



FIA 2020/22

XII CONGRESSO/CONGRESO IBEROAMERICANO DE ACÚSTICA

XXIX ENCONTRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ACÚSTICA - SOBRAC

Florianópolis, SC, Brasil

Influência de variações construtivas no isolamento acústico de alvenarias: falhas construtivas e instalações

Theissen, A. S.¹; Heissler, R.²; Ott, M.³; Oliveira, M. F.⁴; Christ, R.⁵

¹ itt Performance, Brasil, alexandretheissen@gmail.com

² itt Performance, Brasil, rheissler@unisinos.br

³ itt Performance, Brasil, mairajo@unisinos.br

⁴ itt Performance, Brasil, mariaon@unisinos.br

⁵ itt Performance, Brasil, rchrist@unisinos.br

Resumo

As estimativas do isolamento acústico de sistemas construtivos constituem uma importante etapa de especificação no projeto de edificações. No entanto, pequenas alterações podem comprometer o desempenho acústico e reduzir a eficiência das soluções definidas antes da obra ser iniciada. O sistema construtivo é composto não só por materiais que constituem o elemento, mas também pelo seu método construtivo. Além do sistema construtivo, a forma que a edificação é pensada, na sua concepção, pode acabar influenciando no seu desempenho, muitas vezes, acarretando imprevistos não observados pelos responsáveis do projeto. O objetivo deste trabalho foi analisar o desempenho acústico de uma vedação vertical de alvenaria, composta por blocos de 12 furos horizontais e 19 cm de espessura com revestimento argamassado de 2,5 cm em ambas as faces. Foram ensaiadas 15 amostras, com variações que envolveram o preenchimento das juntas verticais, o tipo de encunhamento e diferentes alinhamentos das caixas de instalações elétricas. Os ensaios foram realizados em campo, utilizando o método descrito na norma ISO 16283-1:2018. Os resultados obtidos indicam que pode ser constatada a diferença de até 4 dB entre a amostra com execução correta e a amostra com maior quantidade de falhas. A variação mais significativa foi a comparação da mesma configuração de parede, sendo uma com juntas verticais dos blocos preenchidas e outra sem preenchimento das juntas verticais dos blocos. Pode-se constatar ainda, que o isolamento acústico de uma parede de alvenaria perde sua eficiência de forma mais significativa quando um conjunto de falhas ocorre no mesmo sistema construtivo.

Palavras-chave: desempenho acústico, influência de erros.

Influence of construction variations in the acoustic insulation of masonry: construction failures and installations

Abstract

The estimative of acoustic isolation on construction systems constitute an important step of specification in the edification project. However, little changes can compromise the acoustic performance and reduce the efficiency of a defined solution before the construction starts. The construction system is composed not just of the materials that constitute the element, but also of the constructive method. Beyond the construction system, the form that the construction is thought, in its conception, can end up influencing in its performance; often, causing unforeseen events not observed by those responsible for the project. The objective of this article was to analyze the acoustic performance of a vertical masonry fence, composed of 12 horizontal holes and 19cm thick bricks with a 2.5cm mortar coating on both sides. 15 samples were tested, with variations that involved the filling of vertical joints, the type of wedge and the different alignment of electrical installation boxes. The tests were performed in the field, using the method described in the norm ISO 16283-1: 2018. The results obtained indicate that a difference of up to 4 dB can be seen between the sample with correct execution and the sample with the highest number of



failures. The most significant variation was the comparison of the same wall configuration, one with vertical joints of the filled blocks and the other without the filled vertical joints of the blocks. It can also be seen that the acoustic insulation of a masonry wall loses its efficiency more significantly when a set of failures occurs in the same construction system.

Keywords: *acoustic performance, influence of errors.*

1. INTRODUÇÃO

Na construção civil, durante a execução de uma obra podem ocorrer falhas, imprecisões e/ou equívocos que podem comprometer o desempenho acústico de sistemas construtivos.

Barrett [1] usa o conceito estabelecido por Tate Latham & Son para explicar o significado de defeito, que é “a falta ou ausência de algo essencial à completude. No entanto, a definição de Tate não abrange todos os aspectos possíveis de um defeito, pois o trabalho gasto em um edifício pode ser completo, mas defeituoso. Geralmente, o conceito de defeito não possui apenas um significado, mas sim vários, com o objetivo de apontar inconformidades, erros, falhas, entre outros.

O defeito em si pode ser designado como resultado de um erro, equívoco ou falha, que, na construção civil, está vinculado às múltiplas etapas dos processos construtivos.

Muitas dessas falhas não são identificáveis visualmente e, dependendo do porte do empreendimento e da gestão da qualidade do empreendimento, a execução dos sistemas pode ser de difícil controle.

Os princípios de isolamento acústico ao som aéreo de sistemas construtivos pesados consideram o aumento da massa superficial de acordo com as premissas de aumento do isolamento, com base na lei da massa, que estima a perda de transmissão sonora, e/ou o uso de sistemas massa-mola-massa.

Embora seja possível prever possíveis ruídos em uma edificação e então escolher materiais construtivos com isolamento acústico eficiente, o desempenho acústico de um sistema construtivo pode não ser assegurado, dada a confiabilidade na correta execução da

edificação. Conforme Craik e Evans [2], o isolamento acústico de sistemas construtivos com características idênticas pode apresentar diferenças de cerca de 2 dB no valor ponderado. Segundo os autores, essas diferenças não podem ser explicadas pelas propriedades dos materiais, ou pelas transmissões por flancos, mas sim pela diferença no processo de execução das edificações.

Fausti et al. [3] indicam uma grande variedade de resultados para medições acústicas, com base na incerteza de medição, condições de teste, fonte de materiais, entre outros. No entanto, os efeitos de erros de mão-de-obra podem comprometer os resultados, gerando valores muito mais diferentes do que o esperado. Não só os erros relacionados à execução podem ser a causa do menor desempenho acústico, mas também a falta de detalhes do projeto e a má interpretação do executor.

Isso implica a necessidade de definir as melhores soluções técnicas a serem aplicadas, desenvolvendo projetos detalhados e de fácil compreensão e procedimentos de controle da construção. Hopkins [4], no entanto, pondera que os produtos indicados em projeto são muitas vezes substituídos por aqueles originalmente especificados durante a fase de construção e que a qualidade do acabamento pode variar muito dentro de uma mesma edificação. As estimativas teóricas consideram que os sistemas construtivos são homogêneos e isotrópicos, embora a maioria dos elementos construtivos sejam compostos de pequenos componentes, como os tijolos que formam uma parede de alvenaria [4]. Assim, as propriedades dinâmicas do elemento sempre apresentarão variação espacial no que diz respeito à perda de transmissão sonora devido não apenas às características dos materiais e suas conexões,

mas também às variações em sua colocação. Essas variações fazem com que os materiais percam a uniformidade, principalmente em sistemas que requerem construção de algum tipo de placa e/ou inclusão de caixas em alvenaria, para os quais pequenos vãos com medidas variáveis inviabilizam as estimativas teóricas [5].

Estudos indicam que, em laboratório, o mal preenchimento de argamassa nas juntas verticais, horizontais e/ou no encunhamento pode chegar a diferenças de 2 dB em relação a amostra que foi executado de forma correta [6].

Falhas no encunhamento de uma parede de alvenaria pode gerar uma perda de 1dB, o não preenchimento das juntas verticais dos blocos uma perda de 2dB, caixas elétricas de 10 x 5cm em uma face da parede gera uma perda de 1 dB e caixas elétrica de 10 x 5 cm nas duas faces da parede gera uma perda de 3 dB [7].

Este trabalho tem como objetivo principal a verificação de influências de variações construtivas no isolamento acústico do sistema de vedação interna de alvenaria, sejam elas por decorrência de falhas construtivas e/ou instalações elétricas.

2. MÉTODO

Para este trabalho foram ensaiados 15 tipos diferentes de montagens de paredes que dividem apartamentos. Com o intuito de conhecer mais sobre como o desempenho dos materiais, execução da mão de obra, e ainda, saber a influência de instalações e falhas construtivas no desempenho desta parede.

2.1 Caracterização das paredes

Foram ensaiadas 15 diferentes tipos de paredes internas, com variações que envolveram o preenchimento das juntas verticais, o tipo de encunhamento e diferentes alinhamentos das caixas de instalações elétricas.

As amostras foram construídas em pares, sendo que uma das paredes faz divisa entre a sala de estar do apartamento 402 e sala de estar do apartamento 403 e a outra faz divisa entre a sala

de estar do apartamento 404 e sala de estar do apartamento 405. Na Figura 1 é possível ver a localização das paredes onde foram inseridas as diferentes tipologias.

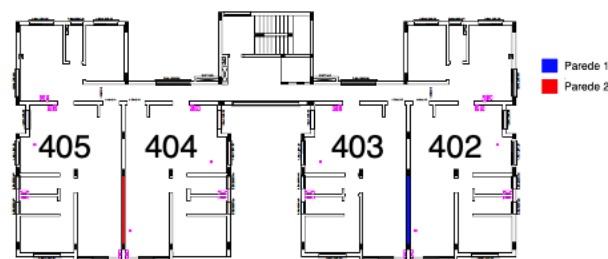


Figura 1: Localização da parede 1 e parede 2

Como a obra ainda estava em construção no momento dos ensaios não havia esquadrias nas janelas nem nas portas. Por isso, as janelas próximas a parede que foi ensaiada foram fechadas com alvenaria. O mesmo ocorreu para as portas de entradas dos apartamentos, sendo fechados com uma chapa de compensado durante o ensaio.

Todas as paredes foram executadas com bloco cerâmico de 12 furos horizontais (conforme Figura 2) com juntas horizontais preenchidas com argamassa estabilizada com espessura média de 2 cm, e rebocadas com argamassa estabilizada com 2,5cm em cada face. As juntas verticais foram preenchidas com argamassa estabilizada com espessura média de 1cm e as juntas verticais que não foram preenchidas ficaram com uma distância entre os blocos cerâmicos de 0,5cm.



Figura 2: Bloco cerâmico utilizado



AMOSTRA	SIGLA	DESCRIÇÃO
1	CJV + EB	Com junta vertical preenchida e encunhamento com bloco especial
2	SJV + EB	Sem junta vertical preenchida e encunhamento com bloco especial
3	CJV + EN (REF)	Com junta vertical preenchida e encunhamento com mesmo bloco da parede
4	SJV + EN	Sem junta vertical preenchida e encunhamento com mesmo bloco da parede
5	CJV + EN + T1F	Com junta vertical preenchida, encunhamento com mesmo bloco da parede e espera para tomada em uma face da parede
6	SJV + EN + T1F	Sem junta vertical preenchida, encunhamento com mesmo bloco da parede e espera para tomada em uma face da parede
7	CJV + EN + T1F + TC	Com junta vertical preenchida, encunhamento com mesmo bloco da parede, espera para tomada em uma face da parede e tampa cega
8	SJV + EN + T1F + TC	Sem junta vertical preenchida, encunhamento com mesmo bloco da parede, espera para tomada em uma face da parede e tampa cega
9	CJV + EN + T2FA	Com junta vertical preenchida, encunhamento com mesmo bloco da parede e espera para tomada nas duas faces da parede alinhada
10	SJV + EN + T2FA	Sem junta vertical preenchida, encunhamento com mesmo bloco da parede e espera para tomada nas duas faces da parede alinhada
11	CJV + EN + T2FA + CD	Com junta vertical preenchida, encunhamento com mesmo bloco da parede, espera para tomada nas duas faces da parede alinhada e caixa de distribuição desalinhadas
12	SJV + EN + T2FA + CD	Sem junta vertical preenchida, encunhamento com mesmo bloco da parede, espera para tomada nas duas faces da parede alinhada e caixa de distribuição desalinhadas
13	CJV + EN + T2FA + CD	Com junta vertical preenchida, encunhamento com mesmo bloco da parede, espera para tomada nas duas faces da parede alinhada e caixa de distribuição desalinhadas
14 e 15	CJV + EN + T2FD	Com junta vertical preenchida, encunhamento com mesmo bloco da parede, espera para tomada nas duas faces da parede desalinhadas

Tabela 1: Resumo ensaios

A amostra 1 (CJV + EB) foi executada com as juntas verticais preenchidas com argamassa, conforme Figura 4 e foi utilizada um bloco especial para encunhamento, conforme Figura 3.

Já a amostra 2 (SVJ + EB) foi executada sem as juntas verticais argamassada, conforme Figura 5, também sendo utilizado o bloco especial para encunhamento.



Figura 3: Bloco cerâmico de encunhamento

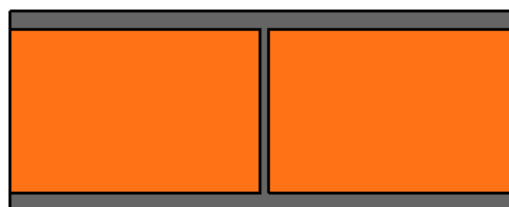


Figura 4: Com junta vertical preenchida

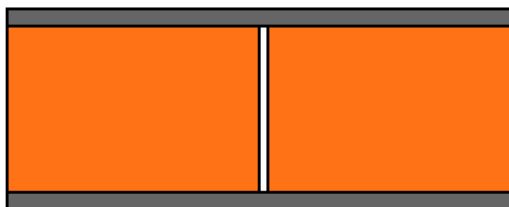


Figura 5: Sem junta vertical preenchida

Na etapa seguinte, na amostra 3 (CJV + EN), foi removido o bloco especial de encunhamento (Figura 6) e foi assentado no local o mesmo bloco da parede (Figura 7). Essa amostra foi executada com junta vertical preenchida e encunhamento com mesmo bloco da parede. Por ser o método construtivo adotado pela construtora para os demais sistemas construtivos de vedação vertical, esta amostra foi considerada como referência. Já a amostra 4 (SVJ + EN) foi executada sem junta vertical preenchida e encunhamento com mesmo bloco da parede.

Nas amostras identificadas com “T1” foram colocadas seis esperas para tomadas em uma das faces das paredes, conforme apresenta a Figura 109. Nessas amostras foram feitos dois ensaios, o primeiro somente com a caixa 4x2 (10 x 5 cm) (Figura 8) e no segundo com as caixas fechadas com uma tampa cega (Figura 9). A amostra 5 (CJV + EN + T1F) foi executada com junta vertical preenchida, encunhamento normal e tomadas em uma face da parede. A amostra 6 (SVJ + EN + T1F) foi executada sem junta vertical preenchida, encunhamento normal e espera para tomadas em uma face da parede.



Figura 6: Remoção bloco encunhamento



Figura 7: Alteração bloco encunhamento

A amostra 7 (CJV + EN + T1F + TC) foi executada com junta vertical preenchida, encunhamento normal, esperas para tomadas em uma face da parede com tampa cega. Já a amostra 8 (SJV + EN + T1F + TC) foi executada sem junta vertical preenchida, encunhamento normal, espera para tomadas em uma face da parede com tampa cega.



Figura 8: Caixa 4x2(10x5cm)



Figura 9: Caixa 4x2 (10x5cm), fechada com tampa cega

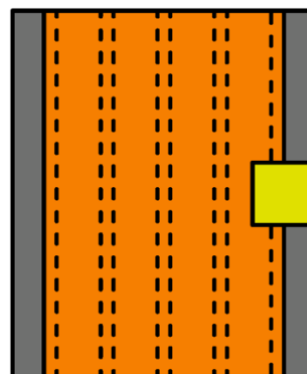


Figura 10: Caixa 4x2 (10x5cm) em uma face da parede

A amostra 9 (CJV + EN + T2FA) foi executada com junta vertical preenchida, encunhamento normal e espera para tomadas nas duas faces da parede alinhadas (Figura 11). A amostra 10 (SJV + EN + T2FA) foi executada sem junta vertical preenchida, encunhamento normal e espera para tomadas nas duas faces da parede alinhadas.

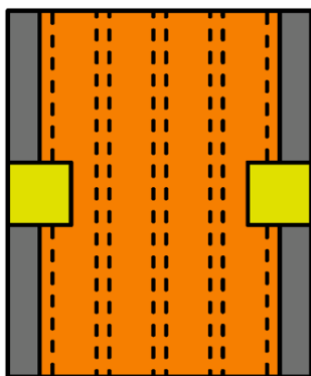


Figura 11: Caixa 4x2 (10x5cm) em duas faces da parede alinhadas

A amostra 11 (CJV + EN + T2FA + CD) foi executada com junta vertical preenchida, encunhamento normal, espera para tomadas nas duas faces da parede alinhadas e caixa de distribuição desalinhadas, conforme Figura 12. Já a amostra 12 (SVJ + EN + T2FA + CD) foi executada sem junta vertical preenchida, encunhamento normal, espera para tomadas nas duas faces da parede alinhadas e caixa de distribuição desalinhadas, conforme Figura 13.

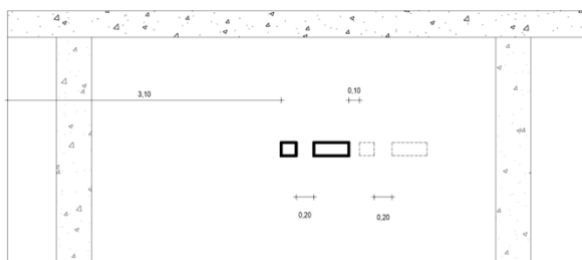


Figura 12: Posição caixa de distribuição

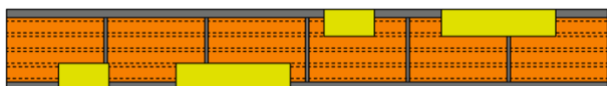


Figura 13: Caixas de distribuição na parede com junta vertical preenchida

A amostra 13 manteve-se igual a amostra 11, foi refeito o ensaio com as mesmas características do ensaio 5. A amostra 13 foi executada com junta vertical preenchida, encunhamento normal, espera para tomadas nas duas faces da parede alinhadas e caixa de distribuição desalinhadas.

Depois do término dos ensaios, a amostra 12 foi demolida (Figura 14) e reconstruída (Figura 15) com os mesmos blocos, porém com as juntas verticais preenchidas de argamassa, usando reboco argamassado em ambas as faces com 2,5cm de espessura.



Figura 14: Amostra 12 demolida



Figura 15: Amostra 12 reconstruída

O último ensaio realizado, os apartamentos já estavam totalmente prontos para serem entregues para os clientes, como é possível ver na Figura 17. Havia 6 esperas para tomadas em ambas as faces da parede, elas estavam desalinhadas, conforme Figura 16. Foi ensaiada as duas paredes que fazem divisa com as unidades 402 e 403; e 404 e 405.

A composição final das paredes ficaram: amostra 14 (parede divisa entre as unidades 404 e 405) e amostra 15 (parede divisa entre as unidades 402 e 403) sendo compostas por junta vertical preenchida, encunhamento como mesmo bloco utilizado na parede, tomadas nas duas faces desalinhadas.

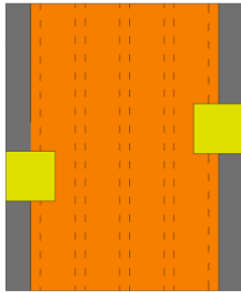


Figura 16: Caixa 4x2 (10x5cm) em duas faces da parede desalinhadas



Figura 17: Ensaio com o apartamento pronto

2.2 Método de ensaio

Os ensaios foram realizados em campo, utilizando o método descrito na norma ISO 16283-1:2018.

Para calcular o $D_{nT,w}$ foi utilizada a norma ISO 717-1:2020. Na Tabela 2 estão descritos os equipamentos que foram utilizados nos ensaios.

Complementarmente, foram realizadas medições de umidade superficial em todas as amostras.

Descrição	Fabricante / Modelo	Capacidade técnica
Fonte sonora dodecaédrica	Brüel&Kjaer / 4292-L (itt Performance – E031P)	Máximo NPS de 122 dB
Amplificador de potência	Brüel&Kjaer / TYPE 2734-A (itt Performance – E028P)	20 Hz a 20 kHz, resolução de 1 dB, e 500 W
Calibrador acústico	Brüel&Kjaer / TYPE 4231 (itt Performance E029P)	94 dB, em 1 kHz, resolução de 0,1 dB
Microfone	GRAS / 40AO (itt Performance – E117P)	Min. 50Hz; 21,0dB; Máx. 20.000Hz; 138,0dB; Res. 0,1dB
Pré-amplificador	ACOEM 01dB / FUSION (itt Performance – E115P)	Min. 50Hz; 21,0dB; Máx. 20.000Hz; 138,0dB; Res. 0,1dB
Analizador Sonoro	ACOEM 01dB / FUSION (itt Performance – E115P)	Min. 50Hz; 21,0dB; Máx. 20.000Hz; 138,0dB; Res. 0,1dB
Termo-higrômetro	Novus / LOGOBOX-RHT-LCD (itt Performance – E265P)	-40 a 70°C, 0 a 100% RH; resolução de 0,1°C e 0,1% RH
Medidor de Umidade	MUV 200 - Vonder	0,2 - 2,0%; ± 0,1%

Tabela 2: Equipamentos utilizados

3. RESULTADO

A influência do preenchimento das juntas pode ser verificada na comparação entre as amostras 1 e 3, e as amostras 2 e 4 (Figura 20). As amostras com as juntas preenchidas obtiveram maior isolamento acústico a partir da banda de 500 Hz. O não preenchimento das juntas verticais acarretou a queda do isolamento acústico a partir das médias frequências, sendo de maior influência que o uso do bloco especial de encunhamento.

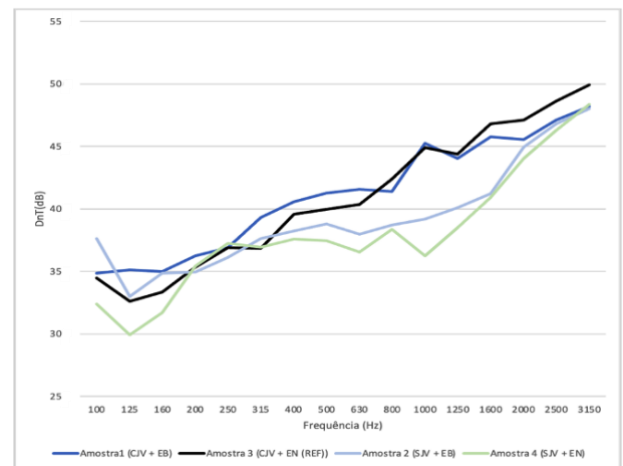


Figura 18: Comparação entre resultados por bandas de terço de oitava com as amostras 1, 2, 3 e 4

A Figura 19 demonstra os resultados ponderados das amostras 1, 2, 3 e 4, sendo que a amostra 3 é usada como referência. As amostras 1 e 3 obtiveram o mesmo resultado ponderado de 45dB. Já as amostras 2 e 4 apresentaram resultados inferiores, ficando em 42 e 41dB, respectivamente. Conforme apresenta a Figura 18, a diferença nos valores



podem ser originários de uma menor rigidez e menor massa do sistema e uma maior quantidade de frestas apresentadas nas amostras 2 e 4 devido à falta de junta vertical no sistema, quando comparado com as amostras 1 e 3.

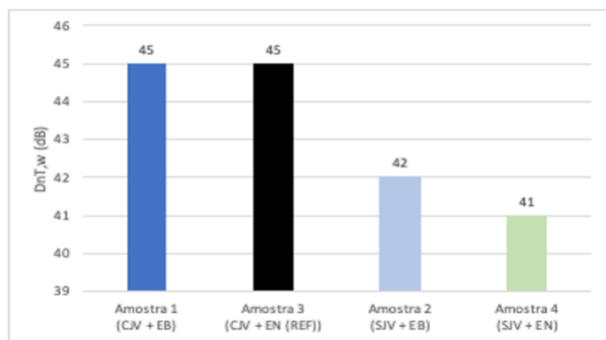


Figura 19: Comparação entre resultados ponderado da parede referência com as amostras 1, 2 e 4

Na Figura 20 é possível observar que a amostra 7 (CJV + EN + T1F + TC) obteve o melhor resultado nas baixas frequências e que amostra 10 (SJV + EN + T2FA) obteve o resultado com menor desempenho. Nas médias frequências se destaca como maior desempenho o resultado da amostra 7 (CJV + EN + T1F + TC) e com pior resultado ficou a amostra 10 (SJV + EN + T2FA). Nas altas frequências o resultado que se destaca é o obtido pela amostra 5 (CJV + EN + T1F) e o pior resultado foi obtido pelas amostras 6, 8 e 10 (todas sem junta vertical preenchida, encunhamento com o mesmo bloco da parede e respectivamente espera para tomadas em uma face da parede, espera para tomadas em uma face da parede com tampa cega, espera para tomadas nas duas faces da parede).

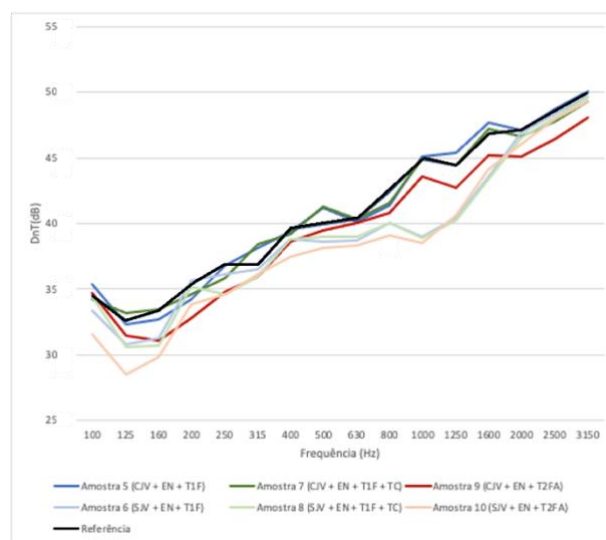


Figura 20: Comparação entre resultados de bandas de oitava da parede referência com as amostras 5, 6, 7, 8, 9 e 10.

A Figura 21 demonstra os resultados ponderados das amostras 5, 6, 7, 8, 9, e a referência, que é a amostra 3, a amostras 5 e 7 obtiveram os melhores resultados. O resultado foi pior nas amostras 6, 8 e 10.

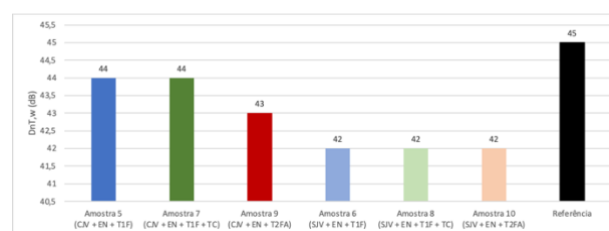


Figura 21: Comparação entre resultados ponderado da parede referência com as amostras 5, 6, 7, 8, 9 e 10.

Na Figura 22, é possível observar que a amostra 11 e 13 (CJV + EN + T2FA + CD) obteve o melhor resultado nas baixas e médias frequências e que amostra 12 (SJV + EN + T2FA + CD) obteve o pior resultado. Observa-se aqui novamente o mesmo comportamento indicado na Figura 20, estando destacado que nas bandas de média frequência, há um decaimento originado pela ausência de junta vertical na composição do sistema. Outro ponto a se destacar é a similaridade entre as curvas da amostra 11 e referência.

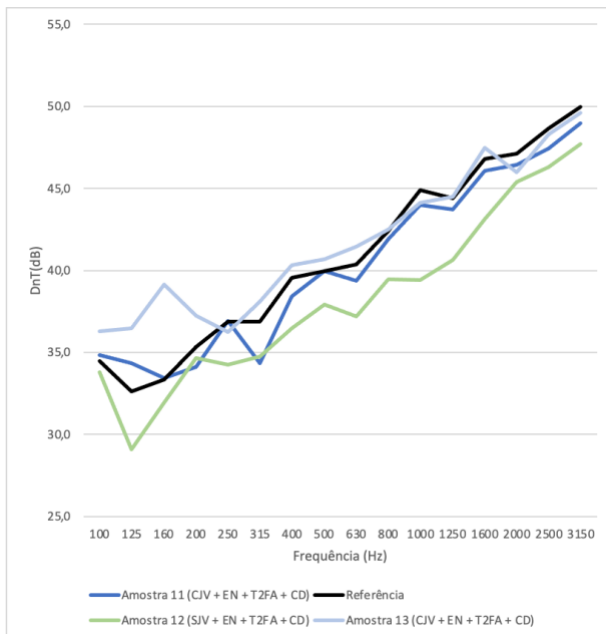


Figura 22: Comparação entre resultados de bandas de oitavas da parede referência com as amostras 11, 12 e 13.

A Figura 23 demonstra os resultados ponderados das amostras 11, 12 e 13, e a referência (amostra 3). A amostra 13 obteve o melhor resultado. O resultado foi pior na amostra 12. Como observado no gráfico das bandas de oitavas, essas amostras têm menor rigidez, menor massa e maior quantidade de frestas em comparação com as outras amostras.

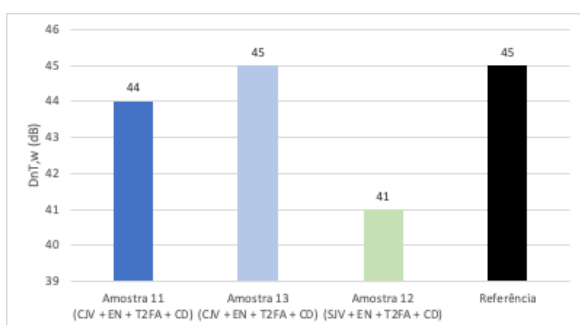


Figura 23: Comparação entre resultados ponderado da parede referência com as amostras 11, 12 e 13.

Na Figura 24, é possível observar que a amostra 15 obteve o maior desempenho que a amostra 14, sendo ambas um sistema composto por junta vertical preenchida, encunhamento normal, tomadas nas duas faces desalinhadas. Nas bandas de médias e altas frequências se destaca

como melhor resultado a amostra 15. Nestes sistemas compostos pela amostra 14 e 15 fica evidente um decaimento no isolamento devido a frequência de coincidência, podendo ser observada na Figura 24 na banda de 2000Hz.

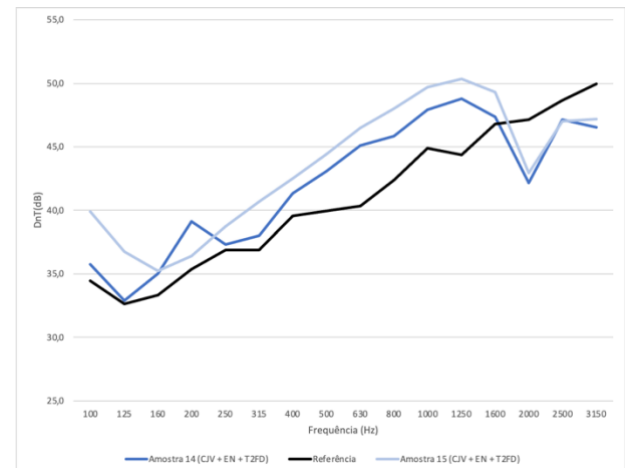


Figura 24: Comparação entre resultados de bandas de oitavas da parede referência com as amostras 14 e 15.

A Figura 25 demonstra os resultados ponderados das amostras 14, 15, e a referência. A amostra 15 obteve o melhor resultado, enquanto que o menor desempenho foi da amostra 14 e referência.

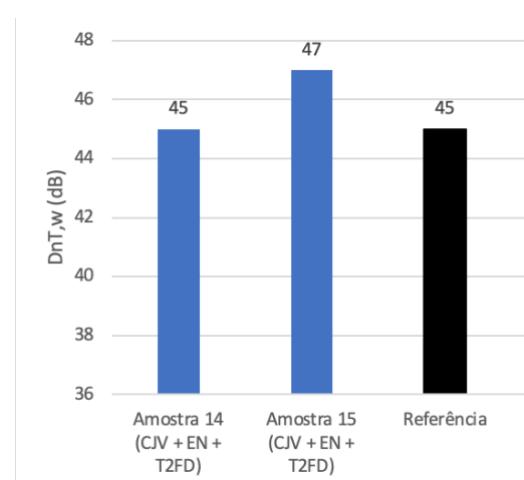


Figura 25: Comparação entre resultados ponderado da parede referência com as amostras 14 e 15.



4. CONCLUSÕES

Através dos ensaios podemos concluir que a maior perda de desempenho é a junta vertical não preenchida, que pode variar de 3 a 4 dB de perda. Nas paredes que foram inseridas esperas de tomadas em ambas as faces, apresentaram um resultado de até 1 dB de perda em relação as amostras que só tinham esperas de tomadas em uma das faces da parede. A amostra 15 houve um aumento de 2 dB depois que o apartamento estava pronto em relação ao ensaio que foi realizado durante a construção.

As amostras sem a junta vertical preenchida possuem maior quantidade de frestas, mesmo que não sejam visíveis, gerando uma grande perda de desempenho, principalmente nas médias e altas frequências. Esse é um erro comum que é cometido em algumas construções, e tem como solução algo que influenciará muito pouco o custo final da obra, podendo assim ter um ganho de desempenho e conforto para o usuário.

5. AGRADECIMENTOS

Ao itt performance e a todos os profissionais que fizeram os ensaios e foram muito prestativos em todos os momentos no decorrer deste trabalho.

A empresa CAST Empreendimentos que deu toda liberdade para fazer as modificações necessárias nas amostras.

REFERÊNCIAS

[1] Diogo M. R. Mateus; Andreia S. C. Pereira, Influência de pequenos erros de execução em obra no desempenho acústico de edifícios - exemplos típico. – TecniAcustica – Cáceres 2011

[2] Henrique Labres, Maria Fernanda de Oliveira, Fernanda Pacheco, Jorge Patrício, Bernardo Tutikian, *Acoustic performance of brick masonry walls: Construction defects and influence of installations*. – Building Acoustics – 2018

[3] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 717: acoustics:

rating of sound insulation in buildings and of building elements: part 1: airborne sound insulation. Geneva, 2013.

[4] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 16283-1: Acoustics — *Field measurement of sound insulation in buildings and of building elements — Part 1: Airborne sound insulation*, 2014