

Feasibility analysis of buildings in structural masonry in concrete block and ceramic block

Vieira, D. P. ¹.

Graduando, Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil

FERREIRA JR, E. L. ²

Professor Me., Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil

¹ vieira.dpv@outlook.com; ² epaminondas@pucgoias.edu.br

RESUMO: A alvenaria estrutural é uma das soluções construtivas mais utilizadas atualmente no Brasil, neste sistema as paredes são denominadas como elementos portantes, que são constituídos de unidades - blocos, estando entre os principais materiais os blocos de concreto e os blocos cerâmicos. As principais características desejáveis dos blocos a serem utilizados são vedação, resistência à compressão, resistência ao fogo, durabilidade, estabilidade dimensional, aderência à argamassa, absorção de água e modulação. Portanto, para um projeto, deve-se analisar quais os tipos de blocos que melhor se encaixam no objetivo final. Além disto, o tipo de bloco utilizado pode impactar consideravelmente o custo total de um projeto. O presente trabalho apresentou um estudo comparativo entre blocos de concreto e blocos cerâmicos empregados na alvenaria estrutural. Através de revisão de literatura, foram apresentadas as características de cada um dos blocos, apontando suas similaridades e diferenças e comparando-os em relação à sua aplicação e desempenho na construção civil. Ademais, realizou-se a comparação entre os custos para a execução de um projeto utilizando blocos de concreto e blocos cerâmicos estruturais.

Palavras-chaves: bloco de concreto, bloco cerâmico, alvenaria estrutural, comparativo.

ABSTRACT: Structural masonry is one of the most used constructive solutions currently in Brazil, in this system the walls are called bearing elements, which are made up of units - blocks or bricks, with concrete blocks and ceramic blocks being among the main materials. The main desirable characteristics of the blocks to be used are sealing, resistance to compression, resistance to fire, durability, dimensional stability, adherence to mortar, water absorption and modulation. Therefore, for a project, one must analyze which types of blocks best fit the final objective. In addition, the type of block used can significantly impact the total cost of a project. The present work presented a comparative study between concrete blocks and ceramic blocks used in structural masonry. Through a literature review, the characteristics of each of the blocks were presented, pointing out their similarities and differences and comparing them in relation to their application and performance in civil construction. Furthermore, a comparison was made between the costs for the execution of a project using concrete blocks and structural ceramic blocks.

Keywords: concrete block, ceramic block, structural masonry, comparative.

Área de Concentração: 01 – Construção Civil.

1 INTRODUÇÃO

A alvenaria estrutural, é uma das alternativas construtivas mais utilizadas atualmente, começou a ser

introduzida no Brasil, a partir dos anos 1960 por conta dos investimentos em moradias populares realizados pelo Banco Nacional de Habitação (BNH) e pela criação de normas técnicas específicas (ABCI, 1990). O sistema ganhou força no início dos anos 1980 com a difusão dos blocos cerâmicos vazados, que permitiam a

passagem das instalações elétricas e tubulações. Além disso, o sistema foi impulsionado pela parceria entre universidades e empresas, o que possibilitou a criação de materiais e equipamentos nacionais para a sua produção, no início dos anos 1990 (MOHAMAD *et al*, 2017).

Conforme exposto por CAVALHEIRO (1998), a alvenaria estrutural é um dos sistemas construtivos alternativos mais compatíveis com as condições da cultura construtiva brasileira, quando comparada com os diversos sistemas construtivos introduzidos aqui nas últimas décadas, pois permite absorção e adequação da mão-de-obra, além da possibilidade de racionalização e diminuição de custos. Ainda conforme o autor, fatores como economia, segurança, qualidade e rapidez de execução possibilitam que o sistema seja utilizado em obras de diversos padrões populares ou mais elevados.

Entende-se por alvenaria estrutural o processo construtivo no qual os elementos que desempenham a função estrutural são de alvenaria, sendo dimensionados e executados para resistir aos carregamentos (CAMACHO, 2006). Em alvenaria estrutural não há a utilização de pilares e vigas, uma vez que as paredes constituem a estrutura da edificação, distribuindo as cargas de maneira uniforme ao longo da fundação e realizando a vedação da edificação (TAUIL e NESSE, 2010).

Com a ausência de pilares e vigas, pode-se reduzir ou eliminar materiais da obra como madeira e aço, sem comprometer a estrutura, além de haver redução de concreto, assim como redução do tempo (CICHINELLI, 2013). Entre as vantagens desse modelo, pode-se citar a limpeza do canteiro de obras, redução de armaduras e formas, otimização no tempo de execução e redução do número de profissionais no canteiro de obras. Porém como desvantagens apresenta a restrição quanto à possibilidade de modificações, limitação de vãos livres e a não indicação de vão em balanço (MOHAMAD *et al*, 2020).

Na alvenaria estrutural, as paredes são chamadas de elementos portantes, constituídos por unidades de alvenaria ligadas por juntas de argamassa. Esse tipo de alvenaria é resistente a outras cargas além do seu peso próprio e deve apresentar as funções de resistência às forças do vento, resistência às cargas verticais, bom desempenho contra a ação do fogo, isolamento acústico, isolamento térmico e proporcionar estanqueidade à água da chuva e ao ar (CICHINELLI, 2013).

As unidades de alvenaria são dadas por blocos ou tijolos industrializados e modulados, em forma de paralelepípedo, vazados ou não. Esses elementos podem ser fabricados em diversos tipos de materiais,

entre eles pode-se ter os blocos de concreto e os blocos cerâmicos (CAVALHEIRO, 1998). Possuem como principais características resistência à compressão, estabilidade dimensional, vedação e absorção adequada.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Blocos de Concreto

O bloco de concreto é um elemento estrutural vazado fabricado por indústrias de pré-fabricação de concreto em diversas dimensões e resistências à compressão (MOHAMAD, 2020). Conforme a ABNT NBR 6136:2016, bloco vazado de concreto simples é o componente de alvenaria que possui área líquida igual ou inferior a 75% da área bruta. Devem ser produzidos com concreto constituído de cimento Portland, agregados e água; sendo que a água utilizada deve ser limpa e isenta de produtos que possam comprometer a hidratação do cimento. Devem ainda, ser produzidos e curados através de processos que garantam a obtenção de um concreto devidamente homogêneo e compacto, não apresentando trincas e imperfeições que são responsáveis pelo comprometimento das características mecânicas dos blocos.

Tanto o bloco estrutural quanto o de vedação, são feitos com máquinas manuais, pneumáticas ou hidráulicas, geralmente com a máquina manual não se consegue ter uma boa prensa fazendo com que o bloco não atinja a resistência exigida para ser chamado de bloco estrutural. O processo de fabricação é muito simples, depois de fazer a mistura e hidratação dos agregados graúdos e miúdos, coloca-se o mesmo nas formas das dimensões pretendidas e exigidas em projeto, faz a vibração e logo após a compressão do agregado. Após essa compressão, o bloco deve começar o período de cura, sendo necessário que o fabricante o hidrate de forma adequada e não pode ficar exposto ao tempo.

Eles podem ser classificados em:

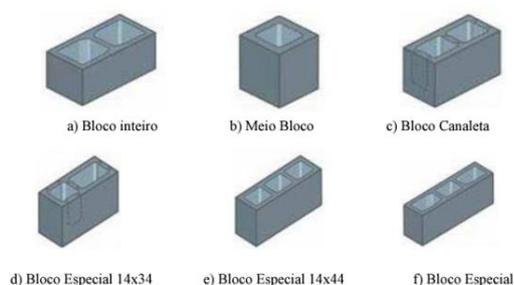
Classe A: blocos com ou sem função estrutural, para uso em elementos de alvenaria abaixo ou acima do solo;

Classe B: blocos com função estrutural, para uso em elementos de alvenaria acima do nível do solo;

Classe C: blocos com e sem função estrutural, para uso em elementos de alvenaria acima do nível do solo.

A Figura 1, mostra os principais tipos de bloco de concreto utilizados em alvenaria estrutural.

Figura 1 – Tipos de bloco de concreto



Fonte: CAMACHO, 2006.

As propriedades mecânicas estão condicionadas a uma série de fatores como composição do bloco, unidade dos materiais utilizados na moldagem, grau de compactação e método de cura empregado. Com relação à resistência à compressão, o valor mínimo deve corresponder à 4,5 MPa, exceto blocos da classe C, cuja resistência deve ser maior ou igual a 3,0 MPa.

A regulamentação do uso de blocos de concreto é dada pelas normas NBR 6136:2016 (Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – Requisitos) e NBR 12118:2014 (Blocos vazados de concreto simples para alvenaria - Métodos de ensaios). A NBR 6163 normatiza também, as dimensões que os blocos de concreto devem possuir, conforme demonstrado pela Tabela 1 apresentada no Anexo A, com relação ao valor, os blocos de concreto custam em média de R\$ 2,40 a R\$ 7,00 reais a peça, conforme pesquisa realizada entre os meses de abril e maio na cidade de Goiânia e região metropolitana.

Os blocos de concreto, apresentam como maior impacto a extração direta de recursos naturais para a sua produção, além de que dependem do uso de maquinários na sua fabricação, o que leva ao uso de combustíveis não renováveis emissores de CO₂. O alto forno também requer muita energia para a produção de cimento.

2.2 Blocos Cerâmicos

Conforme definição da ABNT NBR 15270-2:2017, bloco cerâmico estrutural é o componente da alvenaria estrutural que possui furos prismáticos perpendiculares às faces que os contêm, sendo produzidos para serem assentados com furos na vertical. Deve ser fabricado por conformação plástica de matéria-prima argilosa, contendo ou não aditivos, e queimado em elevadas temperaturas.

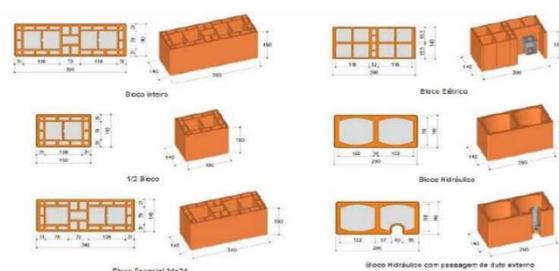
Os blocos cerâmicos não devem possuir falhas em características visuais, como trincas, quebrados, irregularidades e deformações, pois estes defeitos afetam a resistência desses elementos, diminuindo-a. Com relação às propriedades geométricas, os mesmos

devem possuir o formato prismático reto, sendo o nível de uniformidade proporcional à sua qualidade. Já em relação às propriedades físicas e mecânicas, o índice de absorção de água deve estar compreendido entre 8% e 22%, e a resistência característica à compressão não deve ser menor que de 3,0 MPa referida na área bruta (MOHAMAD, 2017).

Eles podem ser classificados nos seguintes tipos: blocos com paredes vazadas, blocos com paredes maciças, blocos com paredes maciças (parte interna vazada) e blocos perfurados.

A Figura 2, apresenta os principais blocos cerâmicos estruturais utilizados.

Figura 2 – Tipos de blocos cerâmicos



Fonte: Pauluzzi Produtos Cerâmicos LTDA, 2007.

As normas técnicas empregadas para a utilização dos blocos cerâmicos são NBR 15270-1:2017 (Componentes cerâmicos - blocos e tijolos para alvenaria. Parte 1: Requisitos) e NBR 15270-2:2017 (Componentes cerâmicos - Blocos e tijolos para alvenaria. Parte 2: Métodos de ensaios). As dimensões dos blocos cerâmicos seguem na Tabela 2 Anexo B. A respeito dos valores de custo, o bloco cerâmico custa em torno de R\$ 2,00 a R\$ 7,70 a peça, conforme pesquisa realizada entre os meses de abril e maio na cidade de Goiânia e região metropolitana.

Os blocos cerâmicos, por necessitarem de passar pelo processo de queima para sua produção, demandam o uso de gás natural e de gás liquefeito de petróleo (GLP), materiais estes responsáveis por grandes impactos atmosféricos. Portanto, este tipo de bloco, conforme OLIVEIRA e MAGANHA (2006), é um dos métodos ecologicamente menos indicados. Estão entre os fatores de maior importância com relação aos impactos dos blocos cerâmicos a degradação ambiental, que se dá por conta da queima de lenha para a produção, além da emissão de fuligem, cinzas e gás carbônico (CARVALHO, et al., 2020).

2.3 Concepção Arquitetônica e Funcionalidade

Os blocos cerâmicos e os blocos de concreto são os tipos mais utilizados no Brasil. Por exemplo, no estado de São Paulo, o tipo mais utilizado é o bloco de concreto, enquanto no estado do Rio Grande do Sul utiliza-se principalmente o bloco cerâmico, uma vez que essa região conta com cerâmica de boa qualidade com preço inferior ao concreto. Todavia, cada um dos tipos de blocos possui suas peculiaridades, entre elas na concepção arquitetônica dos projetos e em sua funcionalidade. Entre as principais características esperadas dos blocos a serem utilizados são vedação, resistência à compressão, resistência ao fogo, durabilidade, estabilidade dimensional, aderência à argamassa, absorção de água e modulação.

As dimensões dos blocos devem seguir uma padronização, pois as características geométricas dos blocos definem os módulos verticais e horizontais da alvenaria, e quando em conjunto com a argamassa determinam a resistência à tração e à compressão. A padronização nas medidas do bloco é fundamental visto que, se houver variação na largura dos blocos, torna-se necessário aplicar uma camada maior de revestimento para compensar a diferença de espessura da parede, o que conseqüentemente leva a um aumento dos custos da obra. Se ocorre variação no comprimento ou na altura, tem-se o comprometimento das juntas de argamassas tanto horizontais como verticais, o que pode causar prejuízos à resistência ao cisalhamento e à compressão, além de alterações no pé direito e modulação da parede (PARSEKIAN & SOARES, 2010).

Portanto, para um projeto, deve-se analisar quais as dimensões dos blocos que melhor se encaixam no objetivo final. Os blocos de concreto possuem dimensões mais precisas, resultando em maior produtividade na execução e diminuição dos custos com revestimento. Além disso, por possuir dimensões maiores em comparação a outros tipos de blocos, o bloco de concreto permite uma maior agilidade na execução da obra, pois o levantamento da alvenaria ocorre de maneira mais rápida. Contudo, os blocos cerâmicos apresentam maior gama de modelos, com maior variedade de dimensões e disposição dos furos, além de serem mais leves o que torna mais fácil o transporte no canteiro de obras, o manuseio e a execução da alvenaria, porém os blocos cerâmicos quebram com maior facilidade.

Um outro critério a ser analisado no projeto de escolha do bloco a ser utilizado concerne à questão do peso. O peso da alvenaria impacta de forma direta na carga que será exercida sobre a estrutura, logo impactará no custo de produção. A diferença entre os pesos dos dois tipos de blocos aqui abordados é de cerca de 49,48%, tendo

o bloco cerâmico peso de 76,40 kg/m² e o bloco de concreto peso de 154,40 kg/m² (MARTINS, 2020).

Outra propriedade importante nos blocos construtivos é o índice de absorção de água, que mensura de forma indireta a porosidade do bloco, sendo esse índice um ótimo indicador da qualidade do material. Os blocos que possuem um índice de absorção de água menor são mais resistentes e possuem uma melhor durabilidade.

Com relação à estanqueidade, em paredes sem revestimento, o bloco cerâmico apresenta menor resistência nas juntas e maior resistência no corpo do bloco. Esse fato ocorre por conta do processo de extrusão pelo qual os blocos cerâmicos são submetidos, que influencia na absorção da umidade por resultar em faces com porosidades variadas. Ensaio mostram que em paredes sem revestimento, a percolação em blocos de concreto ocorre nos próprios blocos, enquanto isso nos blocos cerâmicos a percolação se deu pelas juntas da argamassa (HATTGE, 2004; SANTOS, 1998).

As principais características dos blocos de concreto são a resistência à compressão, alta durabilidade, resistência à umidade, resistência à infiltrações de chuvas, controle da migração de vapor, regulação da condensação, resistência à movimentação térmica, resistência à ação do vento, isolamento térmico e acústico. Além disso, leva menos tempo para assentamento e revestimento, podendo até dispensar o uso de revestimento da parede, redução na quantidade de argamassa (GONÇALVES, 2016). Os blocos de concreto podem ser utilizados tanto em áreas internas como externas. Para o uso dos blocos de concreto, o projeto deve ser minuciosamente detalhado, especificando dentre outros elementos, a locação dos pontos de grauteamento, as dimensões de vãos, as elevações, localização das esquadrias, locais de passagens de dutos elétricos e dutos hidrossanitários. Alterações posteriores no projeto original torna-se mais complicadas, uma vez que as paredes após levantadas não podem mais serem escavadas para a passagem de novos tubos e fiações e até mesmo para a manutenção das instalações.

As principais características dos blocos cerâmicos são a resistência à compressão, estabilidade e precisão dimensional, resistência à penetração de água pluvial, resistência ao fogo, isolamento acústico, isolamento térmico e uma boa estética (PARSEKIAN & SOARES, 2010). Geralmente os blocos cerâmicos auxiliam na redução da propagação de sons e calor, além de normalmente possuírem paredes externas e internas com superfícies lisas, o que facilita o acabamento da alvenaria, reduzindo custos com revestimento.

Quando comparada ao uso de blocos de concreto, a alvenaria estrutural feita com blocos cerâmicos oferece

algumas vantagens, como um bom desempenho térmico-acústico, menor absorção de água e menor deformação causada por gradientes térmicos. Porém, devido ao alto consumo energético durante a sua produção e o uso de argila, que é um recurso não renovável, faz com que o bloco cerâmico seja inviável com relação aos aspectos sustentáveis. Além de que sua utilização decorre em uma maior geração de resíduos no canteiro de obras (COSTA, 2016).

2.4 *Quantitativo*

Quando se trata de uma edificação, o tipo de bloco utilizado pode ter um impacto significativo no custo final do projeto. Como já visto anteriormente, os blocos de concreto e os blocos cerâmicos são os materiais mais comumente empregados na construção civil, entretanto cada um deles possui características distintas que influenciam no custo total do empreendimento.

Estudo realizado pela ORSE, foi feita a comparação dos custos para a execução de 1 m² de alvenaria estrutural. Para alvenaria em bloco de concreto estrutural o valor foi de R\$ 48,19 por m², enquanto para a execução em bloco cerâmico estrutural o valor foi de R\$ 39,51 por m². Em ambos os modelos foram utilizados blocos com dimensões: 14x19x39 cm. As informações detalhadas das composições dos valores podem ser vistas nas tabelas 3 e tabela 4 Anexo C e D respectivamente.

2.5 *Conforto térmico*

De acordo com a NBR 15220:2005, conforto térmico é definido como “a satisfação psicofisiológica de um indivíduo com as condições térmicas do ambiente.” O conforto térmico é um aspecto muito relevante a ser observado na concepção de projetos de engenharia civil, pois ele influenciará diretamente na qualidade de vida dos futuros usuários da edificação. Entre as décadas de 1950 e 1960, a preocupação com o isolamento térmico era apenas em relação a prevenir umidade e surgimento de mofo, entretanto a partir dos anos 1970, após a crise do petróleo, a preocupação voltou-se à economia de energia e para o conforto térmico das residências por meio do isolamento térmico (AMBROSIO *et al*, 2004). Dentro desse contexto, é essencial uma boa escolha dos materiais construtivos a serem empregados a fim de garantir um ambiente confortável em relação à temperatura.

Os blocos cerâmicos apresentam uma melhor capacidade de isolamento térmico em comparação aos blocos de concreto. Um trabalho realizado por FIEGENBAUM (2018), analisou o desempenho térmico de blocos cerâmicos em comparação com blocos de concreto e painéis pré-moldados. O resultado confirmou que os blocos cerâmicos possuem um

desempenho melhor, apresentando temperaturas mais baixas e umidades mais baixas. Outro resultado obtido foi que no período matutino os blocos cerâmicos tiveram temperaturas maiores, demonstrando uma baixa condutividade térmica levando um tempo maior para permitir a passagem de calor. Também observou-se no estudo, que os blocos cerâmicos absorvem menos água que os blocos de concreto, dessa forma os blocos cerâmicos são mais recomendados para melhorar o conforto térmico das edificações, por apresentar uma menor umidade.

Outro estudo realizado por SACHT & ROSSIGNOLO (2009), sobre a avaliação do conforto térmico dos blocos em habitações térreas e de multipavimentos de interesse social, demonstrou que para habitações térreas durante as épocas de inverno e verão, os blocos cerâmicos e blocos de concreto obtiveram um desempenho térmico muito parecido. Entretanto, para habitações de multipavimentos, os blocos cerâmicos apresentaram um melhor desempenho, principalmente no pavimento intermediário.

Diante desses aspectos, pode-se aferir que os blocos cerâmicos apresentam uma vantagem em relação ao conforto térmico em comparação com os blocos de concreto, por conta de sua maior capacidade de isolamento térmico. Contudo, é importante ressaltar que o desempenho dos materiais de construção como os blocos utilizados, pode variar de acordo com outros fatores, como a orientação do edifício em relação ao sol, as condições climáticas da região, a qualidade da argamassa empregada, a escolha de esquadrias, a presença de isolamento térmico nas paredes, lajes e etc (ARCE *et al*, 2018). Portanto, é preciso avaliar todas essas variáveis antes de definir qual o tipo de bloco a ser utilizado no projeto.

Apesar de apresentarem desempenhos diferentes, tanto os blocos de concreto quanto os blocos cerâmicos podem ser utilizados para garantir um conforto térmico adequado, desde que sejam empregados de forma adequada e aliados a estratégias de isolamento térmico. A escolha do bloco deve ser feita baseada nas condições climáticas da região e nas necessidades do projeto. Em locais mais quentes, onde a temperatura média é mais elevada, os blocos cerâmicos podem ser uma escolha melhor, uma vez que possuem melhor isolamento térmico. Já em locais mais frios, onde a temperatura média é mais baixa, os blocos de concreto podem ser uma alternativa interessante, contribuindo para manter o ambiente aquecido por um tempo maior.

2.6 *Resistência*

A resistência dos materiais é um parâmetro de extrema relevância na engenharia civil, pois ela garantirá a

segurança estrutural das edificações. A resistência pode ser definida como a capacidade de um material ou elemento estrutural suportar as diversas ações mecânicas. A resistência característica à compressão é a propriedade mais importante dos blocos pois ela garantirá a resistência da parede. A resistência à compressão é determinada pelo tipo de material e em relação à área bruta do bloco (PARSEKIAN & SOARES, 2010).

Os blocos de concreto são bastante utilizados devido à sua resistência e durabilidade, fato que se deve a sua composição (água, aditivos, agregados e cimento) que formam uma estrutura sólida e resistente. A resistência dos blocos de concreto é influenciada pela proporção dos componentes utilizados e as condições de cura do concreto, devendo a resistência à compressão dos blocos ser avaliada após 28 dias da cura. O processo de cura aumenta em 30% a resistência dos blocos de concreto. A resistência à compressão os blocos de concreto variam de 4,5MPa até 16MPa.

Os blocos cerâmicos possuem valores individuais de resistência variando entre 4,0 MPa e 20 MPa. Uma das mais importantes características deste tipo de bloco, é a resistência à compressão, sendo a união com a argamassa, essencial para a resistência à tração e ao cisalhamento. Os blocos cerâmicos possuem sua resistência influenciada por diversos fatores, sendo os principais as características da massa (homogeneidade, dosagem da matéria prima), a qualidade de secagem e queima e a geometria do componente (BASTOS, 2003). O Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT (1994), aponta que os blocos cerâmicos com furos retangulares apresentam uma resistência à compressão maior em comparação aos blocos cerâmicos com furos circulares.

Em comparação com os blocos de concreto, os blocos cerâmicos estruturais geralmente têm resistência inferior, porém são cerca de 40% mais leves, essa redução de peso pode resultar em uma menor carga sobre a fundação, assim como aumentar a produtividade da mão de obra responsável pela execução da obra.

2.7 *Vantagens e desvantagens do bloco de cerâmica estrutural*

Conforme apontado por KALIL (2007), as principais vantagens do bloco cerâmico são:

- Economia no uso de madeiras para formas;
- Redução no uso de concreto e ferragens;
- Redução na mão de obra em carpintaria e ferragem;
- Menor peso, comparado ao bloco de concreto;
- Maior trabalhabilidade;
- Facilidade de treinar mão de obra qualificada
- Projetos são mais fáceis de detalhar;

- Maior rapidez e facilidade de construção;
- Ótima resistência ao fogo;
- Ótimas características de isolamento termoacústico
- Flexibilidade arquitetônica pelas pequenas dimensões do bloco.

E como desvantagens, ainda conforme KALIL (2007), estão:

- As paredes portantes não podem ser removidas sem substituição por outro elemento de equivalente função;
- Impossibilidade de efetuar modificações na disposição arquitetônica original;
- O projeto arquitetônico fica mais restrito;
- Vãos livres são limitados;
- Juntas de controle e dilatação a cada 15m.

2.8 *Vantagens e desvantagens do bloco de concreto*

De acordo com FREIRE (2007), o bloco de concreto apresenta as seguintes vantagens:

- Redução da utilização de madeira e, conseqüentemente, o custo da obra e a atuação da função de carpinteiro;
- A obra é mais limpa (sem entulho);
- Maior qualidade sem a necessidade de equipamentos caros;
- Maior velocidade na conclusão da obra (com blocos faz-se um andar com quatro apartamentos em 6 a 10 dias);
- Padronização e nivelamentos da obra com menores desvios;
- Diminuição da quantidade de armadura (não há vigas e pilares) e, conseqüentemente, de mão de obra;
- Aumenta a produtividade do pedreiro e de outros profissionais envolvidos no processo devido a padronização e repetição dos serviços;
- Redução significativa nos revestimentos.

Já como desvantagens, o autor apresenta os seguintes pontos:

- Dificuldade de se adaptar arquitetura para um novo uso;
- Interferência entre projetos de arquitetura/estruturas/instalações;
- Necessidade de uma mão de obra bem qualificada;
- Mudança no tipo de utilização do edifício (retrofit de utilização).

Na Tabela 7 presente no Anexo G, mostra-se o comparativo entre os blocos de concreto e blocos cerâmicos.

3 METODOLOGIA

O presente trabalho constituiu-se de um estudo comparativo direto quando da utilização entre blocos de concreto e blocos cerâmicos empregados na alvenaria estrutural. Através de revisão de literatura, foram apresentadas as características de cada um dos blocos, apontando suas similaridades e diferenças e comparando-os em relação à sua aplicação e desempenho na construção civil. Além disso foram analisadas as propriedades físicas e mecânicas, vantagens e desvantagens, particularidades, uso e aplicações de cada bloco.

Foi realizado um estudo comparativo de uma edificação em alvenaria estrutural, tanto utilizando bloco de concreto como bloco cerâmico. O projeto de edificação utilizado corresponde a uma edificação de duas casas residenciais de 65,33 m² cada uma, sendo compostas por garagem, cozinha, dois banheiros e dois quartos. A planta baixa das residências é apresentada na Figura 3 (Anexo E), e os cortes e fachada são apresentados na Figura 4 (Anexo F).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O dimensionamento da alvenaria estrutural em blocos de concreto foi realizado por meio da utilização do software TQS Alvest versão educacional, conforme a planta de distribuição das paredes apresentada no Anexo G.

Na Tabela 5, apresenta-se os valores praticados no mercado referente aos blocos de concreto que serão necessários para a execução do projeto.

Tabela 5 – Orçamento para execução de alvenaria estrutural em bloco de concreto

Descrição	Qtd.	Valor Un.	Total
Bloco Inteiro 39x14x19	2700	R\$ 3,90	R\$ 10.530,00
1/2 Bloco 19x14x19	150	R\$ 2,73	R\$ 409,50
Bloco T 54x14x19	50	R\$ 6,63	R\$ 331,50
Bloco L 34x14x19	550	R\$ 3,78	R\$ 2.079,00
Bloco Cortado (15)	600	R\$ 2,70	R\$ 1.620,00
Bloco L p/ Canaleta	100	R\$ 4,16	R\$ 416,00

Bloco 1/2 Canaleta (15)	20	R\$ 3,00	R\$ 60,00
Bloco Canaleta (15)	1500	R\$ 2,70	R\$ 4.050,00
Total:	5670		R\$ 19.496,00

Fonte: Arquivo Pessoal

Para o orçamento em blocos cerâmicos, foi feita a correlação entre os blocos de acordo com o dimensionamento realizado para a utilização de blocos de concreto.

Na Tabela 6, apresenta-se os resultados obtidos para a execução do projeto em blocos cerâmicos.

Tabela 6 – Orçamento para execução de alvenaria estrutural em bloco cerâmico

Descrição	Qtd.	Valor Un.	Total
Bloco Inteiro 39x14x19	3250	R\$ 4,07	R\$ 13.227,50
1/2 Bloco 19x14x19	150	R\$ 2,44	R\$ 366,00
Bloco 14x19x19	600	R\$ 2,44	R\$ 1.464,00
Bloco L p/ canaleta	100	R\$ 4,16	R\$ 416,00
Bloco Canaleta (15)	1510	R\$ 6,85	R\$ 10.343,50
Total:	5670		R\$ 25.817,00

Fonte: Arquivo Pessoal

5 CONCLUSÕES

A escolha entre blocos estruturais de concreto e blocos cerâmicos depende muito das necessidades específicas de cada projeto. Ambos os tipos de blocos oferecem vantagens, assim como desvantagens, portanto é essencial avaliar as características de cada material, considerando as limitações associadas e o objetivo final do projeto. Um fator bastante determinante na escolha do bloco diz respeito ao custo total do material empregado. Dependendo do tipo de bloco usado pode se ter uma economia maior na execução do projeto. Pelo estudo comparativo apresentado, percebeu-se que o uso de blocos de concreto representa uma economia

maior em relação ao uso de bloco cerâmico, sendo este último tipo de material mais oneroso.

Além disso, com o aumento da demanda por espaços habitacionais e comerciais, tem-se a tendência crescente da construção de edificações verticais cada vez mais altas, desse modo é essencial a utilização de materiais capazes de suportar as cargas e exigências estruturais. Assim, pelo fato de o bloco de concreto apresentar maior resistência, sua utilização é mais difundida na região metropolitana da cidade de Goiânia.

6 AGRADECIMENTOS

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. NBR 12118: **Blocos vazados de concreto simples para alvenaria** – 2014. 14 p.

ABNT. NBR 15270-1: **componentes cerâmicos; parte 1: blocos cerâmicos para alvenaria de vedação, terminologia e requisitos.**: Projeto – 2017. 26 p.

ABNT. NBR 16868-1: **Alvenaria estrutural Parte 1: Projeto** – 2020. 70 p.

ABNT. NBR 6136: **Blocos vazados de concreto simples para alvenaria** – 2016. 10 p.

AMBROSIO, M.C.R.; SILVA F.T.; J.DUAILIBI Fh. **Blocos Cerâmicos de Alta Porosidade**. Cerâmica Industrial, 9 (4) julho/agosto, 2004.

ARCE, R. *et al.* **Influence of ceramic blocks on thermal behavior of building enclosures in extreme climates**. Energy and Buildings, v. 172, p. 43-51, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADA. **Manual Técnico de Alvenaria**. São Paulo: ABCI/Projeto, 1990.

BASTOS, F. A. **Avaliação do processo de fabricação de telhas e blocos cerâmicos visando a certificação do produto**. Dissertação. Universidade Federal de Santa Catarina, 2003.

CAMACHO, J. S. **Projeto de edifícios de alvenaria estrutural**. Ilha Solteira: Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, 2006. Disponível em: <<https://www.feis.unesp.br/Home/departamentos/engenharia/civil/nepae/projetode-edificios-de-alvenaria-estrutural.pdf>> Acesso em: abril de 2023.

CARVALHO, A. S., *et al.* **Contribuições das pesquisas em Ciências Ambientais para a sustentabilidade no estado da Bahia**. 1. ed. -- Aracaju, SE : Criação Editora, 2020.

CAVALHEIRO, O. P.. **Alvenaria estrutural em destaque**. Alvenaria estrutural: tão antiga e tão atual. Jornal da ANICER, Porto Alegre, p. 5, 31 jul. 1998. CAVALHEIRO, O. P.

CICHINELLI, Gisele. **CHAPISCO, EMBOÇO E REBOCO - Aprenda a preparar as argamassas, aplicá-las**

e dar o acabamento adequado para obter paredes com superfícies lisas e planas. In: Equipe de Obra, 2013. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5075729/mod_resource/content/1/Chapisco%2C%20emboço%20e%20reboço%20%28Equipe%20de%20Obra%2C%202013%29.pdf.

Acesso em abril de 2023.

COSTA, O. **Estudo de viabilidade técnica: Alvenaria de vedação com blocos cerâmicos vazados na horizontal versus alvenaria de blocos de concreto celular autoclavados**. 2016. 16 f. Monografia (especialização) - Curso de Mba Gerenciamento, Tecnologia e Qualidade da Construção Civil, Instituto de Pós-graduação- Ipeg, Porto Alegre, 2016.

FIGENBAUM, A. C. **Análise comparativa de isolamento térmico entre painéis pré-moldados, alvenaria de vedação de blocos de concreto e blocos cerâmicos para fins de conforto térmico**. Lajeado, 2018.

FREIRE, B. S. **Sistema construtivo em alvenaria estrutural de bloco de concreto**. 2007. TCC (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2007.

GONÇALVES, M. F. **Estudo comparativo entre blocos cerâmicos, blocos de concreto e blocos solo-cimento para execução de alvenaria**. Universidade Regional do Cariri. Juazeiro do Norte, 2016.

HATTGE, A. F. **Estudo comparativo sobre a permeabilidade das alvenarias em blocos cerâmicos e alvenarias em bloco de concreto**. Porto Alegre, 2004.

KALIL, Silvia Maria Baptista. **Alvenaria Estrutural** – PUC/RS. Rio Grande do Sul, 2007

MARTINS, M. M. **Diferença de qualidade e custo sobre o bloco concreto e o bloco cerâmico**. Universidade do Sul de Santa Catarina. Tubarão. 2022.

MOHAMAD, G.; MACHADO, D. W. N.; JANTSCH, A. C. A. **Alvenaria estrutural: construindo conhecimento**. 1ª Ed. São Paulo: Blucher, 2017.

MOHAMAD, Gihad, et al. **Construções em alvenaria estrutural: materiais, projeto e desempenho**. – 2. ed. ampliada e revisada conforme a NBR 16868/2020 – São Paulo: Blücher, 2020.

OLIVEIRA, M.C.; MAGANHA, M. F. B. **Guia técnico ambiental da indústria de cerâmicas brancas e de revestimento**. São Paulo: CETESB, 2006.

ORSE. **Orçamento de obra de Sergipe**. Versão 1.3.3.6. Atualização da Base de dados de junho de 2015.

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

PAULUZZI. Produtos Cerâmicos LTDA, 2007.

SACHT, H. M.; ROSSIGNOLO, J. A. **Habitações térreas e multipavimentos de interesse social: avaliação de desempenho térmico para tipologias com vedações em alvenaria de blocos cerâmicos e de concreto**. PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção. Campinas, SP, v. 1, n. 4, p. 2-19, 2009.

SANTOS, M. D. F. **Técnicas construtivas em alvenaria estrutural: contribuição ao uso, 1998**. 121f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria- RS, 1998.

TAUIL, Carlos Alberto. NESE, Flávio José Martins. **Alvenaria estrutural**- São Paulo: Pini, 2010.

8 ANEXOS E APÊNDICES

ANEXO A

Tabela 1 - Dimensões dos Blocos de concreto

Família de blocos										
Aplicação		Acima de 2 pavimentos			Até 2 pavimentos			1 pavimento		
Designação	Nominal	20	15		12,5			10		
	Módulo	M-20	M-15		M-12,5			M-10		
	Amarração	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/3	1/2	1/2	1/3
	Linha	20x40	15x40	15x30	12,5x40	12,5x25	12,5x37,5	10x40	10x30	10x30
Largura (mm)		190	140	140	115	115	115	90	90	90
Altura (mm)		190	190	190	190	190	190	190	190	190
Comprimento (mm)	Inteiro	390	390	290	390	240	365	390	290	290
	Meio	190	190	140	190	115	-	190	-	-
	2/3	-	-	-	-	-	240	-	-	190
	1/3	-	-	-	-	-	115	-	-	90
	Amarração L	-	340	-	-	-	-	-	-	-
	Amarração T	-	540	440	-	365	365	-	290	290
	Compensado r A	90	90	-	90	-	-	90	-	-
	Compensado r B	40	90	-	40	-	-	40	-	-

Fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2016.

ANEXO B

Tabela 2 - Dimensões dos blocos cerâmicos estruturais

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

Fonte: Pauluzzi Produtos Cerâmicos LTDA. (2007)

ANEXO C

Tabela 3 - Composição dos custos em alvenaria estrutural em bloco de concreto

Tipo	Fonte	Código	Descrição do Insumo/Serviço	Unid.	Quant.	Custo Unitário	Foto				
I	SINAPI	04750	Pedreiro	h	0,8	5,45					
I	SINAPI	06111	Servente	h	0,8	3,68					
I	SINAPI	25070	Bloco concreto estrutural 14 x 19 x 39 cm, fbk 4,5 mpa (nbr6136)	un	13,1	2,11					
S	ORSE	03718	Argamassa cimento, cal e areia traço (1:0,25:3) - Confeção mecânica e transporte	m ²	0,0107	403,71					
S	ORSE	10549	Encargos Complementares - Servente	h	0,8	1,65					
S	ORSE	10550	Encargos Complementares - Pedreiro	h	0,8	1,63					
Equipamentos		Materiais		Mão-de-obra		Encargos Sociais		Serv. Terceiros		Total do Serviço	
0,00		33,69		7,46		6,46		0,58		48,19	

Fonte: Orçamento de Obras de Sergipe, 2015.

ANEXO D

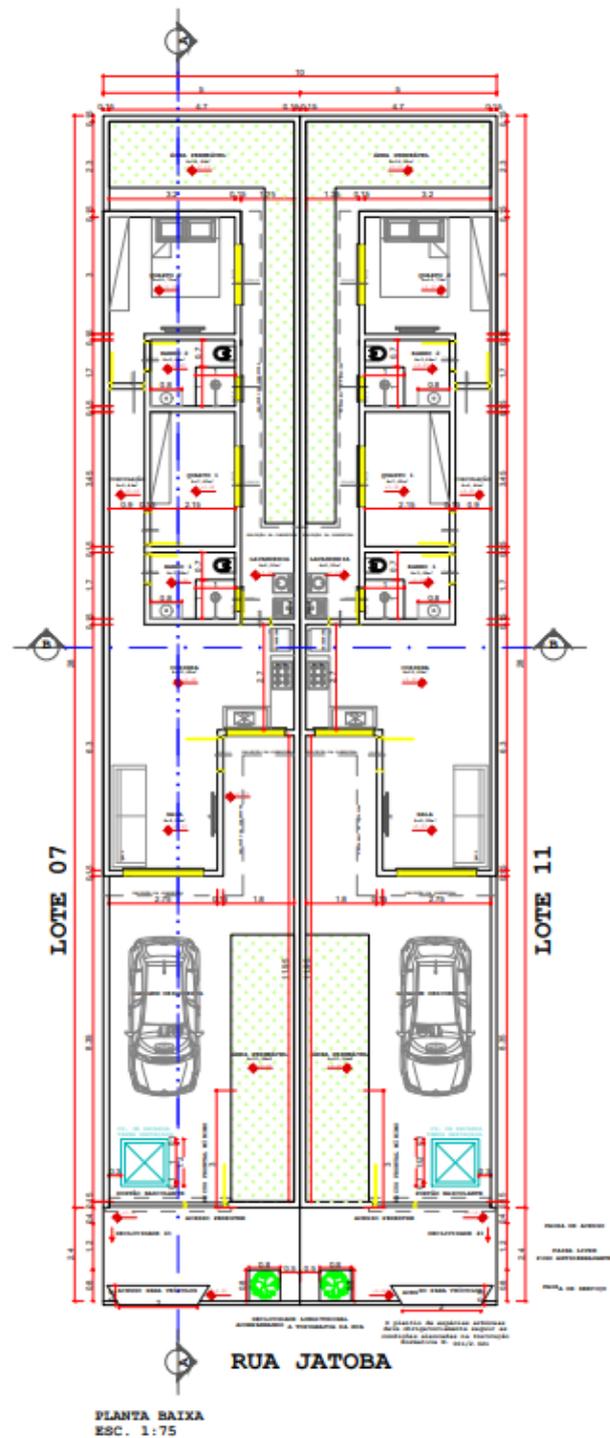
Tabela 4 - Composição dos custos em alvenaria de vedação em bloco cerâmico

Tipo	Fonte	Código	Descrição do Insumo/Serviço	Unid.	Quant.	Custo Unitário	Foto				
I	SINAPI	00039	Aço ca-60, 5,0 mm, vergalhão	kg	0,1	4,40					
I	SINAPI	04750	Pedreiro	h	0,7	5,45					
I	SINAPI	06111	Servente	h	0,7	3,68					
I	SINAPI	34588	Bloco estrutural cerâmico 14 x 19 x 39 cm, 6,0 mpa (nbr 15270)	un	14	1,23					
S	ORSE	03308	Argamassa cimento, cal e areia traço t-5 (1:2:8) - 1 saco cimento 50 kg / 2 sacos cal 20 kg / 8 padiolas de areia dim 0.35 x 0.45 x 0.13 m - Confeção mecânica e transporte	m ³	0,0195	340,07					
S	ORSE	10549	Encargos Complementares - Servente	h	1	1,65					
S	ORSE	10550	Encargos Complementares - Pedreiro	h	1	1,63					
Equipamentos		Materiais		Mão-de-obra		Encargos Sociais		Serv. Terceiros		Total do Serviço	
0,00		26,31		6,68		5,78		0,74		39,51	

Fonte: Orçamento de Obras de Sergipe, 2015.

ANEXO E

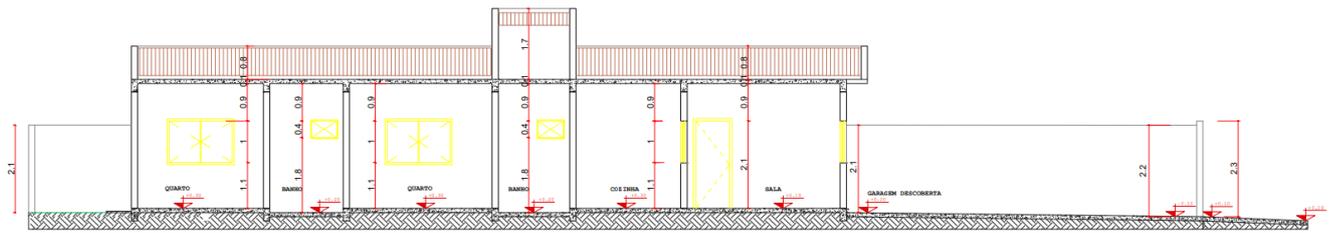
Figura 3 – Planta Baixa Obra Residencial



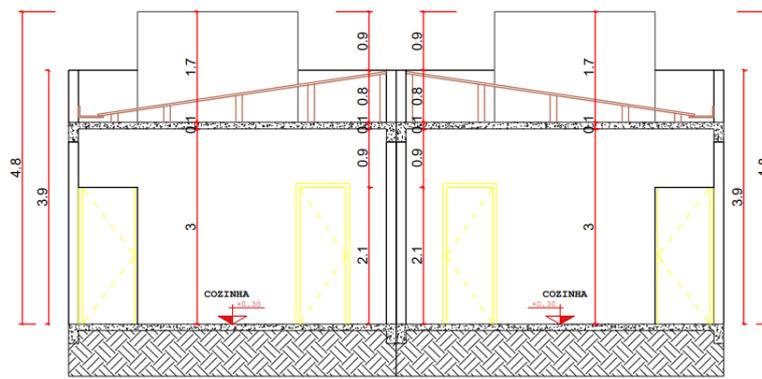
Fonte: Eng. Wilson José de Azevedo. ART: 1020220099556

ANEXO F

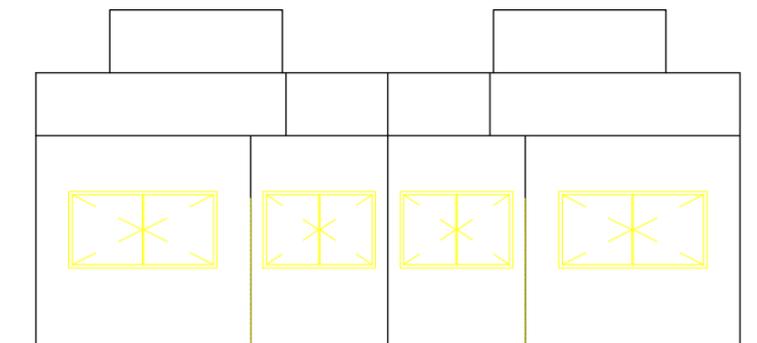
Figura 4 – Cortes e fachada da Obra Residencial



CORTE A-A
ESC. 1:75



CORTE B-B
ESC. 1:75



FACHADA
ESC. 1:75

Fonte: Eng. Wilson José de Azevedo. ART: 1020220099556

ANEXO G

Tabela 7 – Comparativo entre blocos de concreto e blocos cerâmicos

BLOCO DE CONCRETO	BLOCO CERÂMICO
Resistência mínima à compressão= 4,5 MPa	Resistência mínima à compressão= 3 MPa
Custo médio= R\$2,40 a R\$ 7,00	Custo médio= R\$2,00 a R\$ 7,70
Peso= 76,40 Kg/m ²	Peso= 154,40 Kg/m ²
Menor capacidade de isolamento térmico	Maior capacidade de isolamento térmico
Redução da utilização de madeira	Economia no uso de madeiras para formas
Necessidade de mão de obra bem qualificada	Facilidade de treinar mão de obra qualificada
Interferência entre projetos de arquitetura/ estruturas/ instalações	Projetos são mais fáceis de detalhar