação em Engenharia Civil). Universidade Federal de Minas Gerais. Minas Gerais: UFMG, 2016.

NETO, D. Blocos cerâmicos: leveza e desempenho. **Revista Técnica**. São Paulo, 2017, fev.; v.239, n.25, p.15-33. Disponível em: https://www.anicer.com.br/wp-content/uploads/2017/05/techne_fev2017.pdf. Acesso em: 07 out./2019.

OLIVEIRA, N. de. **Análise estrutural comparando a aplicação da alvenaria de blocos cerâmicos e do drywall como sistemas de vedação vertical interna de uma edificação**. Monografia (Graduação em Engenharia Civil). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco: UTFPR, 2016.

PAULUZZI. Pauluzzi Blocos de Cerâmica. **Alvenaria Estrutural**: Conheça o sistema construtivo deste a parte de projetos à execução da alvenaria com blocos cerâmicos. Disponível em: <<https://pauluzzi.com.br/alvenaria-estrutural/>>. Acesso em: 29 Set./2020.

PINHEIRO, G. S. **Alvenaria estrutural em blocos de concreto**: aspectos construtivos e pré-dimensionamento. Monografia (Graduação em Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: UFRJ/Escola Politécnica, 2018.

POYASTRO, P. C. **Comparação entre blocos cerâmicos e em concreto, quanto a custo e produtividade, quando utilizados em alvenaria estrutural**. Monografia (Graduação em Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: UFRS, 2008.

RIZZATTI, E. **Influência da geometria do bloco cerâmico no desempenho mecânico da alvenaria estrutural sob compressão**. Dissertação (Doutorado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Florianópolis: UFSC, 2003.

RIZZATTI, E.; ROMAN, H. R.; MOHAMAD, G.; NAKANISKI, E. Y. Análise numérica da influência da geometria dos blocos cerâmicos em paredes estruturais. **Engenharia Estudo e Pesquisa**, 2015; v. 11, n. 1, p. 27-35.

ROMAN, H. R., MUTTI, C. N., ARAÚJO, H. N. **Construindo em alvenaria estrutural**. 1. ed. Florianópolis: UFSC, 1999.

SALVADOR FILHO, J. A. A. Blocos de concreto para alvenaria em construções industrializadas. Dissertação (Doutorado em Engenharia de Estruturas). Programa de Pós-Graduação e Área de Concentração em Engenharia de Estruturas. Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. São Carlos: EESC/USP, 2007.

SEBRAE. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Cerâmica vermelha: estudos de mercado**. São Paulo: SEBRAE, 2008.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**. 24. ed. São Paulo: Cortez, 2018.

SINAPI. Sistema Nacional de Pesquisas e Índices da Construção Civil. **Caixa Econômica Federal/SINAPI**. Disponíveis em: www.caixa.gov.br/sinapi. Acessados em: 09 Jun./2020.

SCHMITZ, G.A.; MARTINS, W. **Alvenaria Estrutural**: diretrizes para o detalhamento de projeto em alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto. Monografia

(Graduação em Engenharia Civil). Universidade do Sul de Santa Catarina. Palhoça: Unisul, 2017.

TAGLIANI, S. **BDE Explica**: como aplicar blocos cerâmicos em alvenarias portantes? (2017). Disponível em: <https://engenharia360.com/bde-explica-a-aplicacao-dos-blocos-ceramicos-em-alvenarias-portantes/>. Acesso em: 26 Mai./2020.

THOMAZ, E.; MITIDIÉRI FILHO, C. V.; CLETO, F. R.; CARDOSO, F. F. **Código de práticas nº 01**: alvenaria de vedação em blocos cerâmicos. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. São Paulo: IPT-SP, 2009.