A INFLUÊNCIA DA ARGAMASSA NO DESEMPENHO ACÚSTICO DE PAREDES DE VEDAÇÃO COM BLOCOS CERÂMICOS[1]

STRADIOTTO, J., Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), email: justradiotto@hotmail.com; NUNES, M.F.O., UNISINOS, email: mariaon@unisinos.br

ABSTRACT

The NBR 15575 publication generated the need to understand the performance of systems and materials employed in construction. For this article a system that is widely used in Brazil was chosen with the purpose of analyzing and quantifying the acoustic performance of masonry ceramic blocks with different plaster combinations. Starting from previously conducted airborne sound insulation laboratory tests, results of three non-loadbearing wall systems were analyzed in a total of 11 compositions. The results showed that walls plastered on both sides can present up to 8dB increases in the Rw of the analyzed samples. Furthermore, we compared results of walls with filled and unfilled vertical joints and compared the results with the mass law projection.

***Keywords**: Airborne sound insulation. Acoustic performance. Masonry walls with ceramic blocks.*

1 INTRODUÇÃO

Com a publicação da norma de desempenho, ABNT NBR15575, em 2013, juntamente com o desenvolvimento tecnológico e a busca por racionalização, surgiu a necessidade de conhecer melhor os materiais utilizados na construção civil. Fabricantes e construtoras passaram a ter interesse em conhecer e avaliar seus produtos, através de ensaios em campo e laboratório, gerando um amadurecimento contínuo do setor.

O presente trabalho está focado no desempenho acústico de sistemas de vedações verticais (SVV) de materiais convencionais utilizados na construção civil. Este tema é de extrema importância para garantir conforto aos usuários, principalmente nos grandes centros urbanos, onde ruído e poluição sonora atrapalham o cotidiano da população.

Este estudo apropria-se de dados obtidos em ensaios de laboratório e visa o aprofundamento dos mesmos quanto ao desempenho acústico de SVV.

1.1 Acústica nos Edifícios

A acústica nos edifícios pode ser abordada através dos dois tipos de transmissão sonora: ruído aéreo, com propagação em meio fluido, e ruído de impacto, com propagação em meio sólido (PATRÍCIO, 2010; HARRIS, 1977). Neste trabalho, será abordado somente ruído aéreo.

A transmissão do ruído aéreo é descrita por Harris (1977) como ondas sonoras que incidem sobre uma parede causando pressão sobre ela, fazendo-a vibrar,

[1] STRADIOTTO, J.; NUNES, M. F.O. A influência da argamassa no desempenho acústico de paredes de vedação vertical com blocos cerâmicos. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 17., 2018, Foz do Iguaçu. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2018.

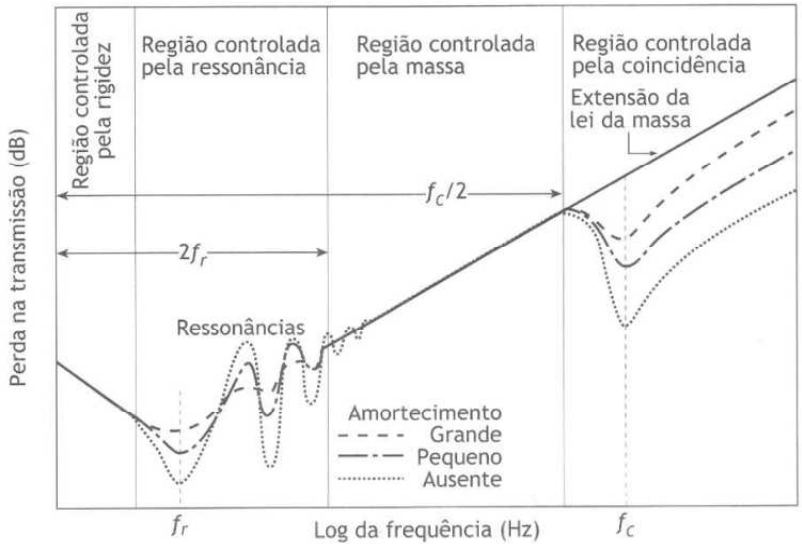
irradiando som no recinto adjacente. Para Patrício (2010), o isolamento dos ruídos aéreos deve ser realizado tanto em fachadas como no interior da edificação.

O isolamento de ruídos aéreos para SVV é expresso em dB através do índice de redução sonora ponderado (R_w), para medições em laboratório, conforme os parâmetros da NBR15575-4 (ABNT, 2013).

1.2Isolamento Acústico de SVV

O isolamento acústico é analisado através da perda de transmissão de uma parede simples homogênea em quatro regiões, conforme Figura 1. A região controlada pela massa, foco desta pesquisa, é delimitada entre a região da ressonância e da coincidência. (BISTAFA, 2011).

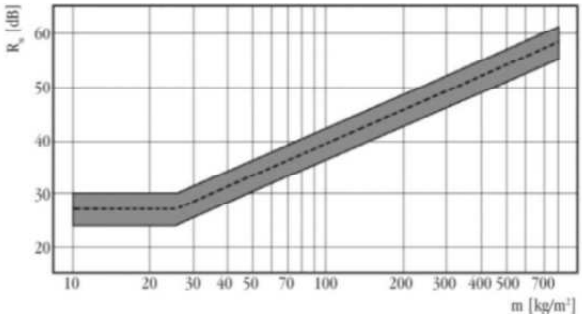
Figura 1 - Curva típica de perda de transmissão em função da frequência do som em painéis sólidos homogêneos



Fonte: Bistafa (2011, p.279)

Patrício (2010) descreve que, a partir do método de estimação elasto-dinâmico, é gerado o modelo que propõem determinar o isolamento sonoro com relação à densidade superficial de forma mais aproximada para elementos pesados, como alvenaria e concreto. Este modelo apresenta-se pelo ábaco e equações da Figura 2.

Figura 2 - R_w em função da densidade superficial de elementos simples homogêneos



$$R_w = 21{,}7 \log\left(\frac{m}{1\,kg\,m^{-2}}\right) - 2{,}3 \pm 1\ dB \Rightarrow m \geq 50\ kg\,m^{-2}$$

$$R_w = 32{,}4 \log\left(\frac{m}{1\,kg\,m^{-2}}\right) - 26{,}0\ dB \Rightarrow m \geq 100\ kg\,m^{-2}$$

$$R_w = 40{,}0 \log\left(\frac{m}{1\,kg\,m^{-2}}\right) - 45{,}0\ dB \Rightarrow m > 150\ kg\,m^{-2}$$

Onde m é a densidade superficial do sistema de vedação vertical, em kg/m².

Fonte: Patrício (2010, p.82)

2 OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é definir a influência da argamassa, quantificando o ganho no desempenho acústico de SVV em paredes de alvenaria com blocos cerâmicos.

3 METODOLOGIA

O atendimento aos objetivos propostos foi realizado através de revisão bibliográfica, fundamentada através de dados gerados existentes. Esses dados foram obtidos por ensaios laboratoriais previamente realizados em câmaras reverberantes do itt Performance da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS) e do LMCC da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), realizados em 2013 e 2014. Os resultados destes ensaios foram analisados neste trabalho para verificação da influência da argamassa no desempenho acústico de ruídos aéreos.

Os procedimentos dos ensaios seguiram o conjunto de normas ISO10140:2010, ISO717-1:2013 e a classificação de desempenho é realizada conforme o conjunto de normas ABNT NBR15575:2013. Os ensaios em laboratório foram executados para determinar perda de transmissão sonora ao ruído aéreo de SVV e são realizados em câmaras reverberantes, nas bandas de terço de oitava e nas faixas de frequência entre 100 e 5000Hz[2]. Todos os ensaios em que esta pesquisa está baseada utilizaram equipamentos que atendem a ISO10140:2010 e os analisadores são da classe de precisão 1.

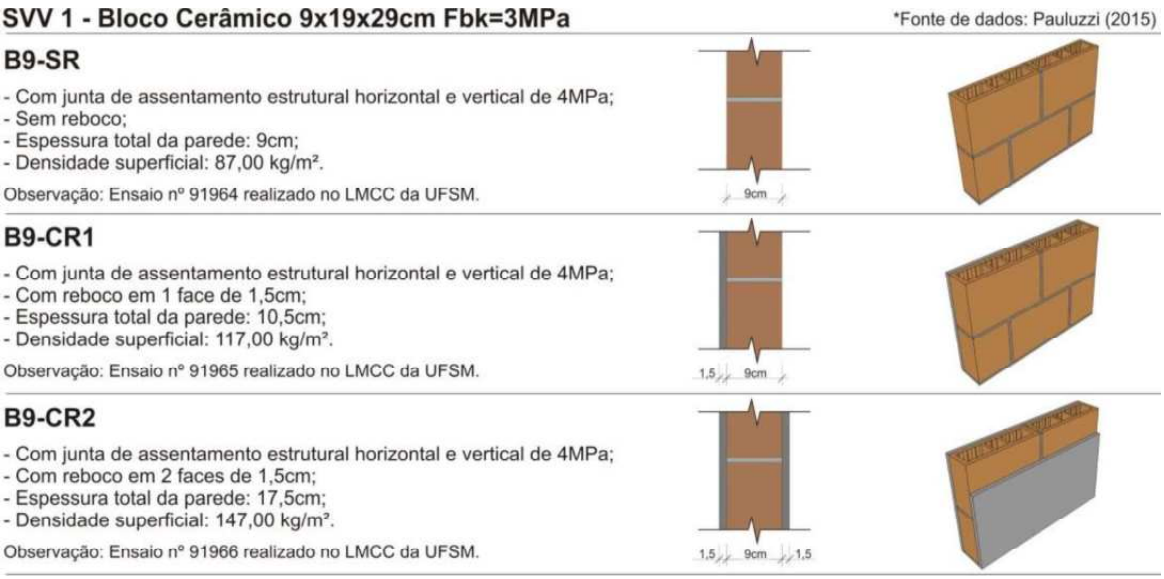
Foram utilizados três SVV com diferentes blocos cerâmicos para análise dos objetivos propostos. Após a análise dos resultados dos ensaios, foi realizado um estudo comparativo pela lei da massa para cada amostra para verificar a influência da argamassa por este aspecto.

3.1 SVV-1

O SVV-1 é composto por blocos cerâmicos de 9x19x29cm, Fbk de 3MPa, com ensaios realizados no LMCC da UFSM nas seguintes composições: parede em osso; parede com reboco de 1,5cm em uma face; e parede com reboco de 1,5cm em ambas as faces (Figura 3).

Figura 3 - Composições SVV-1

[2] Ensaios do SVV-3 realizados entre 100-4000Hz.

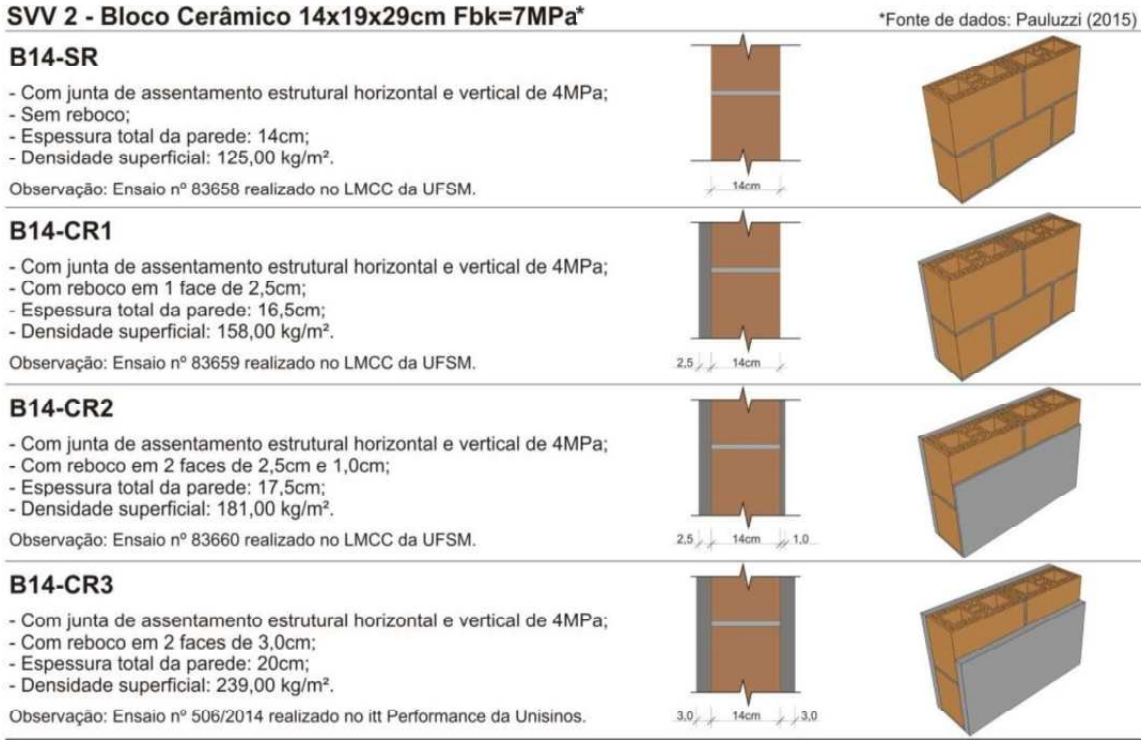


Fonte: Autores

3.2SVV-2

O SVV-2 é composto por blocos cerâmicos de 14x19x29cm, Fbk de 7Mpa, com ensaios realizados no LMCC da UFSM e no itt Performance da UNISINOS com ensaios de três diferentes composições no primeiro laboratório: parede em osso; parede com reboco de 2,5cm em uma face; e parede com reboco em ambas faces de 2,5cm e 1,0cm. No segundo laboratório, o ensaio teve composição da parede com reboco de 3,0cm em ambas faces (Figura 4).

Figura 4 - Composições SVV-2



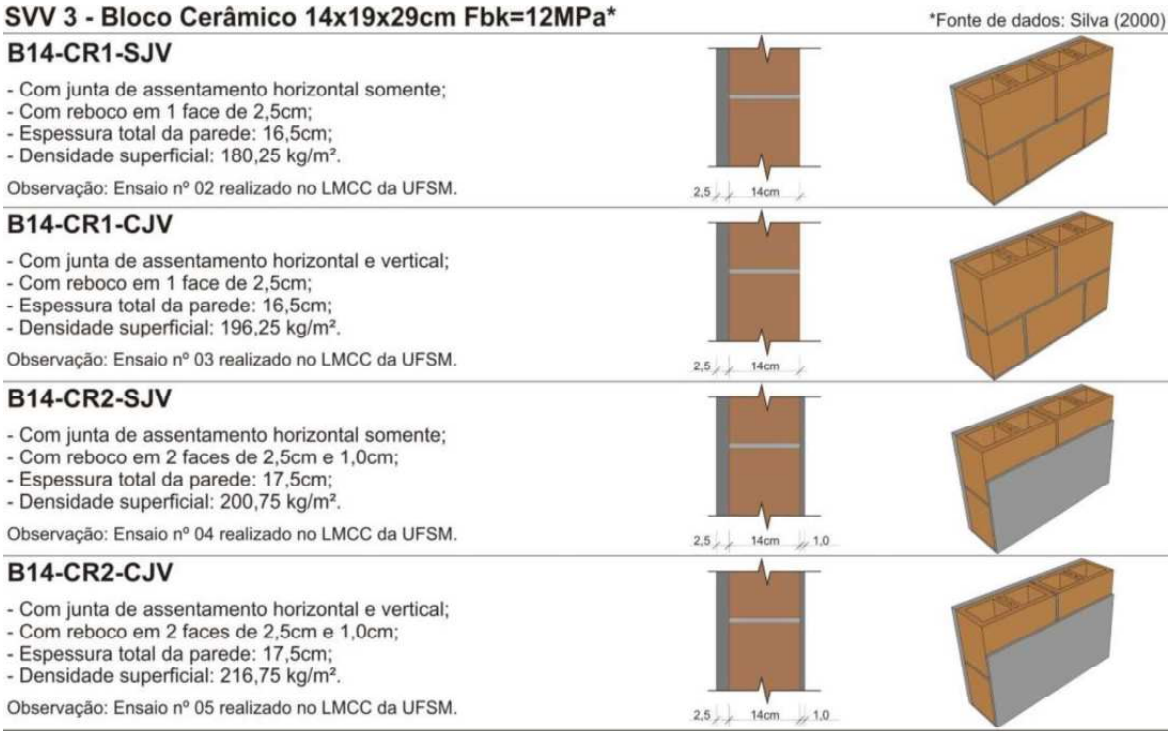
Fonte: Autores

3.3SVV-3

O SVV-3 é composto por blocos cerâmicos de 14x19x29cm, Fbk de 12Mpa, visando analisar a influência do preenchimento de juntas de assentamento verticais para paredes de vedação, conforme ABNT NBR15812:2010.

Os ensaios deste sistema foram realizados por Silva (2000) no Laboratório de Termo Acústica da UFSM nas composições: parede com reboco de 2,5cm em uma face; e parede com reboco em ambas faces de 2,5cm e 1,0cm (Figura 5).

Figura 5 - Composições SVV-3

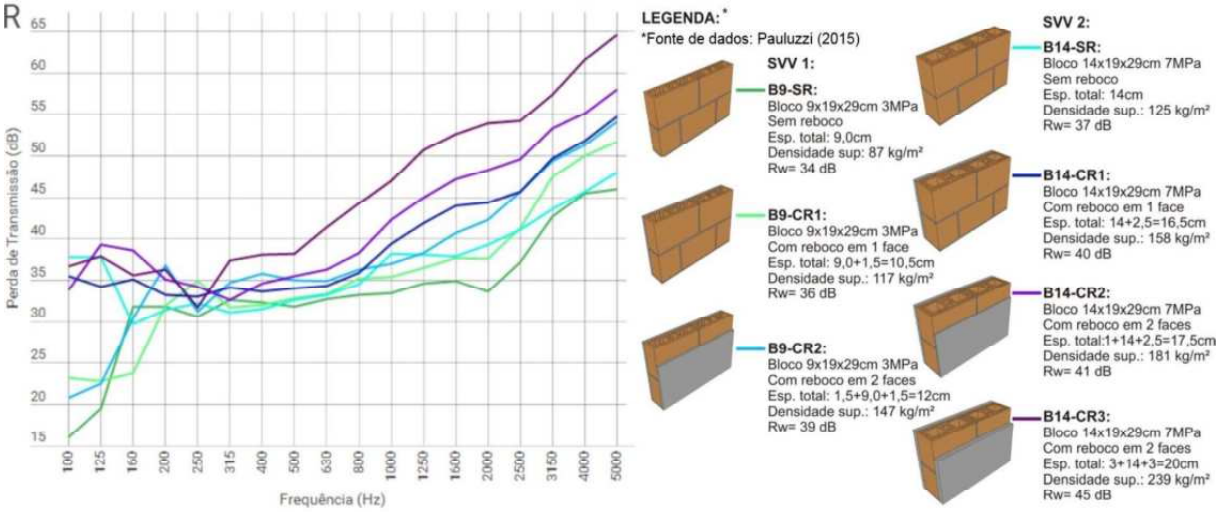


Fonte: Autores

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos resultados dos ensaios é possível verificar a influência da argamassa no isolamento acústico ao ruído aéreo (Figuras 6 e 7). Na Figura 6, apresenta-se o gráfico com resultados dos ensaios das composições SVV-1 e SVV-2.

Figura 6 - Índice de redução sonora ponderado de SVV-1 e SVV-2



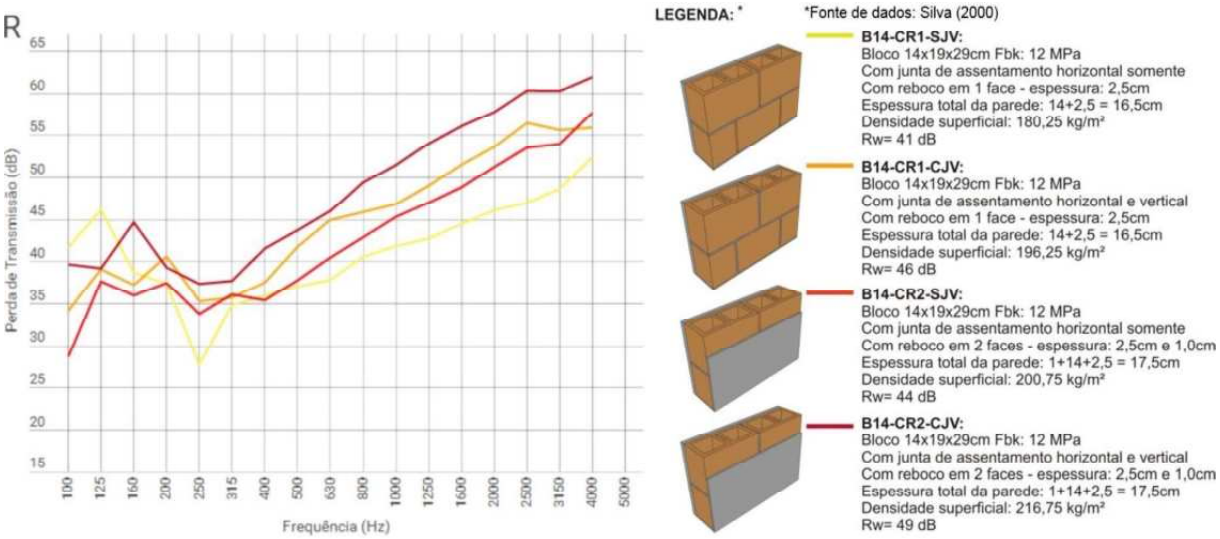
Fonte: Autores

É possível observar que nas paredes com reboco o isolamento sonoro é maior principalmente nas altas frequências, apresentando maior perda de transmissão nas bandas de frequência a partir de 3150Hz (SVV-1) e 2500Hz (SVV-2). A frequência crítica destes sistemas encontra-se nas baixas frequências. O Rw apresentou-se maior na parede com reboco em ambas faces, constatando um aumento de 5dB no SVV-1, e de 8dB na composição com reboco de 3,0cm do SVV-2, em comparação com as paredes sem revestimento. Este aumento pode ser comprovado devido ao aumento da densidade superficial.

O SVV-1 e SVV-2 apresentam características e composições similares, mas densidades superficiais distintas, permitindo uma análise comparativa pelo gráfico da Figura 6. Verifica-se o aumento da isolação sonora conforme a densidade superficial aumenta. Isso é exemplificado através da composição B9-CR1, que possui uma das faces com revestimento de 1,5cm e densidade superficial de 117kg/m², ao apresentar um desempenho inferior em comparação à composição B14-SR, sem reboco, mas com densidade superficial de 125kg/m².

Na Figura 7, os resultados do SVV-3 demonstram que o Rw é maior quando o sistema apresenta o preenchimento das juntas de assentamento verticais e a massa passa a ser um elemento secundário para a definição do desempenho do sistema.

Figura 7 - Índice de redução sonora ponderado de SVV-3



Fonte: Autores

Após a análise dos resultados, foi realizado um estudo comparativo de cada composição dos três sistemas separadamente com relação à lei da massa, conforme equações da Figura 2 e de acordo com a densidade superficial de cada composição (Tabelas 1, 2 e 3).

Na Tabela 1 são apresentados os resultados do estudo do SVV-1. Os resultados obtidos pela lei da massa apresentam 5dB a mais ao confrontar com os dados dos ensaios em laboratório. No entanto, ao verificar as variações do R_w entre os dois resultados, eles se tornam muito próximos em cada mudança de composição ou aumento da densidade superficial. Ao analisar os resultados das composições com e sem revestimento de argamassa podemos observar que há um aumento de 2dB no R_w do ensaio em laboratório ao adicionar a camada de revestimento de argamassa em uma das faces, apresentando aumento de 30kg/m² de densidade superficial, e esse aumento é muito similar ao obtido pela equação 1 da lei da massa (Figura 2), de 1,2±1dB. O mesmo ocorre ao aplicar o reboco na outra face, resultando no aumento de 3dB nas duas situações.

Tabela 1 - Comparação do Rw entre os ensaios em laboratório e previsão pela lei da massa do SVV-1

Composição	**Esp. Total*** (cm)	**Dens. Sup.*** (m em kg/m²)	**Rw Ensaio*** (dB)	**Rw Lei da Massa** (dB)
B9-SR	9,00	87,00	34	39,8±1
B9-CR1	10,50	117,00	36	41
B9-CR2	12,00	147,00	39	44
*Fonte: Pauluzzi (2015).				

Fonte: Autores

O SVV-2 apresenta um comportamento similar ao SVV-1, conforme Tabela 2, mas neste sistema a diferença é variável entre 3 e 5dB. As variações são

similares conforme ocorre o aumento da densidade superficial do sistema ao analisar o aumento em dB da composição da parede sem reboco (B14-SR) com a parede com reboco de 3,0cm (B14-CR3), totalizando um aumento de aproximadamente 8dB nas duas situações, com aumento de 114kg/m² na densidade superficial.

Tabela 2 - Comparação do Rw entre os ensaios em laboratório e previsão pela lei da massa do SVV-2

Composição	**Esp. Total*** (cm)	**Dens. Sup.*** (m em kg/m²)	**Rw Ensaio*** (dB)	**Rw Lei da Massa** (dB)
B14-SR	14,00	125,00	37	41,9
B14-CR1	16,50	158,00	40	42,9
B14-CR2	17,50	181,00	41	45,3
B14-CR3	20,00	239,00**	45	50,1

*Fonte: Pauluzzi (2015).
**Densidade Superficial do reboco calculada conforme NBR6120:1980.

Fonte: Autores

Na Tabela 3, torna-se claro que no SVV-3, por não ter o preenchimento das juntas de assentamento vertical em duas composições, não acompanha somente a lei da massa para a obtenção do seu desempenho. Observa-se que o desempenho seria elevado pela lei da massa, conforme a densidade superficial fosse aumentando, o que não ocorreu pelos ensaios em laboratório. As composições que obtiveram melhores desempenhos foram justamente as que contêm preenchimento das juntas de assentamento verticais e horizontais, mesmo que não apresente maior densidade superficial.

Tabela 3 - Comparação do Rw entre os ensaios em laboratório e previsão pela lei da massa do SVV-3

Composição	**Esp. Total*** (cm)	**Dens. Sup.*** (m em kg/m²)	**Rw Ensaio*** (dB)	**Rw Lei da Massa** (dB)
B14-CR1-SJV	16,50	180,25	41	45,2
B14-CR1-CJV	16,50	196,25	46	46,7
B14-CR2-SJV	17,50	200,75	44	47,1
B14-CR2-CJV	17,50	216,75	49	48,4

*Fonte: Silva (2000)

Fonte: Autores

5 CONCLUSÕES

A partir dos resultados apresentados, verifica-se que as paredes com densidade superficial maior normalmente apresentam um desempenho acústico superior, o qual é confirmado pelas análises vinculadas à lei da massa realizadas. Nesta pesquisa, esse aumento de densidade superficial foi garantido através da aplicação de revestimento de argamassa que, além de aumentar a densidade superficial, garantem ao sistema melhor

estanqueidade ao ar. Além disso, foi constatado que outros fatores podem interferir no desempenho acústico de SVV, como o preenchimento de argamassa das juntas de assentamento verticais, possuindo grande influência nos resultados.

Com esta pesquisa foi possível verificar quantitativamente a importância da argamassa em paredes de alvenaria no desempenho acústico de SVV para as composições estudadas, mas ainda é importante realizar mais pesquisas de outros SVV para auxiliar na busca pelo conhecimento do desempenho dos sistemas disponíveis no mercado da construção civil.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Pauluzzi Produtos Cerâmicos por ceder os resultados dos ensaios, essenciais ao trabalho, e à CAPES.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CERÂMICA (ABCERAM). **Cerâmica no Brasil**. São Paulo, 2011. Disponível em: <http://www.abceram.org.br/site/index.php?area=2>. Acesso em: 26 jan. 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **ABNT NBR 15812-2**: Alvenaria Estrutural – Blocos cerâmicos – Parte 2: Execução e controle de obras. Rio de Janeiro, 2010.

_____. **ABNT NBR 15575-4**: Edificações Habitacionais – Desempenho – Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas - SVVIE. Rio de Janeiro, 2013.

BISTAFA, Sylvio R. **Acústica aplicada ao controle do ruído**. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2011.

CARVALHO, Régio Paniago. **Acústica Arquitetônica**. 2. ed. Brasília: Thesaurus, 2010.

HARRIS, Cyril M. **Manual para el control del ruido**. 1. ed. Madrid: IEAL, 1977.

HOPKINS, Carl. **Sound Insulation**. 1 ed. Oxford: Elsevier, 2007.

PATRÍCIO, Jorge. **Acústica nos edifícios**. 6. ed. Lisboa: Verlag Dashöfer, 2010.

PAULUZZI PRODUTOS CERÂMICOS LTDA. **Desempenho**: Sistemas de alvenaria com blocos cerâmicos Pauluzzi. 2015.

SILVA, Denise Tavares da. **Estudo de isolação sonora em paredes e divisórias de diversas naturezas**. 2000. 126 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2000.