

CENTRO UNIVERSITÁRIO ATENAS

IZABELLY RABELO DE LIMA

**COMPARATIVO ENTRE BLOCO DE CONCRETO X BLOCO
CERÂMICO NA CONSTRUÇÃO DE ALVENARIA
ESTRUTURAL: estudo de caso de um projeto**

Paracatu

2022

IZABELLY RABELO DE LIMA

**COMPARATIVO ENTRE BLOCO DE CONCRETO X BLOCO CERÂMICO NA
CONSTRUÇÃO DE ALVENARIA ESTRUTURAL**

Projeto de pesquisa apresentado ao Curso de Engenharia Civil do UniAtenas, como requisito parcial para aprovação na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso (TCC II).

Área de concentração: Alvenaria Estrutural

Orientador: Prof. Me. Carlos Eduardo Ribeiro Chula

Paracatu

2022

IZABELLY RABELO DE LIMA

**COMPARATIVO ENTRE BLOCO DE CONCRETO X BLOCO CERÂMICO NA
CONSTRUÇÃO DE ALVENARIA ESTRUTURAL**

Monografia apresentada ao Curso de Graduação do Centro Universitário Atenas, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Área de concentração: Alvenaria Estrutural

Orientador: Prof. Me. Carlos Eduardo Ribeiro Chula

Banca examinadora:

Paracatu-MG, ___ de _____ de _____ .

Professor e Orientador Prof. Me. Carlos Eduardo Ribeiro Chula

Centro Universitário Atenas

Prof^a. Anelise Avelar de Araújo
Centro Universitário Atenas

Prof. Me. Altair Gomes Caixeta
Centro Universitário Atenas

Dedico este trabalho aos meus pais, e à minha filha, pois é graças a eles que hoje posso concluir o meu curso.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por me guiar em todo esse trajeto.

Aos meus pais pelos conselhos e por sempre me apoiarem e fazerem ao máximo para que tudo saia como planejado.

Ao meu namorado Alef, por todo amor, paciência, apoio e companheirismo durante todo o curso, principalmente após o nascimento da nossa filha.

Ao melhor presente da minha vida, à minha filha, Maria Cecília, por me dar forças e coragem para chegar até aqui.

Ao meu irmão, pela motivação e conselhos que me permitiu continuar até aqui.

Aos meus professores, em especial Carlos Chula, Anelise Avelar e Matheus Ruas que me ajudaram nos momentos mais complexos e difíceis da minha vida.

Aos meus colegas/amigos, em especial Danilo de Almeida, Matheus Vieira e Silas Castro pela amizade, companheirismo e pelo crescimento pessoal e profissional que adquiri ao longo do nosso percurso.

E por fim, meu muito obrigado a todos, serei eternamente grata.

“Por vezes sentimos que aquilo que fazemos não é senão uma gota de água no mar, mas o mar seria menor se lhe faltasse uma gota.”

Santa Madre Teresa de Calcutá

RESUMO

As estruturas de alvenaria são consideradas um dos sistemas construtivos mais antigos. Começou com o surgimento das primeiras civilizações em busca de uma forma de organizar e construir muros de pedra. Atualmente, os materiais que vem sendo mais utilizados são os blocos de concreto e cerâmico, e existem diversas questões que devem ser consideradas antes de escolher o tipo de bloco a ser utilizado na estrutura. Questões como região, qualidade da mão de obra, desempenho, tipologia da edificação e custo-benefício do material e da mão de obra. O trabalho tem como objetivo principal, realizar a verificação e análise dos Blocos de concreto e cerâmico da alvenaria estrutural. Para alcançar essa finalidade, o trabalho consiste em um estudo bibliográfico, onde foi realizada a leitura de livros, artigos e pesquisas em empresas, realizando assim a comparação entre as vantagens e desvantagens e o custo-benefício no estudo de caso. No contexto geral percebem-se muitas vantagens na forma de construção com blocos de cerâmica, destacando-se a economia e qualidade do material.

Palavras-chave: Alvenaria estrutural, construção civil, blocos de concreto e cerâmico.

ABSTRACT

Masonry structures are considered one of the oldest building systems. It began with the emergence of the first civilizations in search of a way to organize and build stone walls. Currently, the materials that have been most used are concrete and ceramic blocks, and there are several issues that must be considered before choosing the type of block to be used in the structure. Issues such as region, quality of labor, performance, building typology and cost-effectiveness of material and labor. The main objective of the work is to carry out the verification and analysis of the concrete and ceramic blocks of the structural masonry. To achieve this purpose, the work consists of a bibliographical study, where books, articles and research in companies were read, thus comparing the advantages and disadvantages and the cost-effectiveness in the case study. In the general context, many advantages can be seen in the way of building with ceramic blocks, highlighting the economy and quality of the material.

Keywords: Structural masonry, civil construction, concrete and ceramic blocks.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Bloco de concreto Estrutural	15
Figura 2 – Construção de bloco de concreto	16
Figura 3 – Família do Bloco de concreto	17
Figura 4 – Família do bloco de concreto A e B	18
Figura 5 – Família da classe C e D do bloco de concreto	19
Figura 6 – Tabela de requisitos para absorção da Água	20
Figura 7 – Bloco cerâmico estrutural	22
Figura 8 – Construção com Bloco cerâmico	22
Figura 9 - Tipos de blocos cerâmico estrutural	23
Figura 10 - Tabela de dimensões de fabricação de blocos cerâmico estruturais	24
Figura 11 – Tolerâncias dimensionais relacionadas às medições individuais	24
Figura 12 – Tolerâncias dimensionais relacionadas à média	24
Figura 13 – Extração da argila	25

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Tabela 1 – Dimensões padronizadas	17
Tabela 2 – Espessura mínima das paredes dos blocos	17
Tabela 3 – Orçamento dos Blocos de concreto	28
Tabela 4 – Orçamento dos blocos cerâmico	28
Tabela 5 – Gráfico de custo dos produtos por unidade	29

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
1.1 PROBLEMA DE PESQUISA	13
1.2 HIPÓTESES	13
1.3 OBJETIVOS GERAIS	13
1.3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
1.4 JUSTIFICATIVA DO ESTUDO	13
1.5 METODOLOGIA DO ESTUDO	14
1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO	14
2. BLOCO DE CONCRETO ESTRUTURAL	15
2.1 TIPOLOGIA	16
2.2 RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO	19
2.3 ABSORÇÃO DE ÁGUA	20
2.4 VANTAGENS DO BLOCO DE CONCRETO	20
2.5 DESVANTAGENS DO BLOCO DE CONCRETO	21
3. BLOCO CERÂMICO ESTRUTURAL	21
3.1 TIPOLOGIA	23
3.2 RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO	25
3.3 ABSORÇÃO DE ÁGUA	26
3.4 VANTAGENS DO BLOCO CERÂMICO	26
3.5 DESVANTAGENS DO BLOCO CERÂMICO	27
4. ESTUDO DE CASO: CÁLCULO DO CUSTO DOS BLOCOS PARA CONSTRUÇÃO DE UMA RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR EM PARACATU/MG	27
4.1 BLOCOS DE CONCRETO	28
4.2 BLOCOS CERÂMICO	28
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	31
REFERÊNCIAS	33
ANEXO	35

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, há uma grande demanda por obras de alvenaria estrutural, e as principais vantagens da alvenaria estrutural sobre os processos tradicionais são: Simplificação dos técnicos construtivos, maior agilidade na construção redução de mão de obra, redução de fôrmas, apoios e reforços; economia na aplicação do revestimento redução de resíduos e funcionalidade com segurança (Kalil, 2007).

A alvenaria estrutural é um sistema construtivo onde não se utilizam pilares e vigas, pois as paredes chamadas de portante compõem a estrutura da edificação e espalha as cargas uniformemente ao longo das fundações e em substituição aos pilares e vigas utilizadas nos sistemas de concreto armado usam-se aço ou madeira (ROMAN; MUTI; ARAÚJO, 1999).

Segundo Antunes (2004), a alvenaria estrutural existe desde o advento da primeira civilização, com as pessoas buscando uma forma de organizar pedras e montra paredes. As primeiras Alvenarias feitas de pedra ou cerâmica seca ao sol exibiam grande espessura em suas obras mais espetaculares, devido ao desconhecimento das propriedades de resistência do material, e de procedimentos de cálculo racionais.

Nesse sentido, com base em estudos recentes comparando blocos cerâmicos com blocos de concreto, este trabalho leva em consideração bases de periódicos, livros, sites e experimentos já feitos e reconhecidos.

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

Quais tipos de blocos, cerâmico ou concreto, em relação à qualidade e economia, garante uma melhoria quando utilizados na alvenaria estrutural?

1.2 HIPÓTESES

A) Acredita-se que a utilização de blocos cerâmico na alvenaria estrutural garante uma obra mais econômica, quando comparado ao bloco de concreto.

B) Acredita-se que em construções de alvenaria estrutural, a utilização do bloco cerâmico apresenta uma melhoria em relação ao isolamento térmico e acústico.

1.3 OBJETIVOS GERAIS

Analisar comparativamente 2 sistemas construtivos utilizados no Brasil: levantamentos de alvenarias estrutural com blocos de concreto e com blocos cerâmico através de um estudo de caso de uma residência construída no município de Paracatu/MG.

1.3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

a) apresentar e destacar as vantagens e desvantagens do bloco estrutural de concreto;

b) apresentar e destacar as vantagens e desvantagens do bloco cerâmico estrutural;

c) realizar um estudo de caso de um projeto estrutural para comparação do custo entre o bloco de concreto e o bloco cerâmico estrutural.

1.4 JUSTIFICATIVA DO ESTUDO

De acordo com SABBATINI (1984), a alvenaria é um componente complexo utilizado na construção e conformado em obra, constituído por tijolos ou

blocos unidos entre si por juntas de argamassa, formando um conjunto rígido e coeso.

Portanto, cada construção possui suas especificações, bem como, qual bloco é mais indicado, evitar retrabalho e desperdícios, aumentar a facilidade de execução, melhorar qualidade e principalmente, executar uma obra racionalizada e econômica.

Sendo necessário o estudo de métodos que garanta a qualidade da obra, buscando-se identificar as melhores alternativas de opções de materiais a serem utilizados.

E com os resultados obtidos através da análise de dados pode-se ter uma visão coerente da qualidade dos blocos, garantindo escolher a melhor opção viável de material para o levantamento de alvenarias estrutural, por isso este trabalho é de suma importância.

1.5 METODOLOGIA DO ESTUDO

O presente trabalho é realizado através de uma pesquisa qualitativa, que tem como base sendo utilizados sites, livros, artigos científicos, resultando-se em uma revisão bibliográfica. Onde está sendo apresentadas tabelas, pesquisas e análise comparativa de dados sobre o assunto. (GODOY, 1995)

Os estudos denominados qualitativos têm como intuito fundamental o estudo e a análise do mundo empírico em seu ambiente natural. Nessa “abordagem valorizasse o contato direto e prolongado do pesquisador com o ambiente e a situação que está sendo estudada”. (GODOY, 1995).

Conforme afirma Godoy (1995), a abordagem qualitativa denominada pesquisa exploratória, é aquela em que a aplicação tem por finalidade a elaboração de instrumento de pesquisa de acordo com a realidade.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

Para atingir os objetivos apresentados, esta dissertação está dividida em cinco capítulos.

O primeiro deles é a introdução e apresenta os aspectos gerais sobre a alvenaria estrutural, problema de pesquisa, hipóteses, objetivos, justificativa e metodologia do estudo.

O segundo capítulo abrange a tipologia, resistência à compressão, absorção da água, vantagens e desvantagens do bloco estrutural de concreto.

O terceiro capítulo apresenta a tipologia, resistência à compressão, absorção da água, vantagens e desvantagens do bloco estrutural cerâmico.

O quarto capítulo apresenta o estudo de caso de uma residência construída no município de Paracatu/MG e compara o custo do bloco de concreto com o bloco cerâmico para essa residência.

E por fim, o quinto capítulo traz a conclusão e considerações finais.

2. BLOCO DE CONCRETO ESTRUTURAL

Uma das unidades mais utilizadas no Brasil para edificações de alvenaria estrutural são as unidades de concreto, que se deve de fato a algumas vantagens do bloco de concreto em relação às outras unidades, como por exemplo, esta unidade é fabricada em fôrma de aço, que existe uma maior precisão dimensional em sua fabricação, além disso, o concreto possui um módulo de elasticidade similar ao da junta da argamassa, isto é, aproxima a resistência da alvenaria à do bloco (RAMALHO e CORRÊA, 2003).

Figura 1. Bloco de concreto estrutural



O bloco de concreto é um material que proporciona uma estrutura esteticamente agradável e excelentes aplicações funcionais como, vedação, estrutural, térmica e acústica, devido à flexibilidade de diversas criações para atender padrões médios e altos em projetos. Os blocos foram criados em 1832 na Inglaterra com a finalidade de oferecer mais segurança em locais de grande importância como escolas, creches, hospitais e também residências. (FKCOMERCIO, 2011).

Os blocos são compostos por materiais porosos e é suscetível a variação de volume causado pela umidade e variações térmicas. Possuem materiais resistentes ao desgaste, são duráveis, não requerem revestimentos (FILHO, 2007). Na figura 2, temos o início de uma construção com bloco de concreto:

Figura 2. Construção com Bloco de concreto.



Fonte: www.quitaunablocos.com.br

2.1 TIPOLOGIA

As características dos blocos de concreto utilizados na alvenaria são definidas de acordo com a norma NBR 6136, existem vários tipos de blocos, sendo eles: bloco, meio bloco, canaleta, meia canaleta e hidráulico, etc., em questão os principais blocos com função estrutural comercializado atualmente apresentam as seguintes dimensões conforme a figura 3:

Figura 3. Família do Bloco de concreto



Fonte: www.Sahara.com.br

De acordo com a norma NBR 6136, Os blocos devem atender às dimensões padronizadas na tabela 1, que são classificadas como M-20 e M-15 e apresentar tolerância dimensional de 3 mm. Os blocos-padrão encontrados apresentam resistência à compressão de 6 a 15 Mpa, apenas em casos especiais, podem apresentar resistência superior a esses valores. E exige que a espessura mínima de quaisquer paredes dos blocos deve ser a indicada na tabela 2.

Tabela 1 – Dimensões padronizadas

Dimensões nominais (cm)	Designação	Dimensões padronizadas (mm)		
		Largura	Altura	Comprimento
20 x 20 x 40	M-20	190	190	390
20 x 20 x 20		190	190	190
15 x 20 x 40	M- 15	140	190	390
15 x 20 x 20		140	190	190

Fonte: adaptado da NBR 6136(2016).

Tabela 2 – Espessura mínima das paredes dos blocos

Designação	Paredes longitudinais (mm)	Paredes transversais	
		Paredes (mm)	Espessura equivalente (mm/m)
M-15	25	25	188
M-20	25	25	188

Fonte: adaptado da NBR 6136(2016).

O bloco se define como um elemento de alvenaria cuja área líquida é igual ou inferior a 75% da área bruta. Os blocos de classe AE são utilizados em paredes externas acima ou abaixo do nível do solo, podendo estar expostas à umidade ou intempérie sem receber revestimento de argamassa enquanto os blocos de Classe BE são utilizados acima do nível do solo. Além disso, devem ser revestidos e não devem estar expostas a intempéries (ABNT, NBR 6136).

Os blocos de concreto são classificados pela NBR 6136:2016, em classe A e B (figura 4). O bloco de Classe A, aplica-se em alvenarias externas sem revestimento, devendo o bloco possuir resistência característica a compressão superior a 6 Mpa, além da capacidade de vedação. Enquanto o bloco de classe B aplica-se em alvenarias internas ou externas com revestimento devendo possuir resistência característica a compressão de no mínimo 4,5 Mpa (Kalil, 2007).

Figura 4 – Família do Bloco de concreto A e B

Linha 39 - Classe A e B				Linha 29 - Classe A e B			
Código	Produto	Dimensões	Número de peças por pallet	Código	Produto	Dimensões	Número de peças por pallet
BE39/4 BE39/6 BE39/9		14x19x39cm	95 pçs	BE29/4 BE29/6 BE29/9		14x19x29cm	140 pçs
MBE19/4 MBE19/6 MBE19/9		14x19x19cm	190 pçs	MBE14/4 MBE14/6 MBE14/9		14x19x14cm	280 pçs
BE54/4 BE54/6 BE54/9		14x19x54cm	70 pçs	BE44/4 BE44/6 BE44/9		14x19x44cm	90 pçs
BE34/4 BE34/6 BE34/9		14x19x34cm	120 pçs	CE29/4 CE29/6 CE29/9		14x19x29cm	140 pçs
CE39/4 CE39/6 CE39/9		14x19x39cm	95 pçs	MCE14/4 MCE14/6 MCE14/9		14x19x14cm	280 pçs
MCE19/4 MCE19/6 MCE19/9		14x19x19cm	190 pçs				

Fonte: ABNT 6136 (2014)

De acordo com a norma NBR 6136 (ABNT, 2014), a escolha dos blocos de concreto é feita segundo o tipo de utilização, a partir de classes denominadas “A”, “B”, “C”, e “D”. Sendo essa última classe D, os blocos utilizados em alvenaria de vedação não tendo a função estrutural. Os blocos de concreto podem ser fabricados em diferentes modelos de geometria e com variação de resistência, porém é necessário que o fabricante siga e se atente as exigências mínimas da norma NBR 6136 (ABNT, 2014).

Figura 5. Família da classe C e D do bloco de concreto.

Linha 36,5 - Classe C			
Código	Produto	Dimensões	Número de peças por pallet
BE36,5		11,5x19x36,5cm	130 pçs
BE 24		11,5x19x24cm	200 pçs
BE11,5		11,5x19x11,5cm	416 pçs
CE 24		11,5x19x24cm	200 pçs

Linha Vedação - Classe D			
Código	Produto	Dimensões	Número de peças por pallet
BV 09		9x19x39cm	160 pçs
BV 39		14x19x39cm	95 pçs

Fonte: ABNT 6136, (2016)

2.2 RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO

A resistência é a capacidade que a parede de alvenaria possui de suportar as diversas ações mecânicas previstas em projeto. Esta resistência está diretamente ligada a alguns fatores como: características dos componentes e das juntas, aderência do conjunto, esbeltes da parede, ligação entre paredes, entre outros. A capacidade depende dos critérios de dosagem e influencia diretamente a resistência do bloco assim como o índice de absorção. A cura é um fator determinante na resistência a compressão dos blocos, a qual deve ser avaliada aos 28 dias. (FKCOMERCIO, 2011).

Os blocos são comercializados em classes de resistência que variam desde 4,5Mpa até 16MPa. A classe de resistência 4,5Mpa tem uso restrito ao uso em paredes com revestimento e não expostas às intempéries. Sua determinação deve atender as prescrições da NBR 6136. (FKCOMERCIO, 2011).

A determinação das propriedades mecânicas de um bloco de concreto segue de acordo com a norma NBR 12118: Blocos vazados de concreto simples para alvenaria, Métodos de ensaio. As maiores empresas fabricam blocos que apresentam uma média de resistência à compressão de 12 a 15 Mpa podendo atingir até 20 Mpa.

2.3 ABSORÇÃO DE ÁGUA

Está diretamente relacionada à impermeabilidade dos produtos, ao acréscimo imprevisto de peso à parede saturada e à durabilidade. A determinação da Absorção total de blocos de concreto estrutural é contemplada na NBR 6136. O índice de absorção é utilizado como um indicador de durabilidade. A absorção Individual de blocos de concreto deve ser menor ou igual a 10%. É influenciada pela porosidade dos blocos sendo mais alta para blocos mais porosos. Assim é importante encontrar o ponto de equilíbrio já que a absorção na quantidade certa favorece a penetração dos aglomerantes que ao endurecer tornam monolítico o conjunto blocos, argamassa, revestimento. (FKCOMERCIO, 2011).

Figura 6. Tabela requisitos para absorção da Água.

Classificação	Classe	Absorção %			
		Agregado normal		Agregado leve	
		Individual	Média	Individual	Média
Com função estrutural	A	≤ 9,0	≤ 8,0	≤ 16,0	≤ 13,0
	B	≤ 10,0	≤ 9,0		
Com ou sem função estrutural	C	≤ 11,0	≤ 10,0		

Fonte: adaptado de NBR 6136 (ABNT, 2016).

2.4 VANTAGENS DO BLOCO DE CONCRETO

Um dos sistemas construtivos de parede que vem conquistando o mercado é o bloco de concreto, devido as enormes vantagens do material utilizado em sua produção, são fortes e capazes de suportar cargas elevadas. Por esse motivo são mais utilizados na alvenaria estrutural. Uma das etapas mais importantes de qualquer obra feita de alvenaria estrutural é quando as paredes são levantadas, além de conterem as instalações elétricas e hidráulicas. Com o uso dos blocos de concreto, é possível erguer paredes que ofereçam todos esses benefícios de forma

simples e fácil. De acordo com comunidade da construção (2012) entre as principais vantagens do sistema estão:

- Velocidade de execução;
- Garantia de cumprimento de prazos;
- Industrialização do processo;
- Maior controle de qualidade;
- Qualificação da mão de obra;
- Eliminação do chapisco e reboco;
- Resistência ao fogo;
- Abertura exata de vãos;
- Conforto térmico e acústico, graças ao concreto celular.

2.5 DESVANTAGENS DO BLOCO DE CONCRETO

Assim como qualquer outro material de construção civil, os blocos de concreto possuem suas desvantagens. De acordo com comunidade de construção (2012), as desvantagens são:

- Custo do material;
- Estrago com água e perfuração;
- Dificuldade com novas instalações;
- Possuem um custo e impacto ambiental maior, já que em sua produção é utilizado o cimento, cujo processo de fabricação emite uma maior quantidade de poluentes;
- Por serem maiores, são mais pesados, dificultando e encarecendo o seu transporte e manuseio.

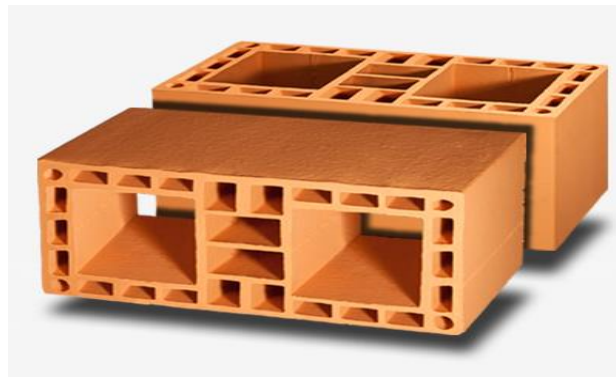
3. BLOCO CERÂMICO ESTRUTURAL

Um dos artefatos mais antigos e mais utilizados da construção civil, o bloco cerâmico (tijolo) teve sua origem há mais de 10 mil anos. Há relato que o tijolo vem sendo utilizado como material de construção nas mais diversas residências desde 4000 AC, por possuir matéria prima em grande quantidade e de fácil acesso, a argila. As telhas cerâmicas, conhecidas também como tijolos, são feitas de argila,

com ou sem aditivos, que apresentam coloração avermelhada. Durante a fabricação, a queima ocorre em altas temperaturas (BARBOSA, 2011).

Nas grandes civilizações iniciaram construções de templos, muralhas e moradias. As construções eram realizadas de maneiras simples, com blocos feitos de argila, que eram expostos à incidência solar (GLANCEY, 2001).

Figura 7. Bloco cerâmico estrutural.



Fonte: www.ceramicapalmadeouro.com.br

Figura 8. Construção com bloco cerâmico



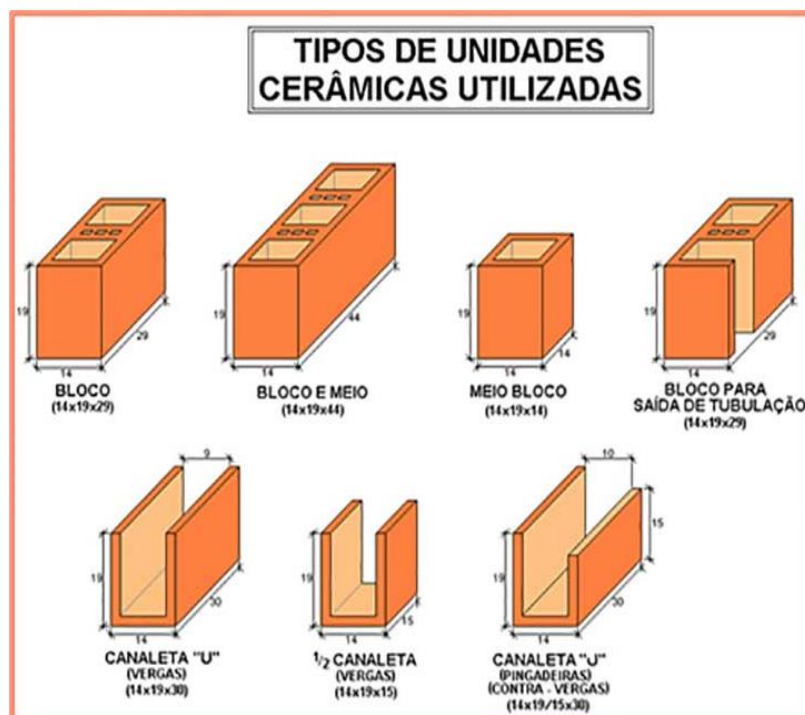
Fonte: www.engenharia360.com.br

3.1 TIPOLOGIA

A norma ABNT NBR 15270 define os termos e fixa os requisitos dimensionais, físicos e mecânicos exigíveis no recebimento de blocos cerâmicos estruturais a serem utilizados em obras de alvenaria estrutural, com ou sem revestimento. O bloco cerâmico estrutural é um componente da alvenaria estrutural que possui furos prismáticos perpendiculares às faces que os contêm. E são classificados em:

- Bloco cerâmico estrutural de paredes vazadas: Componente da alvenaria estrutural com paredes vazadas, empregado na alvenaria estrutural não armada, armada e protendida.
- Bloco cerâmico estrutural com paredes maciças: Componente da alvenaria estrutural cujas paredes externas são maciças e as internas podem ser paredes maciças ou vazadas, empregado na alvenaria estrutural não armada, armada e protendida.
- Bloco cerâmico estrutural perfurado: Componente da alvenaria estrutural cujos vazados são distribuídos em toda a sua face de assentamento, empregado na alvenaria estrutural não armada.

Figura 9. Tipos de Bloco cerâmico estrutural.



De acordo com a norma NBR 15270-2 Os blocos cerâmico estruturais devem atender às dimensões padronizadas na figura 10.

Figura 10. Tabela de dimensões de fabricação de blocos cerâmico estruturais.

Dimensões L x H x C Módulo Dimensional M = 10 cm	Dimensões de Fabricação (cm)					
	Largura (L)	Altura (H)	Comprimento (C)			
			Bloco principal	1/2 Bloco	Amarração (L)	Amarração (T)
(5/4M) x (5/4M) x (5/2M)	11,5	11,5	24	11,5	-	36,5
(5/4M) x (2M) x (5/2M)		19	24	11,5	-	36,5
(5/4M) x (2M) x (3M)			29	14	26,5	41,5
(5/4M) x (2M) x (4M)			39	19	31,5	51,5
(3/2M) x (2M) x (3M)	14	19	29	14	-	44
(3/2M) x (2M) x (4M)			39	19	34	54
(2M) x (2M) x (3M)	19	19	29	14	34	49
(2M) x (2M) x (4M)			39	19	-	59

Bloco L – bloco para amarração em paredes em L.
Bloco T – bloco para amarração em paredes em T.

Fonte: ABNT 15270-2 (2005)

Figura 11. Tolerâncias dimensionais relacionadas às medições individuais.

Grandezas controladas	Tolerância mm
Largura (L)	± 5
Altura (H)	
Comprimento (C)	

Fonte: ABNT 15270-2 (2005)

Figura 12. Tolerâncias dimensionais relacionadas à média.

Grandezas controladas	Tolerância mm
Largura (L)	± 3
Altura (H)	
Comprimento (C)	

Fonte: ABNT 15270-2 (2005)

De acordo com a norma ABNT NBR 15270-2 na fabricação do bloco cerâmico estrutural, são utilizados dois tipos de argila: a vermelha e a preta, ambas retiradas de jazidas devidamente legalizadas. Como os blocos cerâmico furados são facilmente fabricados, os mesmos são encontrados com facilidade em todos os lugares do Brasil, e apresentam custos relativos em conta e competitivo no mercado.

Figura 13. Extração da Argila.



Fonte: argosfoto (2005)

Na alvenaria estrutural são utilizados blocos perfurados ou blocos com paredes maciças ou furadas. Em todos estes casos, a relação entre área líquida e bruta deve ser menor que 75%. Caso contrário o bloco é considerado maciço. Entretanto em geral esta relação está em torno de 50%.

3.2 RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO

A resistência do bloco (fbk) depende dos materiais primas utilizados na fabricação do bloco assim como do processo de queima. Em geral, considera-se a resistência como um indicador de qualidade do bloco. Devido à importância deste parâmetro, a norma define o procedimento a ser utilizado para estimar a resistência à compressão de um lote. O valor de resistência mínima para bloco estrutural é 3 MPa, sendo a resistência de 6 MPa o valor mais comum no mercado. A demanda por prédios mais altos tem incentivado algumas fábricas a disponibilizarem blocos de 10, 15 e 18 Mpa. (UFGRS, 2012)

3.3 ABSORÇÃO DE ÁGUA

O índice de absorção permite definir a quantidade de água que um bloco é capaz de absorver e serve como um indicador de qualidade também. O índice representa a proporção, em relação a sua massa é capaz de absorver. É um indicador importante, pois a penetração de água e outros agentes agressivos por absorção levam a várias patologias e deve ser controlado. A norma estabelece os requisitos para seu uso na alvenaria estrutural. (UFRGS, 2012)

Os blocos, quando assentados entram em contato com a argamassa em estado plástico, que contem a quantidade de água necessária para garantir a trabalhabilidade no assentamento e a hidratação correta do cimento. O bloco ao absorver parte da água da mistura pode prejudicar o processo de hidratação. Para prevenir estes problemas a norma estabelece um índice de absorção de água inicial (AAI) que mede a capacidade de absorção inicial, fixando os valores aceitáveis para garantir o processo de hidratação. (UFRGS, 2012)

A absorção inicial representa a quantidade de água, absorvida por capilaridade através de uma área padrão de 193,55 cm², em 1 mm, por um bloco imerso 3mm em água. Este valor deve estar entre 5 e 25g/mm/Área padrão. (UFRGS, 2012)

3.4 VANTAGENS DO BLOCO CERÂMICO

Com o desenvolvimento tecnológico na produção dos blocos cerâmico estruturais, proporcionam ainda mais a difusão de um dos sistemas construtivos mais antigos da humanidade. Os blocos cerâmico estão disponíveis nos mais diversos tamanhos e podem exercer várias funções na construção civil. De acordo com a comunidade da construção (2012), algumas vantagens do uso de bloco cerâmico estrutural, são:

- Possui um menor peso, o que proporciona maior produtividade da mão de obra;
- Proporciona um conforto térmico superior, gerando um imóvel mais confortável e equilibrado entre frio e calor;
- Possui um alto desempenho acústico, sendo à prova de som;
- Absorve menos umidade;

- Seu isolamento acústico, havendo a separação sonora entre os cômodos mais eficaz;
- Favorece um layout mais flexível, devido a sua geometria diversificada, e diminui o volume de uso de graute em até 44%.

3.5 DESVANTAGENS DO BLOCO CERÂMICO

Parsekian e Soares os blocos cerâmico representam de 80% a 95% do volume de alvenaria, que tem como função vedar e resistir a todas as cargas verticais na alvenaria, já que é a própria estrutura da construção, seja ela uma casa, edifício ou uma obra industrial. Dessa forma, algumas desvantagens do bloco de cerâmica são:

- Requer um investimento maior por causa de sua imperfeição necessitando de um revestimento mais elevado;
- Apresenta menor resistência mecânica;
- É mais frágil e, por isso, quebra com maior frequência se não for manejado corretamente.

4. ESTUDO DE CASO: CÁLCULO DO CUSTO DOS BLOCOS PARA CONSTRUÇÃO DE UMA RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR EM PARACATU/MG

O estudo de caso trata de uma residência unifamiliar construída no município de Paracatu/MG. Essa residência tem 50,25m² de área estrutural, paredes estruturais em todo o perímetro externo e uma parede central estrutural. As demais paredes da residência são construídas com blocos de vedação. O projeto consta no Anexo 1 deste trabalho.

O presente estudo prevê uma comparação do custo para a construção entre os dois tipos de sistemas construtivos: alvenaria estrutural com blocos cerâmico e com blocos de concreto para um mesmo projeto estrutural.

Foram escolhidas duas empresas: Legran pré-moldados de Uberlândia/MG – certificada pela ABCP (Associação Brasileira de Cimento Portland) - e a outra, Cerâmica Braúnas, de Braúnas/MG – certificada pela ANICER (Associação Nacional da Indústria Cerâmica).

Como parâmetro de comparação este trabalho utilizou apenas o custo com os blocos, pois os demais elementos estruturais não sofrem alterações significativas que impactem no custo final da estrutura.

4.1 BLOCOS DE CONCRETO

A Tabela a seguir refere-se ao custo do Bloco de concreto para a construção.

Tabela 3. Orçamento dos Blocos de concreto

Blocos inteiros	14 x 19 X 39	R\$ 4,39	921	R\$ 4.043,19
Meio bloco	14 x 19 x 19	R\$ 2,90	103	R\$ 298,70
Bloco compensador	14 x 7 x 19	R\$ 2,55	68	R\$ 173,40
Bloco compensador	14 x 14 x 19	R\$ 2,46	45	R\$ 110,70
Bloco compensador	14 x 9 x 19	R\$ 2,72	7	R\$ 19,04
Bloco compensador	14 x 4 x 19	R\$ 4,72	18	R\$ 84,96
Bloco compensador	14 x 11 x 19	R\$ 2,42	14	R\$ 33,88
Bloco canaleta	14 x 29 x 19	R\$ 4,09	159	R\$ 650,31
Total				R\$ 5.414,18

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

4.2 BLOCOS CERÂMICOS

A tabela a seguir refere-se ao custo do Bloco cerâmico para a construção.

Tabela 4. Orçamento dos blocos cerâmico

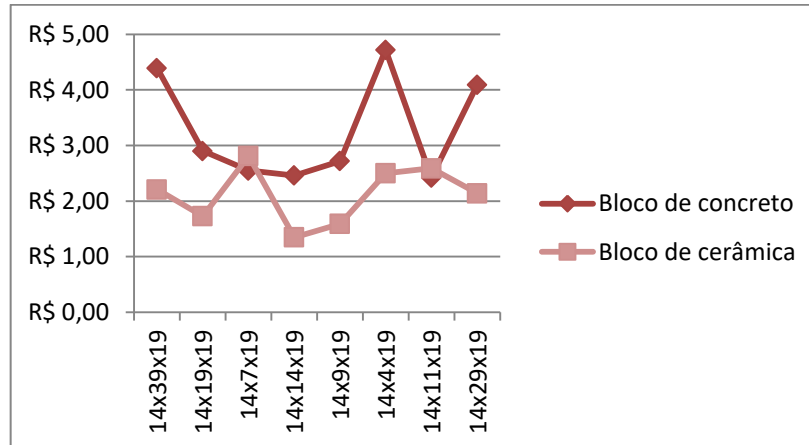
Blocos inteiros	14x39x19	R\$ 2,21	921	R\$ 2.035,41
Meio Bloco	14x19x19	R\$ 1,73	103	R\$ 178,19
Bloco compensador	14x7x19	R\$ 2,81	68	R\$ 191,08
Bloco compensador	14x14x19	R\$ 1,35	45	R\$ 60,75
Bloco compensador	14x9x19	R\$ 1,59	7	R\$ 11,13
Bloco compensador	14x4x19	R\$ 2,50	18	R\$ 45,00
Bloco compensador	14x11x19	R\$ 2,59	14	R\$ 36,26
Bloco canaleta	14x29x19	R\$ 2,14	159	R\$ 340,26
Total				R\$ 2.898,08

Fonte: Elaborado pelo Autor, 2022.

O mercado oferece diversas opções de blocos feitos com diferentes formatos e tamanhos. Eles são, em grande parte, responsáveis pela qualidade da construção e pelos gastos gerados na obra. Por isso, é preciso avaliar a relação custo-benefício.

De acordo com o estudo, pode-se observar a diferença entre valores de determinados produtos é significativa. Como por exemplo, o bloco de concreto 14x19x39 é o dobro de custo do de cerâmica.

Tabela 5 – Gráfico de custo dos produtos por und.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2022.

O metro quadrado de uma parede de alvenaria estrutural com blocos cerâmico ou de concreto exige aproximadamente 13 blocos, ou seja, para o metro quadrado de Bloco de concreto o preço seria em torno de R\$ 57,07, enquanto de Bloco cerâmico sairia por R\$ 28,73.

Na alvenaria pronta, para a residência de 50,25m² em estudo, o sistema de alvenaria estrutural com Bloco de concreto teve um custo final de R\$ 5.414,18, a alvenaria estrutural com bloco cerâmico teve um custo final de R\$ 2.898,08, ou seja, o bloco cerâmico teve aproximadamente 53% de economia em relação ao bloco de concreto, com a redução de R\$ 2.515,10.

O bloco cerâmico, além do custo reduzido em comparação ao outro bloco de concreto, é mais leve do que o de concreto e, por isso, ele colabora para uma maior produtividade na execução da obra, porque ele pesa aproximadamente a metade dos equivalentes em concreto, o que facilita o transporte, manuseio e sua utilização.

Mesmo analisando-se apenas as etapas de estrutura, percebe-se a vantagem econômica do sistema construído com blocos cerâmico em relação ao de concreto.

Porém o que torna inviável nesse estudo é o custo do frete ser maior que o custo do produto. Em relação ao bloco de concreto o frete sairia por R\$ 21.341,84, ou seja, o valor total sairia por R\$26.756,02. E o Bloco cerâmico sairia por R\$

13.188,25, ou seja, o valor total sairia por R\$16.086,33. Percebe-se a grande diferença de valores.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a análise comparativa dos dois sistemas construtivos através do estudo de custo, pode-se afirmar que o sistema construtivo Cerâmico é o mais viável economicamente para a construção do projeto, tendo em vista que apresentou a metade do valor do bloco de concreto e obteve melhores resultados quando comparado ao sistema de alvenaria de concreto, bem como, conforto térmico e acústico.

Em relação ao bloco cerâmico, o bloco de concreto é maior e mais pesado, entretanto, por ser maior, há um ganho de tempo na obra, pois o tempo assentamento dos blocos será menor. Já o de cerâmica, é mais leve, o que garante uma execução de obra mais rápida e eficiente.

Apesar de ser mais barato que o bloco de concreto, o bloco cerâmico é mais frágil e pode ter uma porcentagem de perda maior, pois quebra com mais facilidade. Por isso exige maiores cuidados no transporte, armazenamento e manuseio do material.

Proporciona um conforto térmico superior, gerando um imóvel mais confortável e equilibrado entre frio e calor, Devido ao seu material, ele é capaz de oferecer maior conforto acústico e térmico. Isso por conta de um coeficiente de condutibilidade térmica que é três vezes menor que o bloco de concreto, proporcionando maior conforto.

O bloco de concreto possui um custo e impacto ambiental maior, já que em sua produção é utilizado o cimento, cujo processo de fabricação emite uma maior quantidade de poluentes. Já o bloco de cerâmica são modelos mais sustentáveis, 100% reciclável, e podem ser reutilizados para a criação de novas peças, além de serem mais eficientes e seguros para qualquer tipo de empreendimento. A Anicer aponta que os blocos cerâmicos usam 24% menos de água em um metro quadrado de parede. E até 7% menos de uma parede de concreto que foi moldada no próprio local. Ademais, o bloco de cerâmica demanda menos tempo para ser assentado e, como resultado, confere maior rapidez e economia à construção.

Porém o que deixa a desejar é o custo do frete, que terá um impacto maior em relação ao produto por ser mais caro do que o próprio material. Portanto,

recomenda-se pesquisar empresas/lojas mais próximas da localização da obra, que consequentemente o frete sairá mais barato.

Mas, a escolha vai variar também de outros fatores, como região, qualidade da mão de obra, tipologia da edificação e preços, tanto do material como da mão de obra. O importante é analisar todas as opções e escolher a que mais se encaixa dentro das suas expectativas e necessidades.

REFERÊNCIAS

ALVENARIA ESTRUTURAL. UFRGS, 2012. Disponível em: https://lume-re-demonstracao.ufrgs.br/alvenaria-estrutural/blocos_concreto.php

Acesso em: 08 de novembro de 2022.

ANTUNES, B. Alvenaria estrutural: sistema em evolução. Revista construção Mercado. São Paulo, n.31, p.151, dez.2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Blocos vazados de concreto – Requisitos. ABNT NBR 6136, Rio de Janeiro 2016. 17p

BARBOSA, F. B.; JOHN, L. M.;SILVA, V. E.;SILVA, E. C.R. Um comparativo entre os blocos cerâmicos utilizados nas edificações de Caruaru: estudos preliminares. Instituto Federal de Pernambuco, Curuaru-PE. 2011

COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO. Parede de Concreto. Disponível em: <<http://www.comunidadeconstrucao.com.br/sistemasconstrutivos/2/vantagens/viabilidade/20/vantagens.html>>. Acesso em: 10 mar. 2022.

FILHO, S.A.A.J. Blocos de concreto para alvenaria em construção industrializada. São Carlos, 2007.

FKCOMERCIO. Blocos de Concreto. 2011. Disponível em: Acessado em 03 de junho de 2022.

GLANCEY, J. A história da arquitetura. Tradução Luís Carlos Borges e Marcos Marcionilo. São Paulo: Loyola, 2001. 240p.

GODOY, Arilda Schmidt. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. RAE - Revista de Administração de Empresas, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 57-63, 1995.

KALIL, S. M. B. Apostila de Alvenaria Estrutural. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 2007.

_____: NBR 12118: Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – Métodos de ensaio. Disponível em: <https://www.docsity.com/pt/nbr-12118-2013-blocos-vazados-de-concreto-simples-para-alvenaria/4879669/>.

Acesso em: 01 de novembro de 2022.

_____: NBR 6136:2014. Blocos Vazados de Concreto Simples para Alvenaria-Requisitos. Disponível em: <http://docslide.com.br/documents/nbr-6136-2014>. Acesso em: 14 de maio de 2022.

_____. NBR 15270-1 – Componentes cerâmicos – Parte 1: Blocos cerâmicos para alvenaria de vedação – terminologia e requisitos. Rio de Janeiro, 2005

_____. NBR 15270-2 – Componentes cerâmicos – Parte 2: Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural – terminologia e requisitos. Rio de Janeiro, 2005.

RAMALHO. M.A, CORRÊA M.R.S. Projeto de edifícios de alvenaria estrutural. São Paulo. Pini,2003. p169..

PARSEKIAN, G.A; SOARES, M.M. Alvenaria estrutural em blocos cerâmicos: projeto, execução e controle. São Paulo: O Nome da Rosa, 2010.

ROMAN, H.R.; ARAÚJO, H.N.; MUTTI, C.N. Construindo em alvenaria estrutural. Florianópolis: editora da UFSC, 1999.

SABBATINI, Fernando Henrique. Processo construtivo de edifícios de alvenaria estrutural sílico-calcária. 1984. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo 1984. doi:10.11606/D.3.2017.tde-24082017-091234. Acesso em: 18.05.2022.

Anexo 1 – Projeto Estrutural

