

**UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS
UNIDADE ACADÊMICA DE EDUCAÇÃO CONTINUADA
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM CONSTRUÇÃO CIVIL – GESTÃO,
TECNOLOGIA E SUSTENTABILIDADE**

JÚLIA STRADIOTTO

**A INFLUÊNCIA DA ARGAMASSA NO DESEMPENHO ACÚSTICO DE PAREDES
DE VEDAÇÃO COM BLOCOS CERÂMICOS**

São Leopoldo

2016

Júlia Stradiotto

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

Artigo apresentado como requisito parcial
para obtenção do título de Especialista em
Construção Civil, pelo Curso de
Especialização em Construção Civil da
Universidade do Vale do Rio dos Sinos -
UNISINOS

Orientador(a): Prof^a Dr^a Maria Fernanda de Oliveira Nunes

São Leopoldo

2016

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

Júlia Stradiotto*

Maria Fernanda de Oliveira Nunes**

Resumo: A publicação da ABNT NBR 15575 gerou a necessidade de conhecer o desempenho de sistemas e materiais empregados na construção civil. Para este artigo, foi escolhido um sistema amplamente utilizado na região sul do país com o objetivo de analisar e quantificar o desempenho acústico de paredes com blocos cerâmicos em diferentes combinações de revestimento de argamassa. A partir de ensaios laboratoriais de isolamento ao ruído aéreo previamente realizados, foram analisados os resultados de três sistemas de vedações verticais, totalizando 11 composições. Os resultados demonstram que paredes com revestimentos de argamassa em ambas as faces podem apresentar um aumento do R_w de até 8 dB para as amostras analisadas. Além disso, foi realizada uma comparação de resultados de paredes com e sem o preenchimento de juntas de assentamento verticais e comparações dos resultados com a previsão pela lei da massa.

Palavras-chave: Isolamento de ruído aéreo. Desempenho acústico. Alvenaria com blocos cerâmicos.

1 INTRODUÇÃO

Com a publicação e entrada em vigor da norma de desempenho, ABNT NBR 15575, em 2013, juntamente com o desenvolvimento tecnológico e a busca por racionalização, surgiu a necessidade de conhecer melhor os materiais que comumente são utilizados na construção civil e, benéficamente, houve o interesse e o apoio da cadeia construtiva para a adequação do mercado a esta norma. Este fato gerou um grande número de fabricantes e construtoras interessadas em conhecer e avaliar os seus produtos que são oferecidos ao mercado, através de ensaios em campo e laboratório, o que faz com que haja um crescimento e amadurecimento contínuo do setor frente ao consumidor.

O presente trabalho está focado no desempenho acústico de sistemas de vedações verticais (SVV) e, principalmente, nos materiais utilizados pela construção civil na região sul do Brasil. Este tema é de extrema importância para garantir

* Arquiteta e Urbanista graduada pela Unisinos (2013). Estudante de pós-graduação *lato sensu* em Construção Civil na Unisinos (2014-2015), e-mail: justradiotto@hotmail.com.

** Arquiteta e Urbanista graduada pela Unisinos (1994), Mestre em Construção pela UFSM (1998), Doutora em Engenharia pela UFRGS (2007), e-mail: mariaon@unisinos.br.

conforto aos usuários, principalmente nos grandes centros urbanos, onde o ruído e a poluição sonora atrapalham a convivência e o descanso no dia a dia da população.

Na região sul do país é muito comum a utilização de elementos de vedação vertical em alvenaria de blocos cerâmicos, principalmente em edificações residenciais (ABCERAM, 2011). Este fato pode ocorrer devido ao forte tradicionalismo da cultura local, ao preferir os fechamentos pesados aos leves e também por ser um produto largamente produzido na região, devido à facilidade da matéria-prima, entre outros fatores.

O estudo em questão apropria-se de dados obtidos recentemente em ensaios de laboratório, que foram realizados justamente com este intuito de conhecer os produtos oferecidos em busca da melhoria dos mesmos. A pesquisa visa o aprofundamento dos resultados obtidos e busca um maior conhecimento quanto ao desempenho acústico de sistemas de vedações verticais em alvenaria para projetistas e demais envolvidos na cadeia da construção civil.

Este artigo é apresentado em 6 seções, no qual, além da presente introdução, é apresentado o referencial teórico para embasamento desta pesquisa. Em materiais e métodos é descrito como esta pesquisa foi realizada para atender aos objetivos propostos com a descrição dos sistemas analisados. No Capítulo 4 são apresentados os resultados dos ensaios laboratoriais e no Capítulo 5 é realizada a apresentação das análises e comparações dos resultados com a lei da massa. Por último, o Capítulo 6 apresentam as conclusões da pesquisa.

1.1 Tema

O presente trabalho aborda o tema de desempenho acústico de sistemas de vedações verticais (SVV), focando em paredes de alvenaria com bloco cerâmico. O tema está diretamente ligado à Norma de Desempenho – ABNT NBR 15575.

1.2 Objetivo Geral

Definir a influência da argamassa e quantificar o ganho no desempenho acústico de sistemas de vedações verticais (SVV) em paredes de alvenaria com blocos cerâmicos.

1.3 Objetivos Específicos

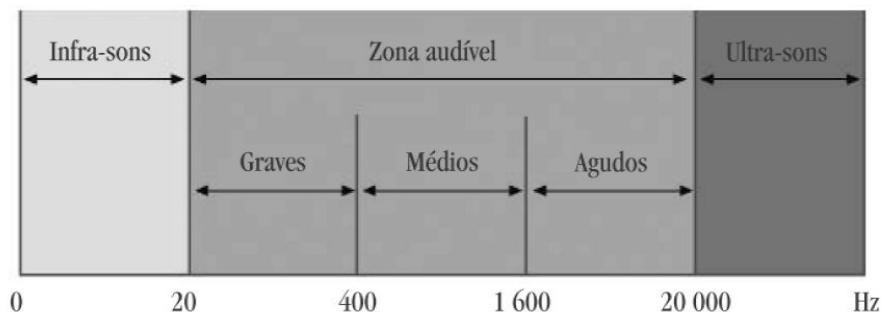
- Quantificar e analisar o ganho de desempenho acústico de revestimentos de argamassa (reboco) em diversas espessuras em SVV com blocos cerâmicos;
- Analisar o ganho no desempenho acústico de SVV com o preenchimento de juntas horizontais e verticais, em comparação com SVV somente com o preenchimento de juntas horizontas;
- Analisar a influência da argamassa no desempenho acústico, a partir dos resultados dos objetivos anteriores;
- Realizar uma análise buscando a visão dos projetistas, de forma que seja conferido uma forma de verificação do desempenho acústico para auxiliar na tomada de decisões;

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O som é caracterizado como vibrações de partículas do ar que são propagadas a partir de estruturas vibrantes (BISTAFA, 2011). Já o ruído, pode ser descrito como o som indesejável, e este não depende somente das suas características físicas, mas também da atitude e da percepção humana frente a ele. (PATRÍCIO, 2010).

Patrício (2010) descreve que a audição humana normalmente abrange a faixa de frequência entre 20 e 20.000 Hz e a mesma é subdividida em três zonas: frequências baixas, médias e altas, conforme é ilustrado na Figura 1.

Figura 1 – Faixas de frequência



Fonte: Patrício (2010, p. 17).

Segundo Bistafa (2011), a frequência indica o número de períodos existentes em um segundo. Conforme demonstrado na Figura 1, a frequência define se o som é grave ou agudo e a unidade é dada por ciclos por segundo, ou Hertz. O decibel (dB)

é descrito por Carvalho (2010) como a unidade de intensidade física relacionada ao som. Ou seja, é uma unidade que caracteriza a quantidade de som, em escala logarítmica e, segundo Bistafa (2011), é utilizado para comparação de potências ou de grandezas proporcionais a ela.

2.1 Acústica nos Edifícios

A acústica nos edifícios pode ser abordada através dos dois tipos de transmissão do som: o ruído aéreo, no qual sua propagação acontece em um meio fluido (o ar), e o ruído de impacto, com propagação em meio sólido.

A transmissão do ruído aéreo é descrita por Harris (1977) da seguinte forma: as ondas sonoras incidem sobre uma parede causando uma pressão sobre a mesma, fazendo-a vibrar e irradiando o som no recinto adjacente.

Segundo Patrício (2010), o isolamento dos ruídos aéreos deve ser realizado tanto em fechamentos de fachada como no interior da edificação. Esses ruídos são divididos em dois grupos: ruídos exteriores, geralmente ruído de tráfego (rodoviário, ferroviário ou aéreo) ou do meio urbano (indústrias ou locais de reunião de público); e os ruídos interiores, normalmente gerados por equipamentos ou por atividades do dia a dia, como conversas, música, etc.

Harris (1977) descreve que o ruído de impacto é gerado através de uma energia mecânica que é transmitida a outra parte do edifício, de forma que a estrutura entre em vibração, irradiando o som. Este ruído pode ser causado pelo deslocamento de pessoas e objetos, por exemplo.

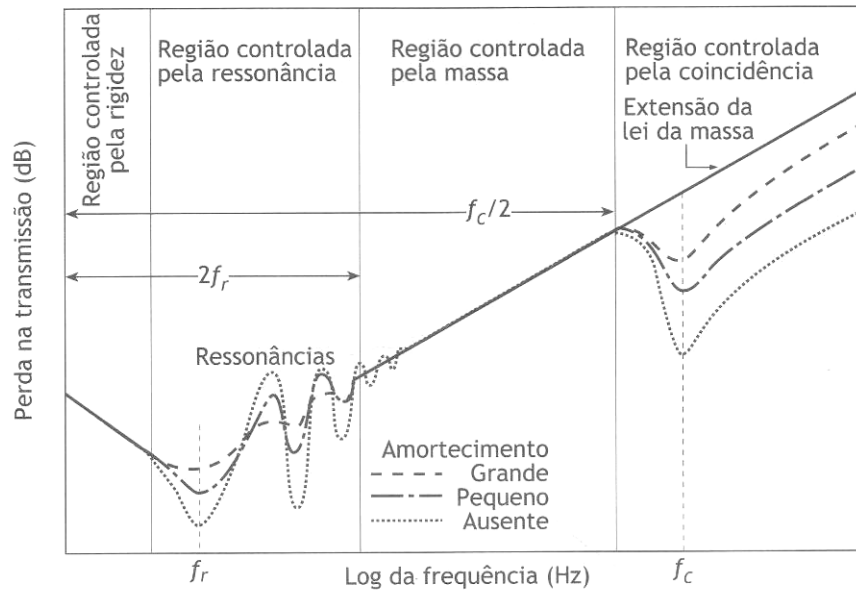
Neste trabalho não será abordado o ruído de impacto, pois está focado no isolamento de ruídos aéreos de sistemas de vedações verticais (SVV).

O isolamento de ruídos aéreos para SVV é expresso em dB através do índice de redução sonora ponderado, R_w , para medições em laboratório, e para medições em campo é utilizada a diferença padronizada de nível ponderada, $D_{nT,w}^f$, conforme os parâmetros adotados na ABNT NBR 15575-4 (ABNT, 2013).

2.2 Isolamento Acústico de SVV

Diversos autores analisam o isolamento acústico através da perda de transmissão de uma parede simples homogênea em quatro regiões, conforme é apresentado na Figura 2.

Figura 2 – Curva típica de perda de transmissão em função da frequência do som incidente de painéis sólidos e homogêneos



Fonte: Bistafa (2011, p. 279).

Bistafa (2011) descreve as quatro regiões por faixas de frequência: nas baixas frequências a região é controlada pela rigidez e pela ressonância; nas médias frequências a região é controlada pela massa e nas altas frequências a região é controlada pelo fenômeno da coincidência. A divisão dessas regiões está associada à frequência de ressonância (f_r) e a frequência crítica (f_c) do painel.

Conforme indicado na Figura 2, a região controlada pela massa, na qual esta pesquisa está focada, é delimitada entre a região controlada pela ressonância nas baixas frequências, que é determinada por $2f_r$ e a região controlada pela coincidência nas altas frequências, determinada por $f_c/2$. (BISTAFA, 2011).

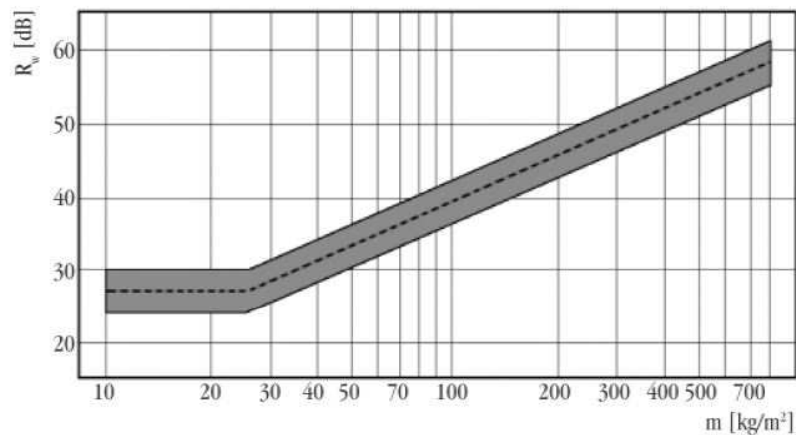
Harris (1977) descreve que nesta região a massa determina a perda de transmissão de um painel a uma determinada frequência e um determinado ângulo de transmissão. Conforme essas condições e considerando um painel simples, estanque ao ar, com massa uniformemente distribuída e rigidez desprezível, é verificado um aumento de 6 dB para cada duplicação da massa ou da frequência.

Ainda segundo Harris, na prática há uma discordância com experiências realizadas indicando um aumento próximo a 4,4 dB.

A partir da lei da massa, é possível verificar que nas altas frequências o isolamento acústico ocorre com mais facilidade do que nas baixas frequências.

Patrício (2010) descreve que, a partir do método de estimação elasto-dinâmico, o qual considera o efeito de rigidez (flexão) e o amortecimento interno, é gerado o modelo que propõem determinar o isolamento sonoro com relação à densidade superficial de forma mais aproximada para elementos pesados, como a alvenaria e o concreto. Este modelo pode ser baseado a partir do ábaco da Figura 3 ou pelas expressões descritas a seguir.

Figura 3– Índice de redução sonora em função da densidade superficial de elementos simples, homogêneos.



Fonte: Patrício (2010, p. 82).

$$R_w = 21,7 \log m - 2,3 \pm 1 \text{ dB} \quad \Rightarrow \quad \text{Para } m \geq 50 \text{ kg/m}^2 \quad (1)$$

$$R_w = 32,4 \log m - 26,0 \text{ dB} \quad \Rightarrow \quad \text{Para } m \geq 100 \text{ kg/m}^2 \quad (2)$$

$$R_w = 40,0 \log m - 45,0 \text{ dB} \quad \Rightarrow \quad \text{Para } m \geq 150 \text{ kg/m}^2 \quad (3)$$

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

É possível observar pelo ábaco da Figura 3 que há uma faixa de 6 dB (± 3 dB) que corresponde às variações admitidas nos resultados, que são decorrentes das características elásticas dos materiais. Para fins de estimativas iniciais, Patrício (2010) aconselha que seja utilizada a linha média do ábaco.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O atendimento aos objetivos propostos foi realizado através de revisão bibliográfica, fundamentada através de dados gerados existentes. Esses dados foram obtidos por ensaios em laboratório, realizados nas câmaras reverberantes do laboratório de acústica do LMCC da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) e no laboratório de acústica do itt Performance da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (Unisinos) e foram submetidos à análise dos resultados para verificação da influência da argamassa no desempenho acústico de ruídos aéreos.

Os procedimentos dos ensaios seguem o conjunto de normas ISO 10140:2010, da norma ISO 717-1:2013 e a classificação de desempenho é realizada conforme os parâmetros do conjunto de normas ABNT NBR 15575:2013. Os ensaios em laboratório foram executados para determinar a perda de transmissão sonora ao ruído aéreo de sistemas de vedações verticais (SVV) e são realizados em câmaras reverberantes, constituídas de uma câmara de emissão e uma câmara de recepção, nas bandas de terço de oitava e nas faixas de frequência entre 100 e 5000 Hz¹. O laboratório de acústica do LMCC da UFSM conta com uma área de amostra de 13,11 m² e o laboratório do itt Performance da Unisinos a área de amostra é de 14,00 m².

Todos os ensaios laboratoriais em que esta pesquisa está baseada utilizam equipamentos que atendem a ISO 10140:2010 e os analisadores são da classe de precisão 1.

Foram utilizados três sistemas de vedações verticais com diferentes blocos cerâmicos para a análise dos objetivos propostos: bloco cerâmico de vedação de 9x19x29 cm de 3 MPa, bloco cerâmico estrutural de 14x19x29 cm de 7 MPa e bloco cerâmico de 14x19x29 cm de 12 MPa. Esses três SVV foram escolhidos por apresentarem ensaios com composições diversas para cada sistema e são descritos nos subcapítulos a seguir.

Após a análise dos resultados dos ensaios, foi feito um estudo comparativo pela lei da massa para cada amostra, de forma que também seja realizada a comparação e a verificação da influência da argamassa pela lei da massa.

3.1 SVV 1

O sistema de vedação vertical 1 é composto por blocos cerâmicos de 9x19x29 cm e Fbk de 3 MPa em diversas composições.

Os ensaios deste SVV foram realizados no LMCC da UFSM e as medições ocorreram entre 28 e 31 de outubro de 2014 nas seguintes composições: parede em osso (sem revestimento de argamassa), parede com reboco com espessura de 1,5 cm em uma face e parede com reboco de 1,5 cm em ambas as faces, conforme é ilustrado na Figura 4. Foi utilizado para este sistema argamassa de assentamento estrutural de 4 MPa.

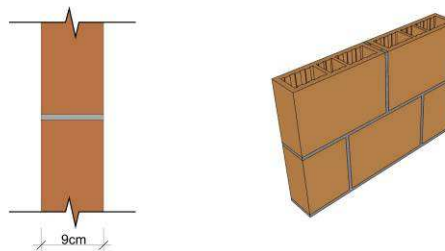
Figura 4 – Composições do SVV 1

SVV 1 - Bloco Cerâmico 9x19x29cm Fbk=3MPa

B9-SR

- Com junta de assentamento estrutural horizontal e vertical de 4MPa;
- Sem reboco;
- Espessura total da parede: 9cm;
- Densidade superficial: 87,00 kg/m².

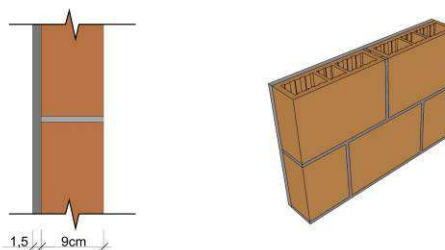
Observação:
Ensaio nº 91964 realizado no LMCC da UFSM.



B9-CR1

- Com junta de assentamento estrutural horizontal e vertical de 4MPa;
- Com reboco em 1 face de 1,5cm;
- Espessura total da parede: 10,5cm;
- Densidade superficial: 117,00 kg/m².

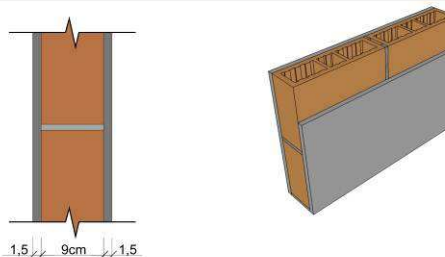
Observação:
Ensaio nº 91965 realizado no LMCC da UFSM.



B9-CR2

- Com junta de assentamento estrutural horizontal e vertical de 4MPa;
- Com reboco em 2 faces de 1,5cm;
- Espessura total da parede: 17,5cm;
- Densidade superficial: 147,00 kg/m².

Observação:
Ensaio nº 91966 realizado no LMCC da UFSM.



*Fonte de dados: Pauluzzi (2015)

Fonte: Elaborada pela autora.

3.2 SVV 2

O sistema de vedação vertical 2 é composto por blocos cerâmicos de 14x19x29 cm e Fbk de 7 MPa em composições variadas.

Essas composições tiveram os ensaios realizados no LMCC da UFSM, com medições realizadas entre 06 e 19 de setembro de 2013, e no Itt Performance da Unisinos, com medição realizada em 22 de agosto de 2014.

Os ensaios do primeiro laboratório foram executados em três diferentes composições: parede em osso (sem revestimento de argamassa), parede com reboco com espessura de 2,5 cm em uma face e parede com reboco em ambas as faces com espessura de 2,5 cm e 1,0 cm. No segundo laboratório, o ensaio teve composição da parede com reboco de 3,0 cm de espessura em ambas as faces. Essas composições são demonstradas na Figura 5.

Para este sistema foi utilizada argamassa de assentamento estrutural de 4 MPa, com revestimento de argamassa de reboco grosso com chapisco na face externa de 2,5 cm de espessura e reboco médio na face interna com 1,0 cm de espessura. Na terceira amostra foi utilizado revestimento argamassado de 3,0 cm de espessura em ambas as faces.

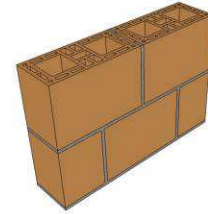
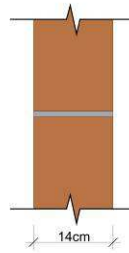
Figura 5 – Composições do SVV 2

SVV 2 - Bloco Cerâmico 14x19x29cm Fbk=7MPa

B14-SR

- Com junta de assentamento estrutural horizontal e vertical de 4MPa;
- Sem reboco;
- Espessura total da parede: 14cm;
- Densidade superficial: 125,00 kg/m².

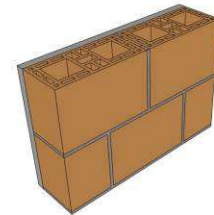
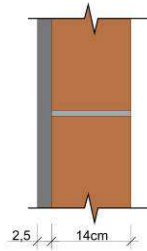
Observação:
Ensaio nº 83658 realizado no LMCC da UFSM.



B14-CR1

- Com junta de assentamento estrutural horizontal e vertical de 4MPa;
- Com reboco em 1 face de 2,5cm;
- Espessura total da parede: 16,5cm;
- Densidade superficial: 158,00 kg/m².

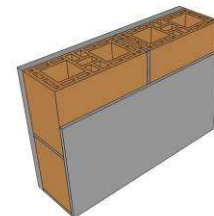
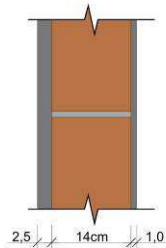
Observação:
Ensaio nº 83659 realizado no LMCC da UFSM.



B14-CR2

- Com junta de assentamento estrutural horizontal e vertical de 4MPa;
- Com reboco em 2 faces de 2,5cm e 1,0cm;
- Espessura total da parede: 17,5cm;
- Densidade superficial: 181,00 kg/m².

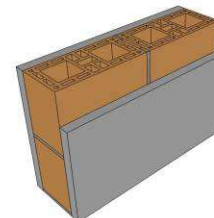
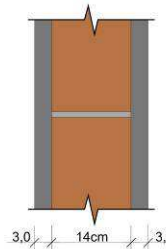
Observação:
Ensaio nº 83660 realizado no LMCC da UFSM.



B14-CR3

- Com junta de assentamento estrutural horizontal e vertical de 4MPa;
- Com reboco em 2 faces de 3,0cm;
- Espessura total da parede: 20cm;
- Densidade superficial: 239,00 kg/m².

Observação:
Ensaio nº 506/2014 realizado no itt Performance da Unisinos.



*Fonte de dados: Pauluzzi (2015)

Fonte: Elaborada pela autora.

3.3 SVV 3

O sistema de vedação vertical 3 é composto por blocos cerâmicos de 14x19x29 cm e Fbk de 12 MPa em composições diversas visando analisar a influência do não preenchimento de juntas de assentamento verticais. Este caso é restrito a paredes de vedação, sem função estrutural, pois no caso de paredes portantes esta junta de assentamento é obrigatória, conforme a ABNT NBR 15812:2010.

Os ensaios foram realizados por Silva (2000) no Laboratório de Termo-Acústica (LaTA) da UFSM² em quatro diferentes composições: parede em osso (sem

revestimento de argamassa), parede com reboco com espessura de 2,5 cm em uma face e parede com reboco em ambas as faces com espessura de 2,5 cm e 1,0 cm.

A argamassa de assentamento utilizada para este sistema apresenta traço 1:1:6 (cimento, cal e areia), com revestimento de argamassa de reboco com traço 1:2:9 (cimento, cal e areia) e chapisco com traço 1:3 (cimento e areia).

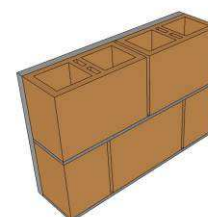
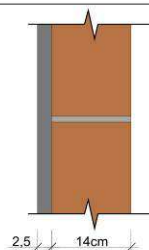
Figura 6 – Composições do SVV 3

SVV 3 - Bloco Cerâmico 14x19x29cm Fbk=12MPa*

B14-CR1-SJV

- Com junta de assentamento horizontal somente;
- Com reboco em 1 face de 2,5cm;
- Espessura total da parede: 16,5cm;
- Densidade superficial: 180,25 kg/m².

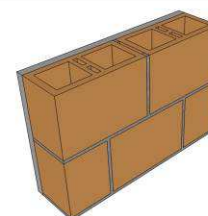
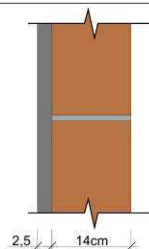
Observação:
Ensaio nº 02 realizado no LMCC da UFSM.



B14-CR1-CJV

- Com junta de assentamento horizontal e vertical;
- Com reboco em 1 face de 2,5cm;
- Espessura total da parede: 16,5cm;
- Densidade superficial: 196,25 kg/m².

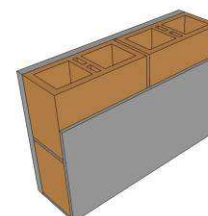
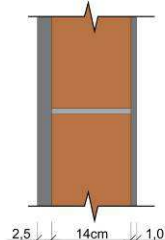
Observação:
Ensaio nº 03 realizado no LMCC da UFSM.



B14-CR2-SJV

- Com junta de assentamento horizontal somente;
- Com reboco em 2 faces de 2,5cm e 1,0cm;
- Espessura total da parede: 17,5cm;
- Densidade superficial: 200,75 kg/m².

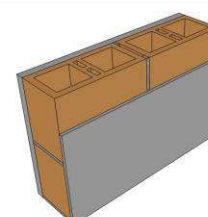
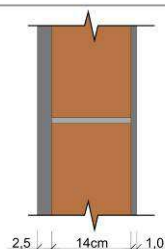
Observação:
Ensaio nº 04 realizado no LMCC da UFSM.



B14-CR2-CJV

- Com junta de assentamento horizontal e vertical;
- Com reboco em 2 faces de 2,5cm e 1,0cm;
- Espessura total da parede: 17,5cm;
- Densidade superficial: 216,75 kg/m².

Observação:
Ensaio nº 05 realizado no LMCC da UFSM.



*Fonte de dados: Silva (2000)

Fonte: Elaborada pela autora.

4 RESULTADOS

No presente capítulo são apresentados os resultados e as análises dos dados obtidos pelos ensaios de laboratório dos três sistemas em estudo.

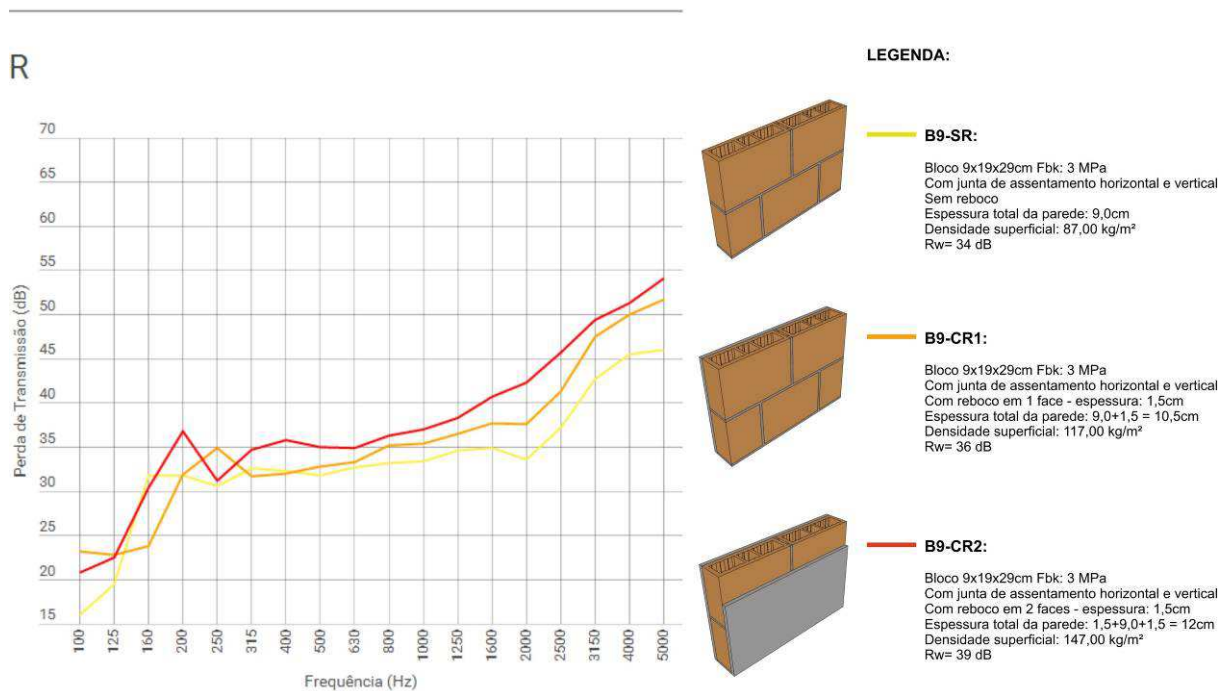
É possível verificar a partir dos resultados dos ensaios, demonstrados nas Figuras a seguir, a influência da argamassa no isolamento acústico ao ruído aéreo. Os gráficos foram elaborados de forma que as cores mais claras representam os sistemas de menor densidade superficial e as cores mais escuras os sistemas com densidade superficial maior, e são acompanhados de imagens de cada composição do sistema.

Na Figura 7, é apresentado o gráfico com os resultados dos ensaios das três composições do SVV 1, conforme explicado anteriormente, por faixas de frequência em bandas de terço de oitava.

Figura 7 - Índice de redução sonora ponderado de SVV 1

Índice de Redução Sonora Ponderado

Bloco Cerâmico Vedação 9x19x29cm - Fbk: 3 MPa



Fonte de Dados: Pauluzzi (2015)

Fonte: Elaborada pela autora.

É possível observar que nas paredes com reboco o isolamento sonoro é maior principalmente nas altas frequências, apresentando uma maior perda de transmissão nas bandas de frequência a partir de 3150 Hz. A frequência crítica deste sistema encontra-se nas baixas frequências, conforme previsto através de uma verificação prévia. O índice de redução sonora ponderado (Rw) apresentou-se maior na parede com reboco em ambas as faces, constatando um aumento de 5 dB em

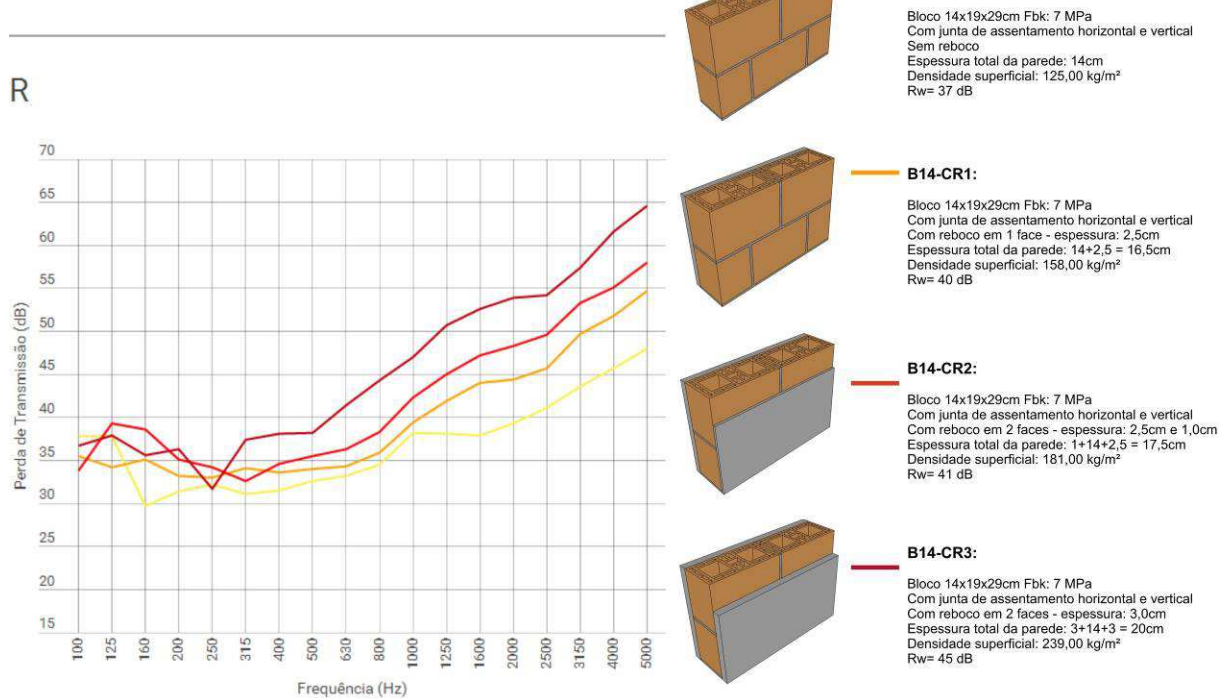
comparação com a parede sem revestimento de argamassa, este aumento pode ser comprovado devido ao aumento da densidade superficial.

Na Figura 8, é apresentado os resultados do SVV 2 com o gráfico das quatro composições deste sistema.

Figura 8 - Índice de redução sonora ponderado de SVV 2

Índice de Redução Sonora Ponderado

Bloco Cerâmico Estrutural 14x19x29cm - Fbk: 7 MPa



Fonte: Elaborada pela autora.

A partir do gráfico, pode-se observar que a perda de transmissão sonora se eleva significativamente a partir de 2500 Hz e a frequência crítica do sistema também se encontra nas baixas frequências, pois as características dos blocos e dos dois sistemas (SVV 1 e 2) de uma maneira geral são similares. Ao analisar o índice de redução sonora ponderado (Rw) pode-se verificar que se obteve um desempenho maior na composição da parede com reboco de 3,0 cm de espessura em ambas as faces, que é evidenciado pelo aumento de 8 dB em comparação com a parede sem reboco, da mesma forma como ocorre no SVV 1.

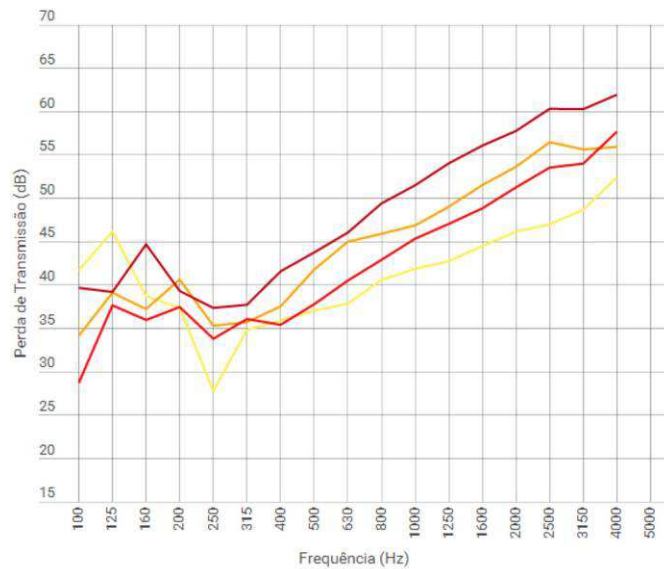
A seguir, é apresentado o gráfico do SVV 3 na Figura 9, no qual é possível analisar a diferença no desempenho das paredes com e sem o preenchimento de juntas de assentamento vertical.

Figura 9 - Índice de redução sonora ponderado de SVV 3 (com e sem junta de assentamento vertical)

Índice de Redução Sonora Ponderado*

Bloco Cerâmico 14x19x29cm - Fbk: 12 MPa

R



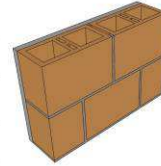
Fonte de Dados: Silva (2000)

LEGENDA:



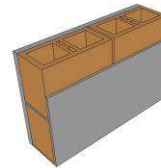
B14-CR1-SJV:

Bloco 14x19x29cm Fbk: 12 MPa
Com junta de assentamento horizontal somente
Com reboco em 1 face - espessura: 2,5cm
Espessura total da parede: 14+2,5 = 16,5cm
Densidade superficial: 180,25 kg/m²
Rw= 41 dB



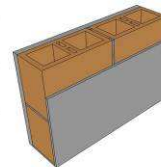
B14-CR1-CJV:

Bloco 14x19x29cm Fbk: 12 MPa
Com junta de assentamento horizontal e vertical
Com reboco em 1 face - espessura: 2,5cm
Espessura total da parede: 14+2,5 = 16,5cm
Densidade superficial: 196,25 kg/m²
Rw= 46 dB



B14-CR2-SJV:

Bloco 14x19x29cm Fbk: 12 MPa
Com junta de assentamento horizontal e vertical
Com reboco em 2 faces - espessura: 2,5cm e 1,0cm
Espessura total da parede: 14+2,5 = 17,5cm
Densidade superficial: 200,75 kg/m²
Rw= 44 dB



B14-CR2-CJV:

Bloco 14x19x29cm Fbk: 12 MPa
Com junta de assentamento horizontal e vertical
Com reboco em 2 faces - espessura: 2,5cm e 1,0cm
Espessura total da parede: 14+2,5 = 17,5cm
Densidade superficial: 216,75 kg/m²
Rw= 49 dB

Fonte: Elaborada pela autora.

Os resultados do SVV 3 demonstram que o R_w 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 de sistemas de vedações verticais.

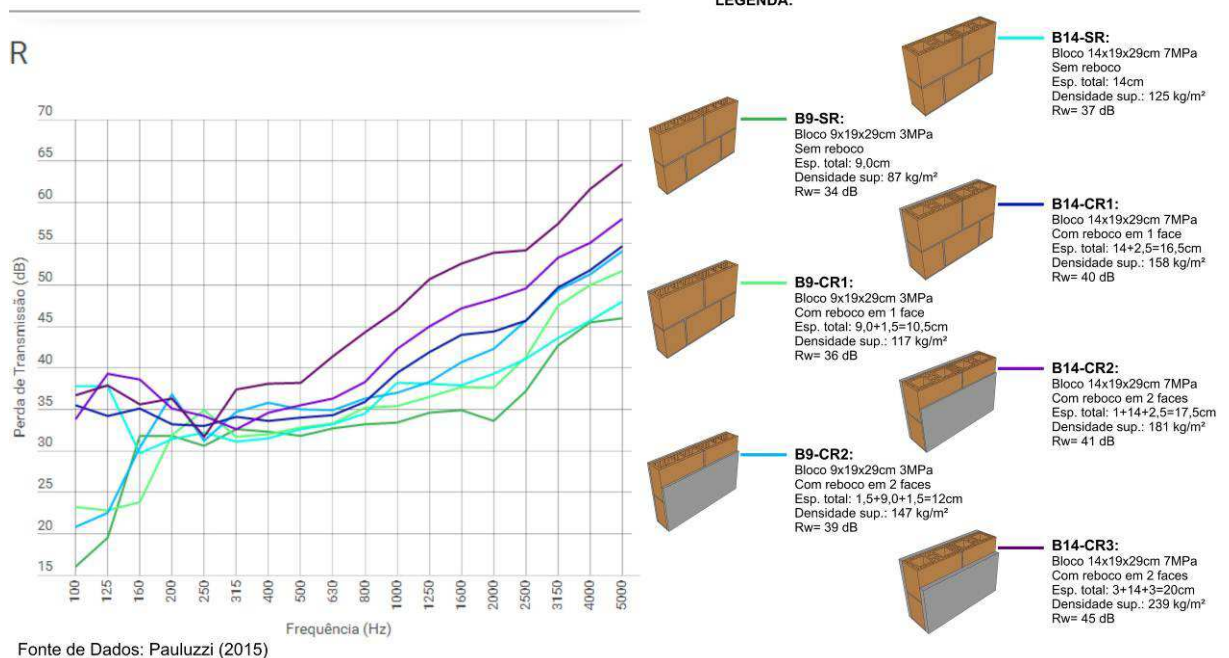
Silva (2000) ressalta que é extremamente importante que o sistema seja perfeitamente estanque ao ar e que os ensaios de sistemas sem reboco ou sem o preenchimento das juntas verticais, como é o caso do conjunto B14-CR1-SJV e B14-CR2-SJV, podem apresentar um desempenho inferior por apresentar possíveis frestas.

Na Figura 10 é apresentado um resumo dos SVV 1 e 2, para que possa ser analisado a partir do aumento da densidade superficial dos dois sistemas. Os dois sistemas apresentam características e composições similares, mas densidades superficiais diferentes, o que permite esta análise comparativa.

Figura 10 - Índice de redução sonora ponderado de SVV 1 e 2

Índice de Redução Sonora Ponderado

Bloco Cerâmico 9x19x29 3 MPa e 14x19x29cm 7 MPa



Fonte: Elaborada pela autora.

Através do gráfico, é visível o aumento da isolamento sonora conforme a densidade superficial aumenta. Isso é constatado ao verificar que uma composição que contém uma das faces rebocadas apresenta um desempenho inferior em comparação a uma não rebocada devido à sua baixa densidade superficial. Isso é exemplificado através da composição B9-CR1, que possui uma das faces com revestimento de argamassa de 1,5 cm e uma densidade superficial de 117 kg/m², ao apresentar um desempenho inferior em comparação à composição B14-SR, sem reboco, mas com densidade superficial de 125 kg/m².

Hopkins (2007) destaca que a aplicação de argamassa de revestimento em alvenarias causa uma frequência crítica menor em comparação com a alvenaria à vista e que esta mudança às vezes é verificada em laboratório. Esta alteração não foi observada pelos ensaios realizados nesta pesquisa.

A partir de uma análise geral dos sistemas ensaiados, verifica-se que as paredes com densidade superficial maior apresentam um desempenho superior. Esse aumento de densidade superficial normalmente é 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 há uma grande eficácia nos sistemas que são constituídos com o preenchimento das juntas verticais.

A seguir, será apresentada uma análise comparativa entre os resultados deste capítulo, baseados em ensaios laboratoriais e a lei da massa, com o intuito de colaborar nas tomadas de decisões de projetistas.

5 DISCUSSÃO

Após a verificação dos ensaios e gráficos demonstrados anteriormente, foi realizada uma análise comparativa de cada composição dos três sistemas com relação à lei da massa, apresentada no capítulo 2 deste trabalho pelas equações 1, 2 e 3. Este estudo é demonstrado nas tabelas a seguir, no qual é apresentado cada sistema separadamente.

Tabela 1 – Resultados e comparação do isolamento ao ruído aéreo entre os ensaios em laboratório e previsão pela lei da massa do SVV 1

Bloco Cerâmico 9x19x29cm Fbk=3MPa				
Composição	Espessura Total (cm)	Densidade Superficial (m em kg/m ²)	Ensaio em Laboratório	Lei da Massa
			Rw (dB)	Rw (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: Elaborada pela autora.

Na Tabela 1 pode-se verificar os resultados do SVV 1, na qual são apresentados os resultados dos ensaios realizados em laboratório e a previsão pela lei da massa para cada composição separadamente. Os resultados obtidos pela lei da massa apresentam 5 dB a mais ao confrontar com os dados dos ensaios em laboratório. No entanto, ao verificar as variações do Rw 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 2 dB no Rw do ensaio em laboratório ao adicionar a camada de revestimento de argamassa (reboco) em uma das faces, apresentando um aumento de 30 kg/m² de densidade superficial, e esse aumento é muito similar ao obtido através da equação 1 da lei da massa, de 1,2 ± 1 dB. O mesmo ocorre ao aplicar o reboco na outra face, resultando no aumento de 3 dB nas duas situações.

Tabela 2 - Resultados e comparação do isolamento ao ruído aéreo entre os ensaios em laboratório e previsão pela lei da massa do SVV 2

Bloco Cerâmico 14x19x29cm Fbk=7MPa				
Composição	Espessura Total (cm)	Densidade Superficial (m em kg/m ²)	Ensaio em Laboratório	Lei da Massa
			Rw (dB)	Rw (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

*Densidade Superficial do reboco calculada pela ABNT NBR 6120

Fonte: Elaborada pela autora.

Na Tabela 2 é investigado o SVV 2 que apresenta um comportamento similar ao SVV 1. É possível verificar que os resultados da lei da massa também apresentam valores superiores aos ensaiados em laboratório, mas neste sistema a diferença é variável entre 3 e 5 dB. As variações conforme o aumento da densidade superficial do sistema ao comparar o Rw do ensaio de laboratório e a previsão da lei da massa tem uma variação similar ao analisar o aumento em dB da composição da parede sem o reboco (B14-SR) com a parede com o reboco de 3,0 cm de espessura (B14-CR3), totalizando um aumento de 8 dB aproximadamente nas duas situações, com um aumento de 114 kg/m² na densidade superficial do sistema.

Tabela 3 - Resultados e comparação do isolamento ao ruído aéreo entre os ensaios em laboratório e previsão pela lei da massa do SVV 3

Bloco Cerâmico 14x19x29cm Fbk=12MPa				
Composição	Espessura Total (cm)*	Densidade Superficial (m em kg/m ²)*	Ensaio em Laboratório	Lei da Massa
			Rw (dB)*	Rw (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: Elaborada pela autora.

A partir dos resultados laboratoriais do SVV 3 ao confrontar com a lei da massa torna-se claro que este sistema, 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. É possível observar pela Tabela 3 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 o preenchimento das juntas de assentamento verticais e horizontais, mesmo

que não apresente maior densidade superficial. Isso pode ser verificado no caso da composição B14-CR2-SJV, que apresenta densidade superficial de 4,5 kg/m² superior a composição B14-CR1-CJV, mas não obteve um índice de redução sonora superior, apresentando uma queda de 2 dB ao comparar os dois sistemas, ao contrário do que indicava pela lei da massa ao resultar em um aumento de 0,4 dB.

6 CONCLUSÃO

Neste trabalho foram analisados três sistemas de vedações verticais com blocos cerâmicos e revestimento de argamassa em diferentes composições a fim de verificar os seus desempenhos acústicos a partir de ensaios laboratoriais do índice de redução sonora ponderado, R_w , e verificações da lei da massa.

A partir dos resultados apresentados foi possível constatar um aumento significativo no R_w de uma parede ao executar reboco com até 3,0 cm de espessura e, principalmente, em paredes rebocadas em ambas as faces. Foi verificado em um dos sistemas estudados um aumento de aproximadamente 8 dB ao comparar com uma parede sem revestimento de argamassa. Esse aumento no índice de redução sonora ponderado se dá pelo aumento da densidade superficial do sistema que faz com que o isolamento acústico tenha um desempenho superior, o qual é confirmado pelas análises vinculadas à lei da massa realizadas nesta pesquisa. Portanto, constatou-se a importância da argamassa no desempenho acústico ao ruído aéreo em SVV com blocos cerâmicos.

Com o estudo foi possível constatar um grande aumento no desempenho de alvenarias com revestimento de argamassa, mas permitiu verificar também que há outros fatores que interferem fortemente no desempenho de sistemas de vedações verticais, como é o caso da importância de executar o preenchimento das juntas de assentamento verticais. Este fato direciona aos projetistas quanto à importância da correta especificação para atender ao desempenho requerido dos SVV de uma edificação, especificando o preenchimento das juntas de assentamento no projeto arquitetônico, juntamente com a correta execução das alvenarias.

Com esta pesquisa foi possível verificar quantitativamente a importância dos revestimentos de argamassa em paredes de alvenaria no desempenho acústico de sistemas de vedações verticais para as composições estudadas, mas ainda é importante a realização de mais ensaios e pesquisas de outros SVV para auxiliar na

elaboração de projetos de edificações e na busca pelo conhecimento do desempenho dos sistemas disponíveis no mercado da construção civil.

The influence of mortar in the acoustic performance of non-loadbearing walls with ceramic blocks

Abstract: The ABNT 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 the south of 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 8 dB increases in the R_w 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.

NOTAS EXPLICATIVAS

¹ O ensaio de SVV com blocos de 14x19x29 cm de 12 MPa foi realizado entre 100 e 4000 Hz.

² Ensaios realizados por Silva (2000), ensaios nº 02, 03, 04 e 05.

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 15575-1**: Edificações Habitacionais – Desempenho – Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2013.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **ABNT NBR 15812-1**: Alvenaria Estrutural – Blocos cerâmicos – Parte 1: Projetos. Rio de Janeiro, 2010.

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.

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: Instituto de Estudios de Administración Local, 1977.

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

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). **ISO 10140-5:2010**. Acoustics – Laboratory measurement of sound insulation of building elements – Part 5: Requirements for test facilities and equipment. 2010.

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

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

PAULUZZI BLOCOS CERÂMICOS LTDA. Sapucaia do Sul, 2012. Disponível em: <<http://www.pauluzzi.com.br/index.php>>. Acesso em: 20 jan. 2016.

SILVA, Denise Tavares da. **Estudo de isolamento 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.