

Análise comparativa de desempenho térmico e acústico entre vedações internas de alvenaria de bloco cerâmico e bloco de concreto celular autoclavado.

Comparative analysis of thermal and acoustic performance between internal ceramic block masonry seals and autoclaved cellular concrete block.

Carolina Marieli Ataíde, Acadêmica do curso de Engenharia Civil da UNIJUÍ.

carolina.attaide@hotmail.com

Tenile Rieger Piovesan, Orientadora, Professora do curso de Engenharia Civil da UNIJUÍ, Mestre - UFSM.

tenile.piovesan@unijui.edu.br

Resumo

Com o avanço da entrada de novas tecnologias na construção civil, há o interesse em conhecer materiais que possuam agilidade, rapidez, flexibilidade e atendam às exigências de desempenho solicitadas pelos usuários. Através da análise de ensaios científicos realizados por estudos recentes, é possível conhecer os índices de desempenho acústico e térmico do bloco cerâmico vazado e do bloco de concreto celular autoclavado. A partir disso, foi possível realizar um comparativo e selecionar o material que se enquadra a partir das necessidades desejadas pelo consumidor. Apesar do bloco cerâmico vazado ser bastante difundido na cultura brasileira, o bloco de concreto celular autoclavado obteve melhor resultado nos desempenhos dos itens estudados. Portanto, os novos sistemas construtivos alavancados pela NBR 15.575 (ABNT, 2013) tornaram-se boas opções de utilização tanto para os usuários quanto para as empresas e construtoras, agilizando a execução, diminuindo custos e garantindo conforto.

Palavras-chave: Materiais de construção; Propriedades; Especificidades; Alvenarias.

Abstract

With the advancement of new technologies in civil construction, there is an interest in knowing materials that have agility, speed, flexibility and meet the demands of performance requested by users. Through the analysis of scientific studies carried out by recent studies, it is possible to know the acoustic and thermal performance indexes of the cast ceramic block and the autoclaved cellular concrete block. From this, it was possible to perform a comparative and select the material that fits from the needs desired by the consumer. Although the cast ceramic block was very widespread in the Brazilian culture, the autoclaved cellular concrete block obtained better results in the performance of the studied items. Therefore, the new building systems leveraged by NBR 15,575 (ABNT, 2013) have become good options for users, as well as for companies and builders, speeding execution, reducing costs and ensuring comfort.

Keywords: *Construction Materials; Properties; Specificities; Masonry.*

1. Introdução

Devido à alvenaria de vedação possuir grande relevância no setor da construção civil, é de suma importância à industrialização e racionalização dos elementos constituintes da vedação para garantir maior eficiência do sistema construtivo que se faz cada vez mais necessário (FERRAZ, 2011).

Com o passar do tempo, os materiais da construção civil evoluíram, tornando-se mais leves e esbeltos. Com isso, a carga nas estruturas foi reduzida além de ocorrer à diminuição das espessuras das paredes ocasionando economia na estrutura e aumento das áreas internas. Porém, Pinto (2011) ressalta que com a redução da massa e espessura das paredes, houve uma piora quanto ao desempenho acústico e térmico das edificações.

Conforme cita Losso e Viveiros (2004), atualmente existe uma contínua busca por materiais de alto desempenho, baixo custo de implantação, manutenção e rapidez de execução. Logo, nota-se que os usuários das edificações estão com um nível de exigência cada vez maior. Características qualitativas e quantitativas estão sendo amplamente consideradas no projeto e, posteriormente, ao se ocupar o objeto arquitetônico.

Assim sendo, é necessário estudar o comportamento dos diferentes sistemas de alvenarias empregadas nos dias de hoje na construção civil quanto ao isolamento acústico e térmico e verificar se esse atende aos níveis mínimos para que os ambientes promovam conforto aos seus usuários (PINTO, 2011).

Witzke (2015) comenta que para propiciar uma melhor qualidade de vida ao usuário da edificação, é necessário que a habitação seja planejada com um material que possua boas propriedades de desempenho térmico e acústico, garantindo uma temperatura confortável internamente e para que os ruídos não sejam transmitidos.

O bloco de concreto celular, apesar de existir e ser utilizado há muito tempo, é um modelo de inovação nos sistemas construtivos do Brasil. Este material também pode ser considerado sustentável, quando empregado com materiais reutilizáveis como o EPS (ASSMANN, 2016).

O objetivo deste estudo é realizar a comparação de parâmetros de desempenho em relação ao comportamento térmico e acústico do bloco de concreto celular autoclavado e do bloco cerâmico vazado verificando qual material possui os melhores índices através da observação de resultados de ensaios já realizados.

2. Metodologia

Para realizar a comparação do desempenho de sistemas de vedações verticais internas entre blocos cerâmicos e blocos de concreto celular autoclavado foram utilizados ensaios realizados em sua maioria por estudantes, onde seus trabalhos foram publicados em datas recentes possibilitando maior veracidade e convicção dos resultados. Os estudos foram efetuados em campo e em laboratório. A partir disso, houve a comparação dos índices de condutividade térmica para avaliar o desempenho térmico e índices de isolamento sonora (R_w) e diferença padronizada de nível ponderada entre ambientes ($D_{nT,w}$) para avaliar o

desempenho acústico dos blocos selecionados para o estudo.

Os ensaios realizados em campo representam melhor a atuação quanto à isolamento sonora dos elementos em estudo. Porém, estudos laboratoriais constituem situações idealizadas, demonstrando resultados mais elevados do que os encontrados nos edifícios (PINTO, 2011).

A partir do estudo de comparação entre os blocos determinados para o estudo, é possível realizar a verificação se os dados encontrados atendem aos requisitos de desempenho. Através disso pode-se escolher o sistema que melhor se adequar as necessidades dos usuários e edificações (FERRAZ, 2011).

3. Resultados e Discussões

De acordo com Júnior (2004), as vedações verticais garantem suporte e proteção para as instalações do edifício e geram as condições de habitabilidade. A rigor, fazem parte das vedações verticais as paredes, as esquadrias e os revestimentos. As vedações verticais internas, além de dividir ambientes e unidades distintas, precisam possuir características próprias que obtenham um bom isolamento acústico e térmico (COSTA, 2016).

A alvenaria de vedação pode ser definida como aquela que não seja dimensionada para resistir a cargas além do próprio peso. A vedação vertical responde pela proteção contra agentes como chuva, vento, entre outros além da divisão de ambientes internos. A maioria dos edifícios com sistema construtivo convencional se utiliza de paredes de alvenaria para o fechamento de vãos (TÉCHNE, p.1, 2006).

A NBR 15575 - Edificações habitacionais – Desempenho (ABNT, 2013), normatiza o desempenho térmico, acústico e outros das edificações, apontando métodos para a verificação do desempenho térmico e acústico de habitações (VIAPIANA, 2017).

3.1 Desempenho Acústico

É comum atualmente o uso de paredes simples de alvenaria onde apenas variam-se os materiais constituintes de sua execução e as espessuras das mesmas. Com a evolução dos sistemas construtivos, as paredes tornaram-se mais leves e esbeltas, o que acabou prejudicando o desempenho acústico das vedações verticais (PINTO, 2011).

O isolamento sonoro aéreo pode ser definido como a capacidade de uma divisória, parede ou até mesmo de um ambiente, em isolar, bloquear sons e ruídos, ou parte desses, propagados pelo ar (PINTO, 2011).

De acordo com a NBR 15575-4 (ABNT, 2013), os conjuntos finais dos elementos constituintes em uma alvenaria de vedação precisam atender aos critérios mínimos de desempenho acústico conforme Tabela 1:

Elemento	DnT,w(dB)	Rw(dB)	Nível de Desempenho
Parede entre unidades habitacionais autônomas	40 a 44	45 a 49	M (mínimo)
(parede de geminação)	45 a 49	50 a 54	I (intermed.)
	> 50	>55	S (superior)

Tabela 1: Diferença padronizada de nível ponderada entre ambientes DnT,w para ensaio de campo e índice de redução sonora ponderado dos elementos construtivos (Rw) para ensaio de laboratório.

Fonte: Adaptado da NBR 15575-4 (ABNT, 2013).

Ensaio realizados em campo podem obter uma redução de exigência de 5dB (decibels) (ASSMANN, 2016).

3.1.1 Bloco de Concreto Celular Autoclavado

Segundo Witzke (2015), no mercado são encontrados blocos com dimensões de 300 mm de altura, 600 mm de largura e espessura mínima de 75 mm até a espessura de 200 mm.

Ferraz (2011, p.21) estabelece o concreto celular como um bom isolante acústico: “por ser constituído de estrutura aerada, que absorve melhor as ondas sonoras incidentes e dificulta a sua transmissão para outro ambiente”.

O concreto celular autoclavado possui células fechadas, aeradas e uniformemente distribuídas. A cura ocorre em autoclave com alta pressão e temperatura (BERVIG, 2017).



Figura 1: Detalhes do Bloco de Concreto Celular Autoclavado (BCCA). Fonte: Bervig (2017)

De acordo com ensaio realizado pelo Laboratório de Materiais de Construção Civil – LMCC em 2015 para uma alvenaria de BCCA com espessura de 20 cm revestida com argamassa industrializada com 3 cm em ambos os lados finalizando em 26 cm de espessura total. “[...] os resultados do ensaio para a alvenaria com dimensão total de 4,12 m de comprimento e 3,20 m de altura obteve um índice de redução sonora de 48 dB. Neste caso os desempenhos mais rigorosos exigidos pela norma atingem os 50 dB” (ASSMANN, 2016).

Azeredo (1997) cita em seu livro que o isolamento acústico médio do BCCA chega a 42 dB e para a empresa Celucon (2018) o isolamento acústico do bloco é de 51 dB com dimensões de 19x20x60.

3.1.2 Bloco Cerâmico Vazado

Conforme ensaios realizados por Neto e Bertoli (2010), comparando-se duas espessuras de blocos cerâmicos vazados horizontalmente obteve-se, seguindo os critérios da norma NBR 15575-4 (ABNT, 2013), os seguintes resultados conforme Tabela 2:

_____	_____
_____	_____

Resultados dos testes	11,5cm	14,0cm
Laboratório R_w (dB)	37	35
Campo $D_{nT,w}$ (dB)	37	41

Tabela 2: Análise do desempenho de paredes – cerâmica. Fonte: Adaptado de Neto e Bertoli (2010).

As paredes foram ensaiadas com 1,5cm de argamassa em ambos os lados e observando a Tabela 2, nota-se que somente a parede de 14cm no ensaio em campo atendeu a NBR 15575-4 (ABNT, 2013) de forma mínima (M).

Para paredes executadas com blocos cerâmicos de vedação com reboco de argamassa nos dois lados, totalizando 18cm de espessura encontrou-se o valor de 43 dB de isolamento sonora. Um fator que contribui para um melhor desempenho de isolamento sonora das alvenarias é o revestimento de argamassa, conhecido na prática da construção civil como reboco. (SILVA *et al.*, 2000).

Para confirmar o valor encontrado por Silva *et al.* (2000), através de ensaio realizado com paredes de blocos cerâmicos 6 furos em ambientes internos totalizando uma espessura de 20cm resultou em uma diferença padronizada de nível ponderada de 44dB $D_{n,Tw}$. Esta medição foi realizada em paredes de alvenaria do setor íntimo de um apartamento, mais especificamente entre divisórias verticais de dormitórios (PINTO, 2011).

3.2 Desempenho Térmico

Os materiais de construção possuem no seu interior matéria no estado sólido, líquido e gasoso. Dito isso, “a transferência de calor interna envolve três processos distintos: a condução através do sólido, da água e do ar, a convecção através dos movimentos dos gases e a radiação entre as superfícies sólidas” (MOTA, 2001 p. 45).

Um dos requisitos da NBR 15.575 (ABNT, 2013) é que diariamente, a temperatura máxima no interior de ambientes de estadia prolongada sem a presença de pessoas ou máquinas/equipamentos emissores de calor, deve ser menor ou a igual à temperatura máxima do exterior da edificação.

A NBR 15575-4 (ABNT, 2013) estabelece os limites de transmitância térmica baseando-se na zona bioclimática em que a edificação encontra-se (ASSMANN, 2016). Seguindo a norma, o Rio Grande do Sul está enquadrado na zona Z2.

Como na região Sul do Brasil a temperatura pode variar em pouco tempo, é fundamental que a alvenaria proporcione resistência, gerando conforto térmico e economia energética ao utilizar menos equipamentos de condicionamento de ar obtendo temperatura agradável naturalmente (COSTA, 2016).

Ao analisarmos o desempenho térmico, um dos critérios a serem avaliados pelos componentes da alvenaria é a transmitância térmica. “A transmitância térmica depende das espessuras e da condutividade térmica dos materiais que a compõe” (VIAPIANA, 2017, p.25).

A condutividade térmica pode ser definida como uma propriedade que apresenta o fluxo de calor através da superfície do material (MOTA, 2001).

3.2.1 Bloco de Concreto Celular Autoclavado

Os poros da estrutura interna do bloco de concreto celular autoclavado garantem baixa condutividade térmica ao material, através de sua baixa densidade gerada também pelos poros (MOTA, 2001).

Conforme o relatório técnico elaborado pela empresa Latitude bio.arquitetura, os blocos de concreto celular autoclavado apresentam índice de resistência térmica igual a 0,5959 m²K/W, transmitância térmica igual a 1,6781 W/ (m².K), capacidade térmica de 174 kJ/ (m².K) e atraso térmico de 3,95 h (WITZKE, 2015).

Seguindo os ensaios de KRÜGER *et al* (2004 apud COSTA, 2016), conforme Tabela 3, é possível observar a variação de desempenho entre o bloco cerâmico e o bloco de concreto celular autoclavado quando comparados com a temperatura externa.

Protótipos (Células teste)	Mínima (°C)	Média (°C)	Máxima (°C)
Tijolo cerâmico furado (9x14x19cm)	4,4	15,5	28,3
Bloco de CCA (15x30x60cm)	7,1	14,94	23,2
Externo	3	14,86	28,7

Tabela 3 : Comparação entre temperaturas de dois protótipos (sem revestimento). Fonte: Adaptado de Kruger *et al.* (2004).

Através de sua composição de material leve, os blocos de concreto celular são normalmente maiores que os blocos cerâmicos ou de concreto (FERRAZ, 2011). Mesmo possuindo dimensões divergentes, nota-se que o bloco de concreto celular autoclavado possui bom desempenho frente ao bloco cerâmico ao analisar a temperatura mais estável entre a mínima e a máxima externamente.

Conforme ensaio elaborado pelo Centro Brasileiro de Eficiência Energética em Edificações da UFSC juntamente com a empresa Celucon (2015) com base na norma técnica ASTM C-518, o bloco de concreto celular autoclavado possui 0,152 (W/mK) de condutividade térmica, valor próximo se comparado ao coeficiente de condutibilidade térmica de 0,16 (W/m°C) apresentado pela empresa Precon (2018).

3.2.2 Bloco Cerâmico Vazado

Os blocos cerâmicos vazados indiscutivelmente são mais vantajosos quando se trata de conforto térmico quando são assentados na sua maior dimensão sendo comparado aos demais tipos e formas de alvenaria (SIMON, 2015).

Para Lamberts, Dutra e Pereira (2014) os tijolos cerâmicos possuem condutividade térmica entre 0,70 a 1,05 (W/mk). De acordo com a empresa Selecta Blocos (2009) o valor para o coeficiente de condutividade térmica dos blocos cerâmicos de vedação é de 1,00 (W/mk).

Através de *software* de cálculo computacional desenvolvido pela Universidade de Estadual de Campinas (UNICAMP) elaborado pelo professor Daniel de Carvalho Moreira, é possível determinar dados de transmitância térmica (W/ m².K), resistência térmica (m².K) /W)), capacidade térmica (kJ/(m².K)) e atraso térmico (h) (VIAPIANA, 2017).

Para um bloco com dimensões de 11,5x19x24cm com reboco em ambos os lados de 2cm foram encontrados os valores de 2,67 W/ m².K de transmitância térmica, 0,3749 m².K de resistência térmica, 201.97 kJ/(m².K) de capacidade térmica e 3,78 horas de atraso térmico.

4. Comparativo

Realizando a síntese dos resultados obtidos, pode-se verificar através da Tabela 4 os resultados encontrados.

Vedação	Fonte	Índice	Local de Ensaio	Espessura
Bloco de concreto celular autoclavado	Assmann (2016)	48 dB	Campo	20 cm
	Azeredo (1997)	42 dB	Laboratório	
	Celucon (208)	51 dB	Laboratório	
Bloco cerâmico vazado	Neto e Bertoli (2010)	35 dB	Laboratório	14 cm
		41 dB	Campo	
	Silva (2000)	43 dB	Laboratório	18 cm
	Pinto (2011)	44 dB	Campo	20 cm

Tabela 4: Comparativo acústico entre BCCA e bloco cerâmico de vedação. Fonte: Elaborado pela autora (2018).

Nota-se que o bloco cerâmico vazado possui índices medidos em campo mais baixos do que o bloco de concreto celular autoclavado mesmo quando a espessura da vedação é a mesma (20 cm). Já para os ensaios realizados em laboratório, somente Azeredo (1997) encontrou um índice de BCCA um pouco abaixo do que o bloco cerâmico por se tratar de um valor médio. Considerando que a referência data do ano de 1997, observa-se que em ensaio mais atualizado realizado pela Celucon (2018) o índice de isolamento sonoro encontrado é cerca de 21% maior do que o de Azeredo (1997).

Portanto, conclui-se que o bloco de concreto celular autoclavado possui melhor isolamento acústico em comparação ao bloco cerâmico. “Este bloco é evidenciado comercialmente por apresentar um bom desempenho acústico, devido a sua estrutura aerada que absorve as ondas sonoras incidentes sobre ele” (ASSMANN, 2016).

Quanto ao desempenho térmico dos blocos, pode-se analisar a Tabela 5.

Vedação	Fonte	Índice de Condutividade Térmica (W/mk)
Bloco de concreto celular autoclavado	Celucon (2015)	0,152
	Precon (2018)	0,16
Bloco cerâmico vazado	Lamberts; Dutra e Pereira (2014)	0,70 à 1,05
	Selecta Blocos (2009)	1,00

Tabela 5: Comparativo térmico entre BCCA e bloco cerâmico de vedação. Fonte: Elaborado pela autora (2018).

Indiscutivelmente o bloco de concreto celular autoclavado possui melhor índice de condutividade térmica com cerca de 0,16 W/mk enquanto o bloco cerâmico vazado possui 0,70 W/mk. A existência de água nos poros da estrutura do BCCA preenchidos com ar tendem a aumentar a condutividade térmica do material, pelo fato da água conduzir maior quantidade de calor que o ar (MOTA, 2001).

5. Conclusões

É possível concluir analisando somente estes dois itens de desempenho que o bloco de concreto celular autoclavado é a melhor opção quanto à utilização para vedação em termos de isolamento sonora e desempenho térmico. Os revestimentos e argamassas de assentamento são materiais que influenciam no isolamento térmico e acústico das alvenarias. Além disso, é imprescindível a execução de acordo com o que é recomendado por norma para obter desempenhos satisfatórios.

É importante observar que o bloco de concreto celular autoclavado possui dimensões maiores que os blocos convencionais e por isso necessitam de um número inferior de unidades por metro quadrado, resultando em uma construção mais limpa, de rápida execução e menor retrabalho. O peso do BCCA é menor do que o peso do bloco cerâmico vazado, o que possibilita uma redução nas cargas da estrutura da edificação.

O desempenho do BCCA é ótimo quando comparado aos materiais convencionais. Porém, deve-se levar em conta que por se tratar de uma nova tecnologia é difícil encontrar fornecedores deste material. Com isso, o custo para utilizá-lo ainda é muito alto. A cultura da construção civil tende para o uso de alvenaria convencional por ser uma técnica antiga e a sua execução ser conhecida mundialmente.

Atualmente com a valorização da NBR 15575 (ABNT,2013) houve a introdução de novos sistemas construtivos e a busca por materiais de alta qualidade e a racionalização, que além de atender os usuários, atende a empresas e construtoras facilitando a execução e diminuindo custos. Portanto, aos poucos, a sociedade brasileira vai permitir o progresso destes materiais e com isso os custos serão mais baixos. Por enquanto, limitando-se a questões de desempenho, as novas tecnologias estão muito à frente da capacidade dos elementos atuais da construção.

Referências

- ASSMANN, Lucas. *Implementação de sistemas livel na edificação do bloco de concreto celular autoclavado e do bloco cerâmico tradicional. Trabalho de conclusão de curso Engenharia Civil. UFSC. Florianópolis. 2016.*
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575: Edifícios - Requisitos mínimos de desempenho térmico e acústico - Parte 4: Requisitos mínimos para os sistemas de vedação. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.
- AZEREDO, Elio. *Projeto de edificação sustentável. 1.ª ed. São Paulo: SBC, 2011.*
- BERG, André. *O uso do bloco de concreto celular autoclavado com argamassa de assentamento. Trabalho de conclusão de curso em Engenharia Civil. UFSC. Santa Maria. 2017.*

- CELUCON, Concreto Celular Autoclavado. Catálogo Digital. 2018. 10 p.
- CELUCON, Concreto Celular Autoclavado. Relatório de ensaios de condutividade térmica. Relatório de Ensaio nº 253/2015. 2015. 2p.
- COSTA, Odivan de. Estudo de viabilidade técnica: Alvenaria de Vedação com blocos cerâmicos vazados na horizontal versus alvenaria de blocos de concreto celular autoclavado. Artigo publicado na Revista on-line IPOG. Porto Alegre, 2016. 16p.
- FERRAZ, Fabiana de Carvalho. Comparação dos sistemas de alvenaria de vedação: Bloco de concreto celular autoclavado x Bloco cerâmico. Dissertação para obtenção do título de Mestre em Construção Civil da UFMG. Belo Horizonte, 2011. 97p.
- JÚNIOR, Alberto Casado Lordsleem. Execução e Inspeção de Alvenaria Racionalizada. São Paulo. 3ª ed. O Nome da Rosa Editora Ltda. 2004. 99 p.
- MOTA, Jacqueline A. R. Influência da junta vertical na resistência à compressão de prismas em alvenaria estrutural de blocos de concreto e blocos de concreto celular autoclavado. Dissertação de mestrado na UFMG. Programa de Pós-Graduação em Construção Civil. Belo Horizonte. 2001. 223 p.
- NETO, Maria de Fatima Ferreira; BERTOLI, Stelamaris Rolla. Desempenho acústico de paredes de blocos e tijolos cerâmico: uma comparação entre Brasil e Portugal. Ambiente Construído, v. 10, n.4, p. 169-180. Porto Alegre, 2010. 12p.
- LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando O. R. Eficiência Energética na Arquitetura. 3ª ed. 2014. 382 p.
- LOSSO, Marco; VIVEIROS, Elvira. Gesso acartonado e Isolamento acústico: Teoria Versus Prática no Brasil. São Paulo, 2004.
- MOREIRA, Daniel de Carvalho. Software: propriedade térmica dos materiais. 2003. 2ª versão. Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP. Disponível em: <<http://www.fec.unicamp.br/~damore/conforto27.swf>>. Acesso em: 15/12/2018.
- PINTO, Rodrigo Barcelos. Determinação experimental e numérica da redução sonora aérea em paredes de alvenaria utilizadas em habitações. Dissertação de Mestrado – UFSM, Santa Maria. 2011. 97 p.
- PRECON, Material de Construção. Ficha técnica – Bloco Precon – Concreto Celular Autoclavado. Disponível em: <<http://precon.com.br/portal/wp-content/uploads/2017/09/bloco-cca.pdf>> Acesso em: 29/10/2018.
- SIMON, Marcieli. Análise comparativa de custo-benefício entre alvenarias na cidade de Santa Rosa-RS. Trabalho de conclusão de curso de Engenharia Civil na Unijuí. Santa Rosa. 2015. 55 p.
- SILVA, D.T.; SANTOS, J.L.P.; MACHADO, J.L.; LAZZAROTTO, N. Estudo da isolamento sonora em paredes e divisórias de diversas naturezas. V Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído e II Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído, Fortaleza. Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. Santa Maria. 2000. 9 p.
- SELECTA, Blocos. Produtos. Características térmicas e acústicas. 2009. Disponível em: <http://www.selectablocos.com.br/av_ct.html> Acesso em: 07/11/2018.



TÉCHNE, Pini. Alvenaria Racionalizada. Ed. 112. 2006. Disponível em: <
<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/112/artigo285542-1.aspx>> Acesso em:
05/11/2018.

VIAPIANA, Giovana. Verificação de desempenho térmico de bloco de concreto em habitações populares – Estudo de caso na cidade de Santo Ângelo – RS. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Civil na UNIJUÍ. Santa Rosa, 2017. 57p.

WITZKE, Franky Bruno. Análise técnico-econômica dos blocos de concreto celular autoclavado na alvenaria de vedação. Artigo publicado na Revista Engenharia e Construção Civil. Curitiba, 2015. 14p.