

**PEDRO MARTINS ANDRADE**

**ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE BLOCO  
CERÂMICO, BLOCO DE CONCRETO E BLOCO DE  
CONCRETO CELULAR EM ALVENARIAS DE  
VEDAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado como exigência parcial  
para a obtenção do título de Bacharel  
em Engenharia Civil da Universidade  
Anhembi Morumbi

**Orientador:** Prof. Estevão Xavier Volpini

**SÃO PAULO**

**2022**

## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	3
2.	OBJETIVO.....	4
3.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
4.	TEORIA.....	6
5.	APLICAÇÕES.....	11
6.	METODOLOGIA.....	20
7.	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	21
8.	CONCLUSÕES.....	26

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Bloco cerâmico.....	6
Figura 2. Blocos de concreto.....	8
Figura 3. Bloco de concreto celular.....	10

## 1. INTRODUÇÃO

A necessidade de se construir sempre esteve presente na história da humanidade, mesmo não havendo conhecimento para dimensionamento ou qualidade de execução de serviços. O empilhamento de rochas fragmentadas dá início ao que hoje é denominada alvenaria, através de construções como pirâmides egípcias, obras romanas, catedrais, palácios e fortalezas que permeiam até os dias atuais na sociedade.

De acordo com (CAMPOS, 1993), "O desenvolvimento da técnica e o seu uso racional foram impedidos pela pouca trabalhabilidade dos blocos de pedra utilizados, como também pela falta de conhecimento sobre o comportamento das alvenarias". Se inicia então o interesse e utilização de materiais cerâmicos, através da percepção de durabilidade, facilidade de fabricação e abundância de matéria-prima (BRASIL, 2001).

O surgimento do cimento Portland em 1845 deu início a produção de elementos de concreto e conseqüentemente à fabricação de blocos, que exigiram esforços a fim de modernizar e otimizar a fabricação desses blocos, assim como sua utilização em alvenarias (FILHO, 2007).

Ao longo do tempo foi se observando a necessidade de características específicas para a utilização dos materiais, como custo e peso baixos, e resistência e durabilidade altas, tornando menos comum a utilização de elementos de alvenaria pesados, espessos e rígidos. Se tratando da necessidade de blocos e alvenarias mais leves, se iniciou o interesse em materiais com baixa massa específica aparente, como por exemplo os concretos celulares, e peças vazadas, que no século XX revolucionaram a execução de alvenarias. Apenas na metade do século a ciência permitiu a utilização de métodos de cálculos racionais, tornando possível a execução de edifícios em alvenaria estrutural armada (ROMAN, 2015).

## **2. OBJETIVO**

O presente estudo possui objetivo de analisar o desempenho de blocos cerâmicos, de concreto e de concreto celular autoclavado em relação à sua utilização em alvenarias de vedação, através de critérios selecionados e visando a compreensão das variáveis e contribuição para tomada de decisão.

## **3. REVISÃO**

O conceito de alvenaria é definido por um componente complexo, executado em obra e que se utiliza de tijolos ou blocos (componentes da alvenaria), unidos por juntas de argamassa que formam um conjunto rígido e homogêneo (HATTGE, 2004).

De acordo com (BUSSAB, 1990), as funções da alvenaria são: Resistência a cargas de ventos e outros efeitos e solicitação de tentativas de intrusão, garantindo a segurança dos ocupantes; Resistência a impactos mantendo a integridade, sem a manifestação de ruínas; Isolamento acústico dos ambientes; Resistência à ação do fogo, não contribuindo para o início do incêndio, propagação da chama e produção de gases tóxicos;

Porém deve-se levar em consideração as necessidades de cada local, uma vez que os processos produtivos e características dos materiais em determinada região irão refletir na capacidade e desempenho da alvenaria em relação às funções citadas acima. Dessa maneira a interação entre os materiais utilizados, suas características individuais bem como a execução do serviço irão determinar o desempenho dessa alvenaria (HATTGE, 2004).

Alvenaria de vedação é definida como a montagem de elementos visando a separação de ambientes, sendo responsáveis pelo preenchimento das áreas sob as estruturas e exigindo também cuidados com seu dimensionamento e estabilidade (NASCIMENTO, 2004).

De acordo com (THOMAZ, 2001), a alvenaria de vedação é dimensionada apenas para resistir às ações do seu peso próprio, protegendo a edificação de agentes externos, dividindo ambientes e promovendo segurança e conforto, dentro de um sistema com elementos estruturados. Apesar de não apresentar vínculos estruturais

com a edificação, em países com modelos construtivos menos evoluídos tecnologicamente como no Brasil, as alvenarias de vedação acabam exercendo parte dessa função, mesmo sem o dimensionamento adequado para isso (NASCIMENTO, 2004).

## 4. TEORIA

### 4.1. BLOCO CERÂMICO

Também conhecido como tijolo, o bloco cerâmico consiste em um dos materiais mais antigos e que até hoje encontra-se presente em grande parte das construções. Seu processo de fabricação possui a argila como matéria prima, o que explica a coloração avermelhada e ocorre em altas temperaturas (até 800°C) para posteriormente passar por processo de extrusão (BARBOSA, 2011).

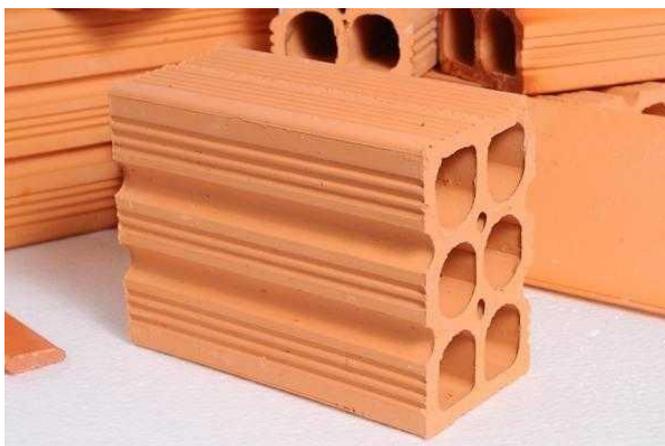


Figura 1. Bloco cerâmico. Fonte: Celere. <http://www.celere-ce.com.br>. 2021.

A disponibilidade em todo o território nacional e baixo valor de mercado tornaram o bloco cerâmico comum na construção civil, porém seu alto consumo energético na fabricação e utilização de recurso não renovável (argila) o torna inviável do ponto de vista sustentável. Entre suas desvantagens há a elevada geração de resíduos nos canteiros de obras e aumento das etapas de revestimento (COSTA, 2016).

Pode-se citar como vantagens da utilização do bloco cerâmico, segundo (NOGUEIRA, 2004): Durabilidade; Custos iniciais e de manutenção; Comportamento em relação à ação do fogo; Desempenho térmico; Estabilidade, indeformabilidade;

Estanqueidade em relação à água, quando revestido; Disponibilidade geométrica com dimensões diferentes; Ausência de restrições ao uso em relação às condições ambientais; Possibilidade de reaproveitamento.

Ainda quanto às vantagens da utilização de blocos cerâmicos, mas de acordo com (BARBOSA, 2011): Resistência à umidade e movimentação térmica; resistência à ação do vento; resistência a infiltrações oriundas de água pluvial; segurança para os ocupantes e isolamento térmico e acústico.

Pode-se citar como desvantagens do bloco cerâmico seu peso elevado, perda no tempo de execução, alta geração de entulho gerando desperdício de materiais e dificuldade na execução de instalações hidráulicas e elétricas (VIANA, 2013). A falta de esquadro das peças e irregularidade de suas dimensões acarreta também no aumento das etapas de revestimento (COSTA, 2016).

(BARBOSA, 2015) descreve como desvantagens do bloco cerâmico a falta de qualificação de mão de obra; desperdício de materiais; suscetibilidade maior de erros durante a execução; aumento de peso próprio das vedações; recorrência de trincas e fissuras; umidade ascensional e descolamento do revestimento.

## **4.2. BLOCO DE CONCRETO**

O bloco de concreto é fabricado a partir do cimento Portland, agregados graúdos, miúdos e água e pode conter outros agentes minerais ou químicos para se atingir alguma especificação desejada (FILHO, 2007). Após passar por processo de mistura e prensa, os blocos passam por processo de cura, diferente dos cerâmicos que sofrem queima. Por se tratar de um material poroso, o bloco de concreto é suscetível a variações volumétricas em função das condições climáticas em que foi produzido, mesmo possuindo características de alta resistência e durabilidade (FILHO, 2007).



Figura 2. Blocos de concreto. Fonte: Tatu Pré Moldados. <http://www.tatu.com.br>.

Acesso em 02/11/2022.

A norma brasileira NBR 6136 classifica os blocos de concreto de acordo com sua funcionalidade:

- a) Classe A – Com função estrutural, para uso em elementos de alvenaria acima ou abaixo do nível do solo;
- b) Classe B – Com função estrutural, para uso em elementos de alvenaria acima do nível do solo;
- c) Classe C – Com função estrutural, para uso em elementos de alvenaria acima do nível do solo;
- d) Classe D – Sem função estrutural, para uso em elementos de alvenaria acima do nível do solo.

Pode-se citar como características do bloco de concreto sua resistência à umidade, movimentação térmica e ação do vento; isolamento térmico e acústico; resistência à infiltrações de água pluvial e controle da migração de vapor e regulação da condensação. Como vantagens do bloco de concreto, é possível citar o tempo encurtado de assentamento e revestimento; consumo reduzido de argamassa; acabamento; uniformidade e possibilidade de execução em áreas internas e externas (EQUIPE DE OBRA, 2012). Ainda sobre vantagens do bloco de concreto, (GONÇALVES, 2016) cita sua alta resistência e durabilidade, que permitem a dispensa de revestimento nas paredes.

### 4.3. BLOCO DE CONCRETO CELULAR AUTOCLAVADO

Devido a disponibilidade de mercado, o segmento de construção civil se utilizou ao longo dos anos de materiais cerâmicos e de origem cimentícia para execução de alvenarias, porém essa realidade está mudando devido a novos materiais ou processos produtivos que proporcionam melhores características, como o caso do bloco de concreto celular autoclavado (VIANA, 2013).

A NBR 13438/2013 define esse tipo de bloco como “concreto leve, obtido através de um processo industrial, constituído por materiais calcários (cimento, cal ou ambos) e materiais ricos em sílica, granulados finamente”. Sua fabricação ocorre por incorporação química de ar à uma pasta aquosa de cimento, liberando elementos gasosos por reação hidrotérmica através da introdução de agentes como pó de alumínio, magnésio, zinco entre outros (COSTA, 2016).

A estrutura celular do bloco é atingida devido ao confinamento das bolhas gasosas, que gera expansão do material em um molde que passa por processo de cura em um autoclave. Nessa fase são produzidos silicatos de cálcio que irão proporcionar a resistência adequada ao bloco (COSTA, 2016).



Figura 3. Bloco de concreto celular autoclavado. Fonte: Obramax.

<http://www.obramax.com.br> Acesso em 02/11/2022.

É possível citar como características dos blocos a leveza; grande dimensão e uniformidade geométrica; boa textura e facilidade de corte. Essas características

permitem a otimização da execução da alvenaria, através da racionalização, diminuição de custos e qualidade do serviço (COSTA, 1998).

O bloco celular autoclavado possui desempenho satisfatório em relação ao isolamento térmico e peso, porém seu alto custo de comercialização torna inviável seu uso em determinadas situações (COSTA, 2016). Por outro lado, devido à sua leveza, as peças desse tipo de bloco são maiores quando comparadas aos outros, reduzindo o tempo e custo de execução do serviço, além da carga exercida na estrutura (FERRAZ, 2011).

#### **4.4. ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO**

A mistura de cimento Portland, cal hidratada, agregado miúdo (areia), água e eventualmente aditivos representa a argamassa de assentamento, que possui finalidade de ligar os blocos, transmitir e uniformizar as tensões entre cada unidade da alvenaria (SILVA, 2007). A norma NBR 13281 estabelece os requisitos para qualidade da argamassa de assentamento, que pode ser preparada em obra ou industrializada.

O cimento presente na argamassa exerce contribuição para a aderência, resistência mecânica e estanqueidade nas juntas da alvenaria, devendo se evitar a utilização de cimentos de alto forno (CPIII e CP IV). Estes citados podem gerar retração elevada da argamassa, devido à presença de escória e material pozzolânico (THOMAZ, 2009).

A principal característica da cal na argamassa é a retenção de água, que proporciona menor módulo de deformação e conseqüentemente melhor acomodação da alvenaria e resistência a deformações, a utilização adequada da cal é estabelecida pela NBR 7175 (THOMAZ, 2009).

A areia utilizada na argamassa de assentamento deve ser lavada e bem granulada (média), não possuindo índice elevado de material silto-argiloso a fim de atender a NBR 7211 (THOMAZ, 2009).

## **5. APLICAÇÕES**

### **5.1. ALVENARIA RACIONALIZADA**

A premissa da alvenaria racionalizada consiste no fato de que todos os processos de execução sejam planejados na fase de projeto, com detalhamento executivo envolvendo também a estrutura e instalações (PAULUZZI, 2012). Ao se implantar o conceito de racionalização em uma construção, deve-se inicialmente projetar a estrutura e posteriormente a alvenaria de vedação, uma vez que irá influenciar em outros subsistemas da construção como revestimento, impermeabilização, esquadrias e instalações (PAULUZZI, 2012).

São consideradas vantagens da alvenaria racionalizada, segundo (PAULUZZI, 2012): Utilização de blocos de melhor qualidade; Furação interior dos blocos que facilita execução e instalações; Projeto de paginação da alvenaria; Redução do desperdício de materiais; Melhores condições de limpeza e organização na obra.

### **5.2. ESTANQUEIDADE**

A penetração de umidade em alvenarias pode ocorrer em virtude de aberturas existentes nos componentes ou na argamassa, como também por fissuras presentes nas juntas de argamassa de assentamento (KAZMIERCZAK, 1989). De acordo com (SABBATINI, 1984), as infiltrações em alvenarias são causadas pela água ao entrar em contato com fissuras maiores que 0,1mm, na interface do tijolo e da argamassa, sendo a água infiltrada por capilaridade insignificante.

Ao analisar o desempenho de algum material em relação à estanqueidade, a propriedade com maior relevância em relação aos componentes da alvenaria é a absorção (KASMIERCZAK, 1989). Nos locais onde há o encontro de argamassa com os outros componentes, existe grande influência da capacidade de absorção inicial, pois se não houver a ligação correta entre os elementos da alvenaria a trabalhabilidade poderá ser comprometida, gerando uma percolação maior de umidade (BAUER, 1987).

A absorção inicial dos elementos, quando ocorre rápida ou lenta demais, provoca a retirada de água dos blocos e amassamento, comprometendo a aderência dos

materiais. Existe uma faixa intermediária com valores de absorção inicial a fim de otimizar a aderência (SABBATINI, 1984).

Ao analisar o desempenho quanto a estanqueidade dos blocos cerâmico e de concreto é possível constatar que: Em alvenarias não revestidas, o bloco cerâmico é menos eficiente nas juntas, porém no corpo dos blocos o resultado é o inverso. Esse resultado se dá ao fato de que o processo de extrusão que passa os blocos cerâmicos, torna as faces dos blocos com porosidades diferentes, influenciando diretamente na absorção de umidade (HATTGE, 2004).

(SANTOS, 1998) também realizou ensaios em alvenarias sem revestimento, onde chegou a conclusão de que “o comportamento foi diferenciado nas paredes com blocos cerâmicos e de concreto. Nas de blocos cerâmicos a percolação ocorreu pelas juntas da argamassa e nas de blocos de concreto a percolação foi visualizada nos próprios blocos”.

Ao analisar os resultados de ensaios através dos métodos do cachimbo e CIENTEC, (HATTGE, 2004) conclui que o desempenho de ambos os blocos cerâmico e de concreto não é satisfatório, em alvenarias não revestidas. Enquanto em alvenarias revestidas tanto os ensaios em bloco cerâmico quanto de concreto foram satisfatórios.

### **5.3. CONDUTIVIDADE TÉRMICA**

Antigamente as habitações possuíam o papel de moradia e de funcionalidade, porém ao longo do tempo fatores como eficiência energética, conforto térmico e acústico se tornaram essenciais para as moradias (LAMBERTS, 2014). Quando se trata de conforto térmico, as principais variáveis são a temperatura, umidade, velocidade do ar e radiação solar, que estão associadas também a precipitações, permeabilidade do solo e topografia (FROTA, 2007).

A NBR 15220/2005 define a condutividade térmica como “propriedade física de um material no qual se verifica um fluxo de calor constante, com densidade de  $1 \text{ W/m}^2$ , quando submetido a um gradiente de temperatura uniforme de 1 Kelvin por metro”. Segundo (IKEMATSU, 2007), é comum a utilização de tinta para proteção devido a suas propriedades estéticas e protetoras, sendo a cor branca que proporciona melhor desempenho em relação ao conforto térmico.

Segundo a NBR 15220, Resistência Térmica da alvenaria se trata da soma das resistências das camadas diferentes existentes, correspondendo à dificuldade de transmissão de calor, ou seja, quanto maior a resistência térmica, menor o calor que irá atravessar pela alvenaria. Já a Transmitância Térmica representa o inverso da resistência térmica total, sendo o fluxo calor que passa por unidade de área e por diferença de temperatura (NBR 15220, 2005). A NBR 15575 estabelece os requisitos de transmitância e capacidade térmica para o estudo de (FIEGENBAUM, 2018), que será utilizado para analisar a diferença de desempenho entre blocos cerâmicos e de concreto do presente estudo. O gráfico abaixo representa os resultados de (FIEGENBAUM, 2018), e irá permitir uma análise em relação aos parâmetros conceituados acima.

<b>CÁLCULOS</b>	<b>Protótipo 1</b>	<b>Protótipo 2</b>	<b>Protótipo 3</b>
Resistência Térmica Total ((m <sup>2</sup> .K)/W)	0,227	0,368	0,396
Transmitância Térmica Total (W/(m <sup>2</sup> .K))	4,403	2,718	2,526
Capacidade Térmica (kJ/(m <sup>2</sup> .K))	240,000*	94,711	127,510
Atraso Térmico (horas)	2,697*	2,162	2,921
Fator de Calor Solar (%)	11,447*	7,068	6,567

Tabela resultados térmicos. Fonte: (FIEGENBAUM, 2018).

Em relação aos resultados obtidos de resistência e transmitância térmica é possível concluir que, em todas as etapas do ensaio, o bloco cerâmico possui melhor desempenho do que os demais, seguido do bloco de concreto e por fim o bloco pré-moldado, sendo a diferença entre os dois primeiros menor do que ambos em relação ao bloco pré-moldado. Em relação ao atendimento às normas de regulamentação, o resultado é o mesmo, variando a conformidade dos blocos de concreto dependendo da utilização de revestimento e região em que se encontra.

#### **5.4. CUSTO**

Na construção civil, ao se realizar um questionamento ou discussão sobre a utilização de determinado material, para qualquer serviço que seja, o custo será a variável que mais interessa os construtores, devido a necessidade de execução dos serviços dentro de um orçamento determinado, ou visando a economia para

balanceamento das contas. (MENEGHEL, 2017) realizou um estudo onde foi avaliado o custo em alvenarias de vedação com bloco cerâmicos e de concreto celular, obtendo os resultados conforme as tabelas abaixo:

Figura 06 – Custos diretos globais

SISTEMA CONSTRUTIVO	ÁREA (m <sup>2</sup> )	CUSTO DIRETO TOTAL		CUSTO DIRETO UNITÁRIO	
		R\$	CUB	R\$/m <sup>2</sup>	CUB/m <sup>2</sup>
LSF	122,16	R\$ 160.441,64	92,649	R\$ 1.313,37	0,758
BC	122,16	R\$ 147.766,06	85,329	R\$ 1.209,61	0,699
BCCA	122,16	R\$ 140.634,09	81,211	R\$ 1.151,23	0,665

Fonte: Do Autor, 2017.

Tabela custos diretos globais. Fonte: (MENEGHEL, 2017).

Figura 08 – Custos diretos etapa planos verticais

SISTEMA CONSTRUTIVO	ÁREA (m <sup>2</sup> )	PERÍMETRO (m)	R\$	R\$/m <sup>2</sup>
LSF	340,25	91,20	R\$ 82.675,49	R\$ 242,98
BC	340,25	91,20	R\$ 66.319,73	R\$ 194,91
BCCA	340,25	91,20	R\$ 59.187,77	R\$ 173,95

Fonte: Do Autor, 2017.

Tabela de custos em planos vericais. Fonte: (MENEGHEL, 2017).

Através dos resultados obtidos é possível concluir que o custo da alvenaria de vedação em blocos cerâmicos é 5% maior que os blocos autoclavados, quando se trata de custos diretos globais, e de 12% em relação a etapa de planos verticais.

Outro estudo foi realizado por (BIANQUINI, 2016), onde foi analisada a diferença de custo entre blocos cerâmicos e blocos de concreto autoclavado, porém na análise houve o desmembramento de custo de material e mão de obra, conforme a tabela abaixo:

CUSTO DIRETO TOTAL R16-N							
Área (m <sup>2</sup> )	Custo direto de mão de obra (R\$)	% M.O.	Custo direto de material (R\$)	% MAT	Outros (R\$)	% OUT	Total (R\$)
8497,90							
BC	2.631.458,53	37,49	4.069.129,64	57,97	319.041,46	4,54	7.019.629,71
BCCA	2.264.840,06	33,82	4.138.062,32	61,80	293.270,98	4,38	6.696.173,40
Redução BCCA x BC							4,61%
CUSTO DIRETO UNITÁRIO R16-N							
Área (m <sup>2</sup> )	Custo direto de mão de obra (R\$/m <sup>2</sup> )	% M.O.	Custo direto de material (R\$/m <sup>2</sup> )	% MAT	Outros (R\$/m <sup>2</sup> )	% OUT	Total (R\$/m <sup>2</sup> )
8497,90							
BC	309,66	37,49	478,84	57,97	37,54	4,54	826,04
BCCA	266,52	33,82	486,95	61,80	34,51	4,38	787,98
Redução BCCA x BC							4,61%

Tabela Custo direto (R16-N - Bloco residencial multifamiliar de padrão normal, 16 pavimentos). Fonte: (BIANQUINI, 2016).

Quando comparados os valores, é possível verificar o fato de que os blocos autoclavados possuem um custo maior do material, porém um custo menor de mão de obra e de outros, que compensam o maior custo de material e tornam os blocos autoclavados 4,61% mais baratos.

Segundo (MARTINS, 2022) o bloco de concreto possui rendimento de 13,5 peças por metro quadrado, custo de R\$50/m<sup>2</sup> pesando 154kg/m<sup>2</sup>. Já no bloco cerâmico o rendimento é de 29,7 peças por m<sup>2</sup>, custo de R\$22,30/m<sup>2</sup> e peso 76,4kg/m<sup>2</sup>.

## 5.5. RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO

Analisando a eficiência dos blocos em relação à sua resistência à compressão, segundo (FERRAZ, 2011) o bloco de concreto celular atende aos critérios normativos quanto à densidade de massa aparente e resistência à compressão, já os blocos cerâmicos possuem resistência inferior ao exigido em norma

Elemento	n	Mínimo	Média	Mediana	Máximo	Desvio Padrão	$\eta$
Resistência do Bloco CCA (MPa)	14	2,6	3,2	3,1	3,8	0,4	0,3
Resistência do Bloco Cerâmico (MPa)	8	0,6	0,9	0,8	1,6	0,4	

Tabela Resistência à compressão do bloco CCA x bloco cerâmico. Fonte: (FERRAZ, 2011). Outro estudo, realizado por (MAGALHÃES, 2010) compara a tensão de compressão entre os blocos cerâmicos e de concreto convencional.

cp's	Tensão de compressão Média	
	BLOCOS CERÂMICOS	BLOCOS DE CONCRETO
MG	4,6	4,1
RJ	4,8	4,4
SP	4,6	4,5
MÉDIA	4,7	4,3

Tabela Resultado ensaios com blocos cerâmicos e de concreto. Fonte: (MAGALHÃES, 2010).

Estudos realizados por (SANTOS, 2016) comparando blocos cerâmicos e de concreto, do ponto de vista de resistência à compressão e ruptura de seus prismas, resultaram no melhor desempenho dos blocos cerâmicos em relação a resistência (média de 12MPa contra média de 8MPa) e também quanto à ruptura dos prismas, porém com uma diferença menor de 5,5MPa contra 5MPa. Em contrapartida (HATTGE, 2004) encontra em seus resultados laboratoriais 9,83MPa de resistência à compressão média em blocos cerâmicos e 16,16MPa em blocos de concreto.

## 5.6. DESEMPENHO ACÚSTICO

O termo ruído é definido como um som sem harmonia que geralmente possui conotação negativa (BISTAFA, 2006), ou tecnicamente como fenômeno físico vibratório com características indefinidas e variações de pressão em função de frequência, ou seja, para cada frequência existem variações de pressão (ILDA, 2005). Podem ser classificados como ruídos contínuos, intermitentes ou de impacto (ILDA, 2005), sendo medidos em decibéis (dB) por aparelhos de nível de pressão sonora (NR 15).

Para a existência de conforto há a necessidade de mínimo de esforço fisiológico em relação ao som para a execução de determinada tarefa, sendo o entorno (tráfego), arquitetura, clima e orientação (materiais, mobiliário) as principais variáveis do conforto acústico (VIANNA, 2005).

A ABNT publicou em 2013 a NBR 15575, que estabelece as diretrizes para desempenho das edificações, caracterizando como Diferença Padronizada de Nível Ponderada o parâmetro que determina o isolamento acústico em relação ao ruído aéreo de vedações em alvenaria. Segundo (RODRIGUES, 2019), quando comparadas alvenarias de blocos cerâmicos e de concreto, de mesma espessura e revestimento, os blocos cerâmicos possuem melhor desempenho acústico.

## 5.7. PESO

Outro fator determinante para a escolha de utilização do bloco a ser utilizado é o peso, uma vez que o peso da alvenaria de vedação irá influenciar diretamente na carga que a estrutura será exercida, e conseqüentemente no custo que essa estrutura irá representar (FERNANDES, 2016). Segundo (MARTINS, 2022) o bloco de concreto possui peso de 154,40kg/m<sup>2</sup>, enquanto o bloco cerâmico 76,40kg/m<sup>2</sup>, uma diferença de 49,48%.

A NBR 6136 determina o peso aproximado dos blocos de concreto vazados, sendo 14kg a unidade para a medida 14x19x39cm e 18,5kg unitários para o bloco com 19x19x39cm. Quanto ao peso unitário dos blocos cerâmicos, a (FKCOMERCIO, 2022) determina com 5,7kg e 7,4kg os blocos com as mesmas medidas dos blocos de concreto citados acima, respectivamente. Já a fabricante de blocos (ABCD, 2022) fornece os valores de 13kg médios para o bloco de concreto e 8kg para o bloco cerâmico, se tratando da medida 19x19x39cm.

Em relação ao peso do bloco celular autoclavado, segundo (ASSMANN, 2016) estes são mais leves que os blocos cerâmicos, proporcionando redução de custo na estrutura da edificação. De acordo com a fabricante de blocos celulares (SIM, 2020), estes possuem consumo de 13kg/m<sup>2</sup>, contra 36,29kg/m<sup>2</sup> dos blocos cerâmicos e 19,92kg/m<sup>2</sup> dos blocos de concreto, considerando os blocos com medidas de 60x30x10cm, 29x19x9cm e 39x19x9cm, respectivamente.

A NBR 6120/2019 determina o peso dos blocos analisados em relação à espessura de revestimento por face, de acordo com a tabela abaixo:

Alvenaria	Espessura nominal do elemento cm	Peso - Espessura de revestimento por face kN/m <sup>2</sup>		
		0 cm	1 cm	2 cm
<b>ALVENARIA DE VEDAÇÃO</b>				
Bloco de concreto vazado (Classe C – ABNT NBR 6136)	6,5	1,0	1,4	1,8
	9	1,1	1,5	1,9
	11,5	1,3	1,7	2,1
	14	1,4	1,8	2,2
	19	1,8	2,2	2,6
Bloco cerâmico vazado (Furo horizontal - ABNT NBR 15270-1)	9	0,7	1,1	1,6
	11,5	0,9	1,3	1,7
	14	1,1	1,5	1,9
	19	1,4	1,8	2,3
Bloco de concreto celular autoclavado (Classe C25 – ABNT NBR 13438)	7,5	0,5	0,9	1,3
	10	0,6	1,0	1,4
	12,5	0,8	1,2	1,6
	15	0,9	1,3	1,7
	17,5	1,1	1,5	1,9
	20	1,2	1,6	2,0

Tabela Peso Alvenaria. Fonte: ABNT, NBR 6120/2019.

## 6. METODOLOGIA

Será utilizada como metodologia uma análise comparativa entre os blocos cerâmico, de concreto e de concreto celular autoclavado através de ordenação de desempenho em relação às seguintes constantes: Estanqueidade, Condutividade Térmica, Custo, Resistência à Compressão e Desempenho Acústico. O critério utilizado será o levantamento bibliográfico realizado pelo presente estudo, e a avaliação será em formato de colocação de acordo com o desempenho.

Os dados obtidos através de levantamento bibliográfico serão utilizados em tabelas e gráficos visando a visualização do desempenho individual de cada bloco nos diferentes critérios, que conseqüentemente proporcionarão uma tabela de vantagens e desvantagens.

## 7. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Primeiramente foi elaborada tabela de colocação dos blocos, onde o critério utilizado foi a colocação do bloco em relação ao critério analisado, e posteriormente a tabela de pontuação, onde se adotou o critério de 3 pontos para melhor, 2 pontos para intermediário e 1 ponto para pior desempenho.

Aa tabelas e gráficos dos resultados nos permite analisar a vantagem existente do bloco cerâmico em relação aos demais blocos, isso se dá devido à vantagem de desempenho em relação a estanqueidade, condutividade térmica e isolamento acústico. Porém o presente estudo encontrou divergências nos autores quanto ao desempenho dos blocos analisados se tratando da resistência à compressão, uma vez que há autores que realizaram análises laboratoriais onde o bloco cerâmico teve melhor desempenho, e outros onde o bloco de concreto foi mais eficiente.

Critério	Colocação		
	Estanqueidade	Cerâmico	Concreto/BCCA
Condutividade Térmica	Cerâmico	Concreto	BCCA
Custo	BCCA	Cerâmico	Concreto
Resistência à Compressão	Cerâmico/Concreto/BCCA		
Isolamento Acústico	Cerâmico	Concreto/BCCA	
Peso	BCCA	Cerâmico	Concreto

Tabela 1. Desempenho dos blocos – posicionamento. Fonte: Autor.

Critério	Cerâmico	Concreto	BCCA
Estanqueidade	3	2	2
Condutividade Térmica	3	2	1
Custo	2	1	3
Resistência à Compressão	3	3	3
Isolamento Acústico	3	2	2
Peso	2	1	3
	16	11	14

Tabela 2. Desempenho dos blocos – pontuação. Fonte: Autor.

Para desenvolvimento dos gráficos foram utilizados os dados e resultados laboratoriais de diferentes autores referenciados no presente estudo, que anteriormente foram inseridos em tabelas para melhor entendimento dos dados.

ESTANQUEIDADE			
	Absorção média	Absorção inicial	Absorção total
Cerâmico	13,91%	68,25	13,91
Concreto	4,86%	46,07	4,86
	65,06%	32,49%	65,06%

Tabela 3. Estanqueidade (absorção). Fonte: (HATTGE, 2004).

CONDUTIVIDADE TÉRMICA			
Critério	Concreto	Cerâmico	BCCA
Resistência térmica total	0,368	0,396	0,227
Transmitância térmica total	2,718	2,526	4,403
Capacidade térmica	94,711	127,51	240
Resistência térmica total	Cerâmico > Concreto 7,07% > BCCA 42,67%		
Transmitância térmica total	Cerâmico > Concreto 7,6% > BCCA 74,3%		
Capacidade térmica	BCCA > Cerâmico 46,87% > Concreto 60,53%		

Tabela 4. Condutividade térmica. Fonte: (FIEGENBAUM, 2018)

CUSTO		
	Custo global (R\$/m <sup>2</sup> )	Planos verticais
Cerâmico	1209,61	194,91
BCCA	1151,23	173,95
	4,82%	10,75%
Concreto	R\$50/m <sup>2</sup>	
Cerâmico	R\$22,30/m <sup>2</sup>	55,40%

Tabela 5. Custos dos blocos. Fonte: (MENEGHEL, 2017), (BIANQUINI, 2016).

	PESO					CARGA (Kn)	
	Consumo	Peso (14cm)	Peso (19cm)	Peso (19cm)		Bloco 14cm	Bloco 19cm
Concreto	154,40kg/m <sup>2</sup>	14kg	18,5kg	13kg	Concreto	1,4	1,8
Cerâmico	76,4kg/m <sup>2</sup>	5,7kg	7,4kg	8kg	Cerâmico	1,1	1,4
BCCA					BCCA	0,9	1,2
Concreto	100%	100%	100%	100%		100%	100%
Cerâmico	49,48%	40,71%	40%	61,54%		78,57%	77,77%
BCCA						64,28%	66,66%

Tabela 6. Peso e carga dos blocos. Fonte: (MARTINS, 2022), (ABNT, 2019).

O levantamento bibliográfico do presente estudo não foi capaz de obter dados suficientemente confiáveis em relação a resistência à compressão dos blocos analisados, havendo divergência entre diferentes autores, inclusive com ensaios laboratoriais que favoreciam ora os blocos cerâmicos e outrora os blocos de concreto. Essa divergência pode estar associada à fabricação dos blocos analisados, uma vez que tanto o cerâmico quanto o bloco de concreto possuem processos industrializados que envolvem temperaturas e períodos de cura, podendo haver divergência entre fabricantes. A relação água/cimento da fabricação dos

blocos também consiste em fator determinante para a análise de resistência à compressão, influenciando diretamente na resistência dos mesmos.

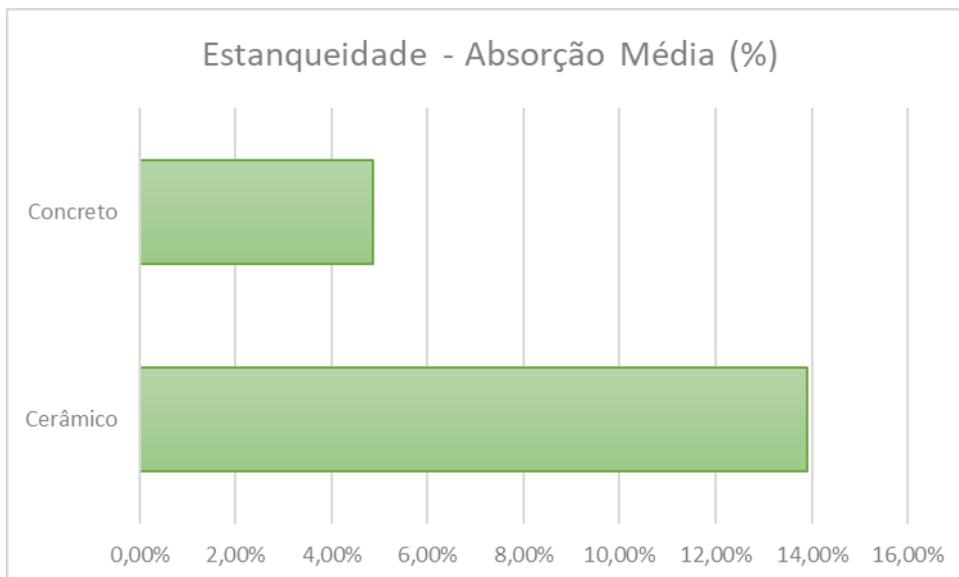


Gráfico 1. Estanqueidade – Absorção média. Fonte: Autor, 2022.

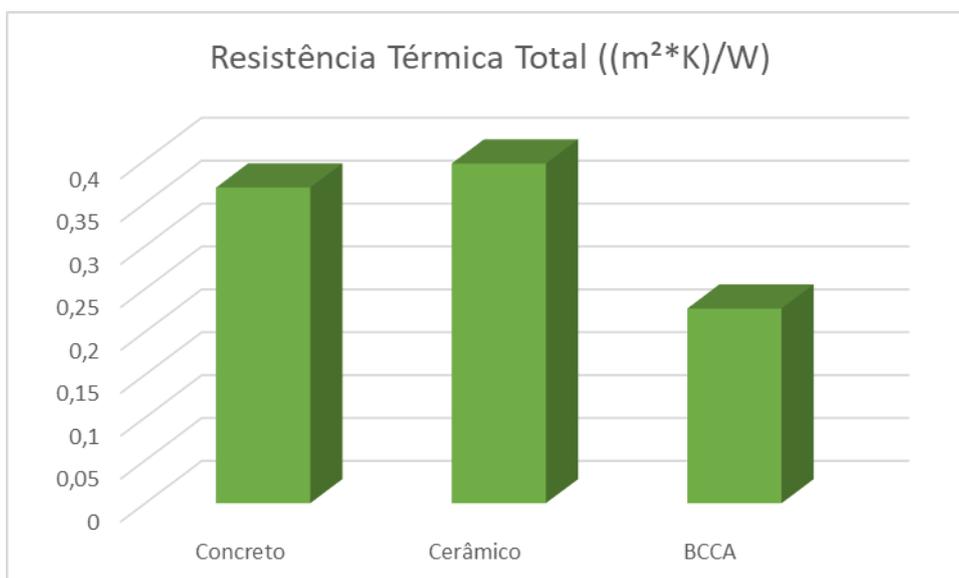


Gráfico 2. Resistência Térmica. Fonte: Autor, 2022.

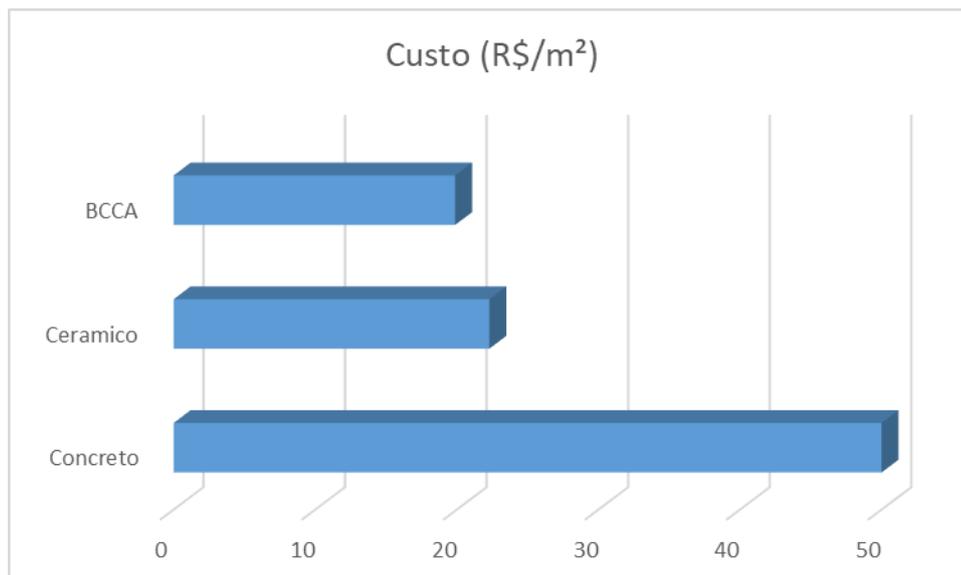


Gráfico 3. Custo. Fonte: Autor, 2022.

Em relação ao custo dos blocos analisados, o de concreto celular autoclavado se mostrou o menor custo devido a sua forma racionalizada de execução. Suas peças de geometria e dimensões maiores que os demais permitem uma mão de obra mais rápida e sem desperdício, mesmo embora seu custo unitário dos blocos seja maior que os restantes.

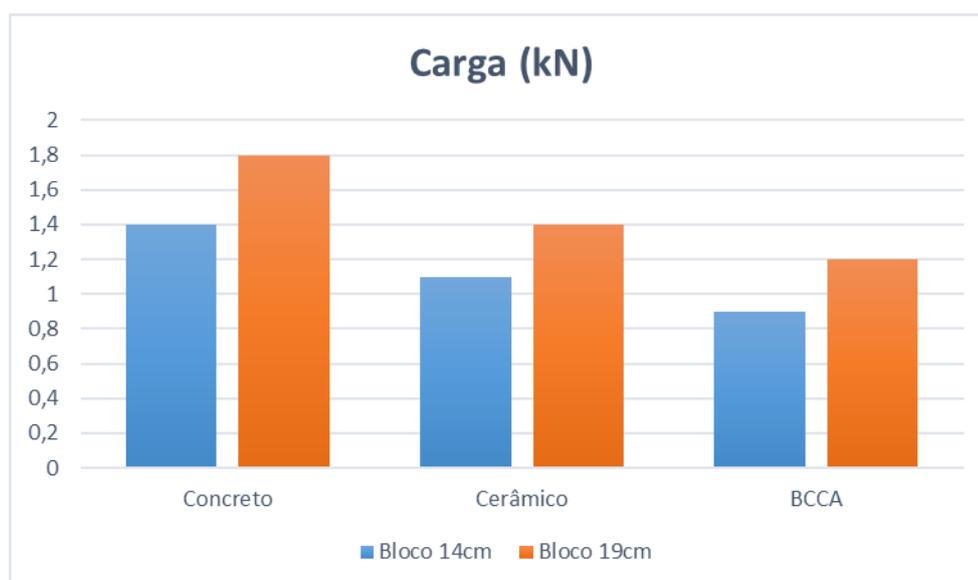


Gráfico 4. Carga dos blocos. Fonte: Autor, 2022.

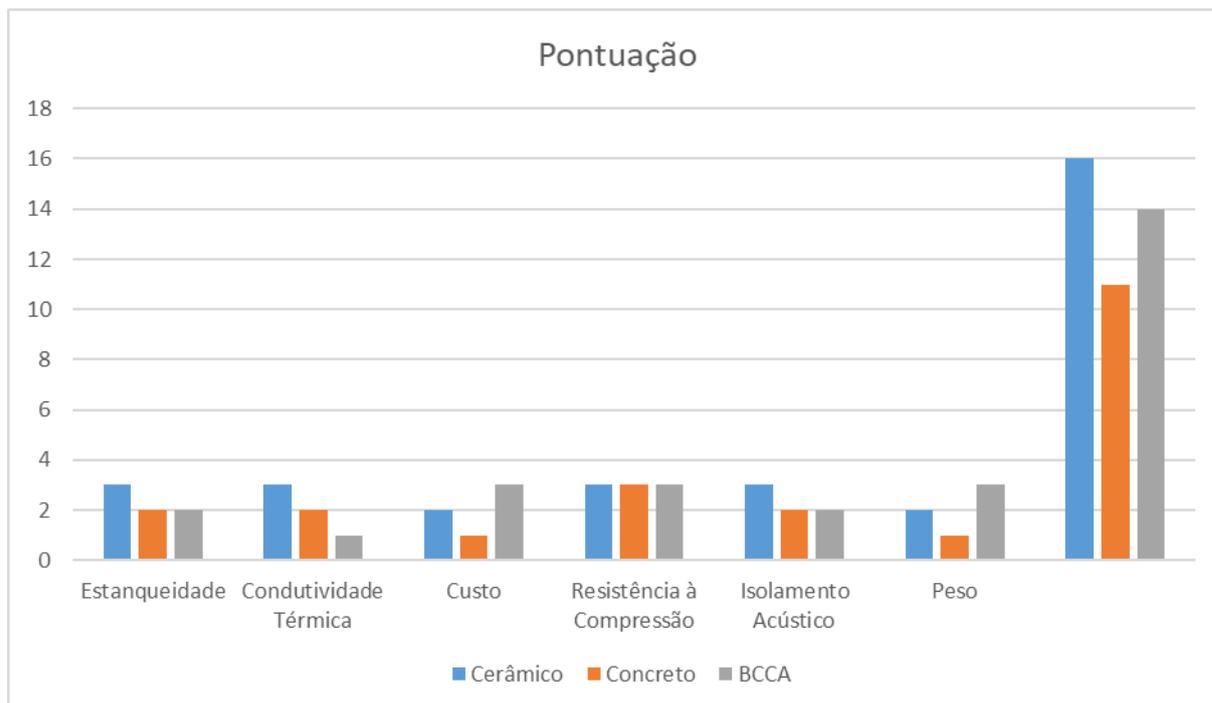


Gráfico 5. Pontuação geral dos blocos. Fonte: Autor, 2022.

## 8. CONCLUSÕES

Ao analisar o desempenho dos blocos de materiais diferentes conforme proposto pelo presente estudo, verifica-se a variação do desempenho em cada constante, de maneira que para uma tomada de decisão sobre qual material utilizar é necessária uma análise geográfica e de projeto. Geograficamente as regiões brasileiras possuem diferenças climáticas que influenciam diretamente no desempenho dos materiais, a região Sul por exemplo que devido às temperaturas mais baixas possui uma cultura de utilização de blocos cerâmicos, que verificou-se neste estudo que possuem melhor desempenho térmico. O projeto então deve considerar as necessidades térmicas, acústicas, de umidade, de custo, resistência e de peso que esses elementos irão exigir, para então tornar possível uma tomada de decisão em relação a quais materiais utilizar.

Analisando os resultados como um todo, o bloco cerâmico possui vantagem em relação aos demais blocos estudados, pois no que diz respeito aos critérios analisados este obteve mais resultados positivos, caso não houvesse necessidade específica em projeto.

Em relação a resistência à compressão, o estudo encontrou divergências entre a vantagem do uso de bloco cerâmico e de concreto. Se tratando do presente estudo,

mesmo que fosse considerado o melhor desempenho dos blocos de concreto, o resultado não seria diferente, porém caso o projeto exija a necessidade de blocos com maior resistência haveria necessidade de estudos e análises mais aprofundadas para o real entendimento do desempenho dos diferentes blocos neste aspecto.

Como sugestão para continuidade do estudo pode-se citar simulações em diferentes situações de projeto, visando a análise de resultados diferentes; elaboração de algoritmo para escolha de melhor solução e relação de orçamentos de obra com necessidades de projetos e clientes.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 6136. Blocos Vazados de Concreto Simples para Alvenaria-Requisitos. 2014.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10.520: informação e documentação – apresentação de citações em documentos. Rio de Janeiro, 2001.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13438: Blocos de concreto celular autoclavado. Rio de Janeiro, 2013. 5 p.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15220 - Desempenho Térmico de Edificações – Rio de Janeiro, 2005.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15270-1: componentes cerâmicos; parte 1: blocos cerâmicos para alvenaria de vedação, terminologia e requisitos. Rio de Janeiro, 2005.

ABNT –ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575-4:2013: Edifícios Habitacionais –Desempenho. Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas -SVVIE –Rio de Janeiro, 2013.

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.

BARBOSA, E. M. L. Análise comparativa entre alvenaria em bloco cerâmico de vedação e dry wall. Revista Especialize Online IPOG. Edição 10. 2015.

BAUER, E. Resistência a penetração da chuva em fachadas de alvenaria de materiais cerâmicos: uma análise de desempenho. Mestrado em Engenharia. UFRGS. Porto Alegre. 1987.

BIANQUINI, F. M.; DARÉ, M. E. Estudo comparado dos custos diretos entre os sistemas de vedação com alvenaria de blocos cerâmicos e com alvenaria de blocos de concreto celular autoclavado. UNESC. 2016. 22p.

BISTAFÁ, SYLVIO R. Acústica aplicada ao controle do ruído. São Paulo: Edgard Blücher, 2006.

BUSSAB, S.; CURY, F. J. Arquitetura. In: TAUIL, C. A. (Coord.). Manual técnico de alvenaria. São Paulo: ABCI/PROJETO, 1990. p. 17-42.

CAMPOS, F. T. N. Alvenaria armada em blocos de concreto: Um estudo comparativo. 1993. 251p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal Fluminense, Niterói: UFF, 1993.

CAMACHO, J. S. Projeto de edificações de alvenaria estrutural. Ilha Solteira: Universidade Estadual Paulista Júlio Mesquita Filho, 2006.

CARVALHO, F. M., SANTANA, K. A. Comparativo do conforto térmico e acústico entre os métodos construtivos de alvenaria convencional com bloco cerâmico, parede de concreto e alvenaria com bloco de concreto, em Sobral, Ceará. Universidade Estadual Vale do Acaraú, 2019.

COSTA, Marianne R. M. M.. Método construtivo de alvenaria de vedação de blocos de concreto celular autoclavado. 1996. 21 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia da Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

COSTA, Ennio C. Física aplicada à construção: conforto térmico. 4º ed. São Paulo, 2003.

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 - Ipog, Porto Alegre, 2016.

EQUIPE DE OBRA. Blocos de concreto. 2012. Disponível em: <<http://equipedebra.pini.com.br/construcao-reforma/53/blocos-de-concreto-precos-abaixo-da-media-podem-ser-272068-1.aspx>>. Acesso em: 5 set. 2015.

FERRAZ, Fabiana de Carvalho. Comparação dos sistemas de alvenaria de vedação: bloco de concreto celular autoclavado x bloco cerâmico. 2011. 97 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Construção Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

FIGENBAUM, A. C.; FERREIRA, M. F. Análise comparativa de isolamento térmico entre painéis pré moldados, alvenaria de vedação de blocos de concreto e blocos cerâmicos, para atender a NBR 15575, para fins de conforto térmico. Univates. 2018. 14p.

FILHO, J. A. A. S. Blocos de concreto para alvenaria em construções industrializadas. Escola de Engenharia de São Carlos. 2007.

FROTA, Anésia B.; SCHIFFER, Sueli R. Manual do conforto térmico. 8ª ed. 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.

IKEMATSU, Paula. Estudo da refletância e sua influência no comportamento térmico de tintas refletivas e convencionais de cores correspondentes. 2007. Dissertação de mestrado (Construção civil e urbana) da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Disponível em: . Acesso em: 01 de setembro de 2017.

IIDA, ITIRO. Ergonomia – Projeto e produção. 2ª Edição revisada e ampliada, São Paulo: Edgard Blücher, 2005.

JAWOROWSKI, H. C. Estudo experimental em alvenaria estrutural: resistência à compressão e resistência de aderência. Dissertação Mestrado. UFRGS. Porto Alegre, 1990.

KAZMIERCZAK, C. S. Desempenho de paredes de materiais cerâmicos a penetração de água da chuva: uma análise de fatores condicionantes. 1989. 127p. Porto Alegre.

KLIPPEL FILHO, S. et al Influência da espessura de revestimentos de argamassa no desempenho acústico de alvenarias de blocos cerâmicos. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 19, n. 2, p. 145-156, abr./jun.2019.

LAMBERTS, Roberto et al. Eficiência energética na arquitetura. 2014. [3.ed.] Rio de Janeiro.

MAGALHÃES, L. N. Análise comparativa dos blocos de solo-cimento, de concreto e cerâmicos utilizados na construção civil do sudeste brasileiro. Universidade FUMEC – Mestrado em Construção Civil, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil, 2010.

MAPA DA OBRA. Bloco cerâmico ou de concreto?. <https://www.mapadaobra.com.br/inovacao/bloco-ceramico-ou-de-concreto>. 2018. Acesso em 13/11/2022.

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

MENEGHEL, Guilherme.; DARE, M. E. Comparativo de custos diretos entre os sistemas construtivos light steel framing e concreto armado com vedação em blocos cerâmicos e em blocos de concreto celular autoclavado. Unesc. 2017. 16p.

NASCIMENTO, L. O. Alvenarias. Rio de Janeiro: 2004. Disponível em: . Acesso em: 20 de outubro de 2016.

NOGUEIRA, A. M. M. et al. Alvenaria de vedação comum x gesso acartonado. Pós-Graduação em Construção Civil – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2004.

OLIVEIRA, K. E. C. Estudo comparativo de desempenho mecânico e térmico entre o bloco cerâmico e bloco de concreto. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. Ijuí, 2019.

PAULUZZI, G. Alvenaria de vedação. 2012. Disponível em: <<http://www.pauluzzi.com.br/vedacao.php>>. Acesso em: 5 set. 2015.

RODRIGUES, A. V. O que é isolamento sonoro? Portal acústica. 2019. <https://portalacustica.info/isolamento-sonoro/>. Acesso em 13/11/2022.

ROMAN, H; FILHO, S. P. Manual de alvenaria estrutural com blocos cerâmicos. Disponível em: <<https://docente.ifrn.edu.br/valtencirgomes/disciplinas/construcao-civil-ii-1/manual-de-alvenaria-estrutural>>. Acesso em: 1 set. 2015.

SABBATINI, F. H. O processo construtivo de edifícios de alvenaria estrutural sílico-calcária. 1984. 298p. São Paulo.

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.

SANTOS, M. O. Avaliação da resistência à compressão de prismas cerâmicos e de concreto. Trabalho de conclusão e curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão. 2016.

SILVA, L. D. Técnicas e procedimentos para assentamento de alvenaria de vedação e estrutural. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2007.

THOMAZ, E. Patologia. In: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADA. Manual técnico de alvenaria. São Paulo, 1990. p. 97-117.

THOMAZ, E. Tecnologia, Gerenciamento e Qualidade na Construção. São Paulo: PINI, 2001.

THOMAZ, E.; FILHO, C. V. M.; CLETO, F. R.; CARDOSO, F. F. Código de práticas nº 1: Alvenaria de vedação em blocos cerâmicos. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. 2009.

VIANA, S. A. O.; ALVES, E. C. Análise de Custo e Viabilidade Dentre os Sistemas de Vedação de Bloco Cerâmico e Drywall Associado ao Painel Monolite EPS. Rio de Janeiro: Abpe, 2013. 13 v.

VIANNA, Nelson Solano; RAMOS, José Ovídio. Acústica arquitetônica & urbana. Apostila do Curso de Extensão em Arquitetura e Urbanismo da Empresa YCON. 2005, 79 p.