

SOLUÇÕES PARA ATENUAÇÃO DE RUÍDOS PROVENIENTES DE TUBULAÇÕES DE ESGOTO

Tudo teve início durante a Pós-Graduação em Patologia das Construções em 2010, em São Paulo. Naquela época, o Curso demandava a elaboração de um Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), cujo tema foi relacionado às instalações hidráulicas, uma escolha incomum em um cenário onde o concreto predomina.

O foco recaiu sobre o ruído das tubulações em edificações verticais, um problema que, na ocasião, não era considerado tão relevante. Hoje, entendemos sua extrema importância, especialmente à luz de normas específicas e da NBR 15575, que o aborda de maneira contraditória na Parte 6, sendo um denominado nessa parte por "facultativo", entrando em contradição com as demais partes da mesma norma e outras relacionadas que caracterizam ruídos aéreos como um problema que deve ser resolvido.

Doze anos depois, o tema permanece atual e crucial com a verticalização das edificações. As estruturas de concreto cada vez mais esbeltas e paredes com espessuras internas com blocos de 9, 11 e 14 cm, ainda levando em conta os diversos tipos de lajes denominadas nervuradas e outras que geram uma variedade de ruídos aéreos,

impacto de piso e estruturais nas habitações, entrando em desacordo com as normas, incluindo a norma de desempenho que se aplica a todas as edificações, desde o programa "Minha Casa, Minha Vida" até o alto padrão.

Durante o estudo do TCC, utilizamos materiais disponíveis no mercado e um teste explanatório, detalhado em um artigo publicado pela Alconpat Brasil em 2018. Nesse artigo, apresentamos os resultados obtidos com a aplicação de materiais no mercado e um decibelímetro (na ocasião), instrumento que não possui caráter de ensaio, mas sim de valores explanatórios. Atualmente conforme a norma NBR 10152:2017 (Acústica – Níveis de pressão sonora em ambientes internos a edificações), que denominou as novas nomenclaturas para o equipamento sonômetro com calibração de acordo com IEC60942, classe 1 ou 2, portanto levem em consideração as normas atualizadas e os procedimentos corretos para ensaios de laboratório e de campo.

Os resultados evidenciaram que a tubulação de PVC Série R, sem envelopamento, atinge um nível de ruído incômodo ao usuário. Por outro lado, com envelopamentos como manta em lã de rocha, fibra

de vidro e lençol de chumbo, os ruídos foram comprovadamente reduzidos. Para que os envelopamentos tenham um resultado adequado deve-se considerar a densidade do material empregado, qual o nível de pressão sonora que pretende atingir na habitação e ainda cálculos pertinentes para determinação eficaz da redução determinada pela norma como mínimo, intermediário e superior.

É importante ressaltar que os testes explanatórios servem apenas como ilustração e uma introdução sobre o tema, pois não utilizamos equipamentos normativos e procedimentos determinados nas normas atuais conforme a NBR 10152 e a ISO 16032, que determinam os procedimentos para ensaios de campo.

Os ensaios de campo, as medições devem ser feitas de acordo com a norma ISO 16032 (ISO, 2004), conforme acima mencionado e com os padrões da norma NBR 15575-6 (ABNT, 2021), que determina que a medição não deve ser realizada quando o ruído de fundo for maior do que os mostrados na Tabela 01, que determina os valores do LAeq,nT para dormitórios.

Tabela 01 – Valores do LAeq,nT medidos em dormitórios

LAeq,nT dB(A)	Nível de desempenho
≤ 30	S
≤ 34	I
≤ 37	M

LAeq,nT – Valores máximos do nível de pressão sonora contínua equivalente.

Fonte: Adaptado da norma NBR 15575-6 (ABNT, 2013)

Legenda: M – desempenho mínimo; I – desempenho intermediário; S – desempenho superior

Este foi o ponto de partida para a pesquisa sobre atenuação de ruídos em tubulações hidrossanitárias, que será abordada como artigo complementar na próxima edição, detalhando resultados relevantes executados com equipamentos corretos, normativos e procedimento de ensaio determinado pela autora e equipe de laboratório do IPT.


A partir daqui, segue o artigo explanatório "Análise Comparativa entre Soluções para Atenuação de Ruídos Provenientes de Tubulações de Esgoto", publicado nos Anais da Alconpat Brasil, com o intuito de despertar interesse e pesquisa sobre o tema apresentado.

SOBRE A AUTORA

Kelly Ramos de Lima

Mestrado em Habitação, pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT):
Dissertação: Estudo de Eficácia de Soluções para Atenuação de Ruído em Instalações de Esgoto Sanitário. Pós-Graduação em Patologia das Edificações, pelo Instituto IDD Curitiba. Graduação em Engenharia Civil, pela Universidade Santa Cecília dos Bandeirantes (UNISANTA). Doutoranda em Engenharia Civil pela Unisinos e Pós-graduanda em Tecnologia do Concreto pelo Instituto IDD Curitiba. Experiência de 30 anos no mercado de alto padrão na cidade de São Paulo. No momento atuando na Empresa Vistum Consultoria, como Diretora Técnica.



 klima.doc@idd.edu.br

 <https://www.linkedin.com/in/kelly-ramos-lima-b6595116/>

 <http://lattes.cnpq.br/7862681222644497>

ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE SOLUÇÕES PARA ATENUAÇÃO DE RUÍDOS PROVENIENTES DE TUBULAÇÕES DE ESGOTO

Kelly Ramos Lima^a
Andressa Margareth Assaka^{*b}
Luis Cesar Siqueira De Luca^{*c}

Resumo

O ruído gerado pelas tubulações hidrossanitárias no interior de edificações residenciais, provoca constantes desconfortos aos usuários, e não deixam de representar uma manifestação patológica que poderia ter sido evitada, se tivesse sido contemplada nas fases de projeto e execução da obra. Este estudo buscou analisar, dentre as soluções de isolamento acústico para tubulações hidrossanitárias adotadas pelo mercado da construção civil, os sistemas com maior eficácia para a redução do nível de ruído dessas instalações. Para tal, foram instalados dois sistemas de isolamento acústico utilizados em tubulações de esgoto de Policloreto de Vinila (PVC): envelopamento com i) lã de vidro, e ii) lã de vidro e lençol de chumbo. Para isto, foram montados protótipos para simular, de forma prática, edifícios sem nenhum revestimento acústico em suas tubulações e edifícios utilizando cada um dos procedimentos de envelopamento adotados. Os resultados obtidos nos testes explanatórios permitem uma comparação da eficiência entre os métodos e materiais empregados para redução da propagação de ruídos de tubulações de esgoto, tendo como referência o nível de ruído das mesmas tubulações sem envelopamento. O estudo identificou quais soluções apresentam maior atenuação dos ruídos gerados pelas tubulações hidrossanitárias nos ambientes contíguo aos banheiros.

Palavras-chave: Isolamento acústico; Ruídos; Acústica de edificações; Hidrossanitário; Tubulações.

Introdução

No interior de edificações residenciais, o ruído produzido pelas tubulações hidrossanitárias é uma manifestação patológica que causa desconforto constante aos usuários. Contemplar essa questão nas fases de projeto e execução da obra pode evitar tais problemas.

O isolamento acústico, de fato, é essencial para preservar a vida particular dos usuários de espaços contíguos e a intimidade das famílias. Ele garante a execução de atividades rotineiras sem incomodar os vizinhos, de forma que prevaleçam a paz e o bom convívio. Todas as precauções em relação ao bom desempenho acústico de uma edificação devem ser pensadas já na concepção do projeto, visando o conforto dos futuros.

Com o objetivo de comparar a eficiência de isolantes acústicos fabricados à partir de materiais reciclados, este estudo analisou, dentre as soluções atualmente adotadas pelo mercado da construção civil, qual material apresenta maior eficácia para a redução do nível de ruído em instalações hidrossanitárias de Policloreto de Vinila (PVC), atendendo às normas nacionais de desempenho. Para tal, foram analisados sistemas de isolamento acústico, por meio de um estudo comparativo dos materiais aplicados.

Eficiência Acústica

Segundo Bistafa (2011), o desempenho acústico de um material ou estrutura é determinado pela capacidade de absorção e isolamento de ruídos. Frequentemente se confunde isolamento e absorção sonora. A absorção é utilizada para o controle do tempo de reverberação em um recinto, enquanto o isolamento é medido pela perda de transmissão, e utilizado para impedir a transmissão do ruído de um ambiente para outro contíguo.

Em acústica, deve-se distinguir frequência e atenuação. A frequência expressa o número de vibrações por unidade de tempo, e é dada em vibrações ou ciclos por segundo; um ciclo por segundo equivale a um hertz (Hz), resultando assim em sons agudos de alta frequência, com muitas vibrações em um curto espaço de tempo, e sons graves de baixa frequência e poucas vibrações. A atenuação esta relacionada à capacidade que um material tem de absorver a energia sonora convertendo-a parcialmente em calor, sendo que o restante é refletido de volta

ao ambiente. Ela é um atributo muito importante em acústica ou em produtos submetidos a choques e vibrações. O efeito de atenuação sonora vem recebendo cada vez mais atenção na indústria automobilística (revestimento do compartimento do motor), engenharia civil (sistemas de ar condicionado, tubulações de hidráulica, pisos e paredes) e utilidades domésticas. A propriedade mais utilizada para determinar a capacidade de reduzir vibrações sonoras em um dado material é o fator de perda η , quanto mais alto o seu valor mais absorvente é o material, reduzindo o ruído. (FERNANDES, 2005).

Materiais macios, porosos e fibrosos, absorvem ondas sonoras incidentes, transmitidas pelo ar, e as convertem em calor, mas a potência do som é pequena, e o aumento de temperatura desprezível. A proporção de som absorvida por uma superfície é chamada de "coeficiente da absorção sonora". Um material com coeficiente de 0,8 absorve 80% do som que chega até ele e reflete 20% (LITWINCZIK, 2016).

Lã de Vidro

As fibras de vidro resultam do repuxamento do vidro fundido em uma máquina de fiar, produzindo fibras contínuas de diâmetros entre 10 e 100 μ m. Sua perfeição confere resistência sobre tração, mas mantém flexibilidade. Podem ser agregado em feltro solto cuja condução de calor é muito baixa (usado para isolamento térmico). Podem ser tramadas em um tecido, impressas ou coloridas para proporcionar um substituto resistente à chama para cortinas ou colchas. Sobre a forma de cordão, fibras ou novelos contínuos (feixes de fibras), são usados como reforço em polímeros (LIMA, 2012).

Como referência serão usados os painéis de lã de vidro da marca ISOVER, comercialmente chamados de DECORSOUD. Segundo este fabricante, quando uma onda sonora atinge uma superfície de lã de vidro, ela é amortecida e o seu retorno ao ambiente extremamente prejudicado. Este fenômeno é conhecido como absorção sonora. A lã de vidro apresenta como vantagens, estabilidade das dimensões, isolamento térmica com ótimos coeficientes de absorção sonora, resistência ao fogo e não ao ataque de insetos, roedores, fungos ou bactérias.

Programa Experimental

Os experimentos foram elaborados a partir da execução de protótipos que simularam, de forma prática, edifícios sem nenhum revestimento acústico em suas tubulações e edifícios utilizando cada um dos procedimentos de envelopamento adotados, pela aplicação dos métodos em materiais com características distintas. Assim foi possível verificar os melhores procedimentos de envelopamento de tubos para diminuir o nível de ruído causado pelo acionamento de válvulas de descarga.

Para os testes foram utilizados materiais disponíveis no mercado, com envelopamento das tubulações com lã de vidro e manta de chumbo que prometem soluções de atenuação de ruídos nas tubulações. Uma vez encontrados os resultados dos testes, foi definido qual o melhor material e método usados no estudo, considerando soluções adequadas e facilidade de manuseio e instalação.

Os testes exploratórios do estudo analisado, seguiram a ordem abaixo:

- I. Obtenção de dados:
 - ▷ montagem do protótipo;
 - ▷ simulação de descarga (3 medições com distâncias de 0,05 m; 0,55 m e 1,05 m da tubulação);
 - ▷ leitura dos diferentes resultados apresentados no sonômetro (média dos resultados).
- II. Materiais utilizados:
 - ▷ manta de lã de vidro com espessura de 15 mm;
 - ▷ lençol de chumbo com espessura de 1 mm;
 - ▷ equipamento de medição (sonômetro) – marca disponível no mercado.
- III. Resultados da análise comparativa:
 - ▷ tubo de PVC c/ lã de vidro 15 mm;
 - ▷ tubo de PVC c/ lã de vidro 15 mm + lençol de chumbo 1 mm.

A Figura 01 exibe o croqui do protótipo montado para elaboração dos testes exploratórios.

Foi desenvolvido um protótipo em local fechado, com instalação da tubulação de PVC Série Reforçada (Série R), com pé direito interno de 2,42 m e pé direito externo, onde foi instalada a bacia sanitária com caixa acoplada, com altura total de 3 m, simulando a instalação em uma edificação com 1 (um) pavimento superior e 1 (um) térreo, onde foram efetuadas todas as medições após o acionamento da caixa de descarga no pavimento superior.

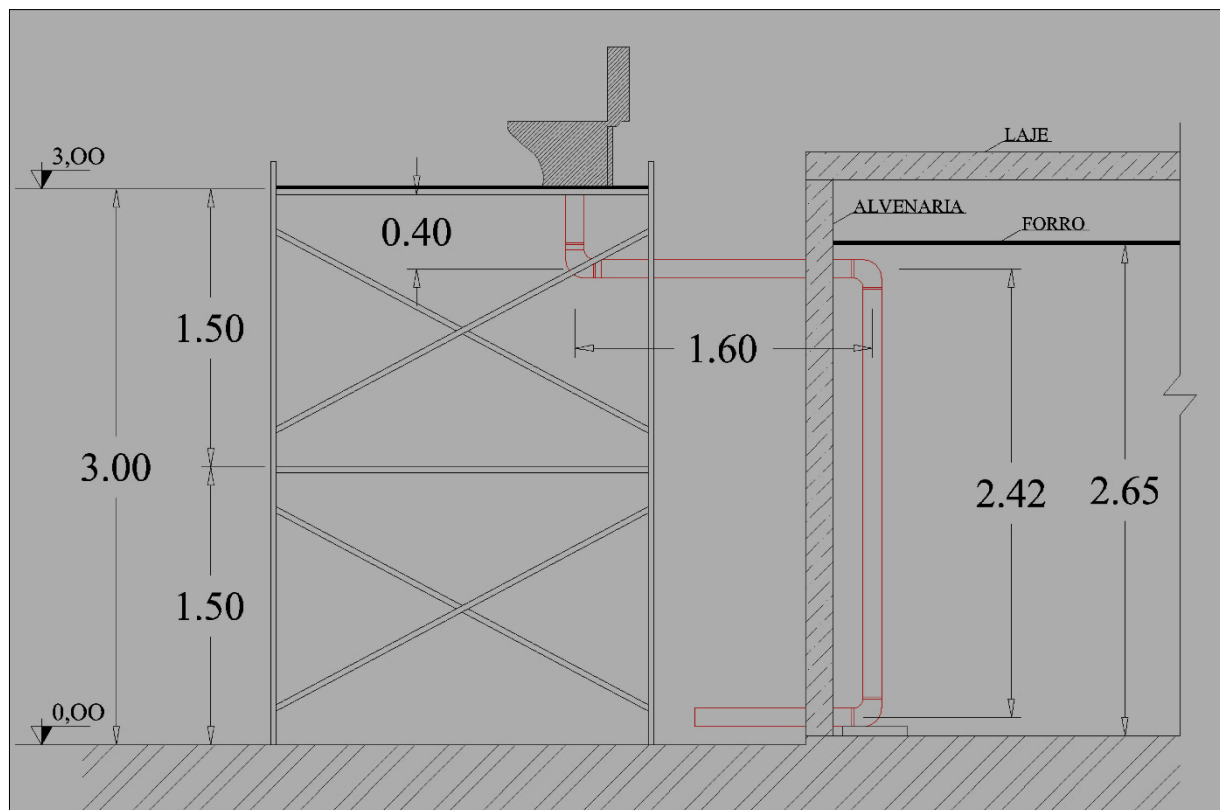


Figura 1 – Croqui sem escala – esquema da montagem do protótipo.
Fonte: autores, 2016.

As medições efetuadas no teste exploratório em local interno, simulando um tubo de queda de 1 (um) pavimento e a medição feita no pavimento térreo, em tubulações de PVC Série R sem revestimento envelopamento, obedeceram às distâncias do tubo de queda de 0,05 m, 0,55 m e 1,05 m; sempre correspondendo aos seguintes parâmetros, com medições efetuadas com o medidor de ruído (sonômetro), nas tubulações com revestimentos e sem revestimentos.

As aferições com o medidor sonoro (sonômetro) foram realizadas em local fechado simulando um tubo de queda de 1 pavimento em tubulações de PVC série R: i) sem envelopamento; ii) envelopado com lã de vidro com espessura de 15 mm, tanto na área interna, quanto no trecho existente no lado externo (Figura 2); e iii) envelopado com as duas camadas (lã de vidro 15 mm + lençol de chumbo 1 mm), tanto na área interna como trecho existente no lado externo, local externo com instalação do vaso sanitário com pé direito de 3 m.



Figura 2 – Envolvimento da tubulação de PVC série R com lã de vidro de 15mm.
Fonte: autores, 2016.

Resultados

Os resultados obtidos nos testes explanatórios permitem uma comparação da eficiência entre os métodos e materiais empregados para redução da propagação de ruídos de tubulações de esgoto, tendo como referência o nível de ruído das mesmas tubulações sem envolvimento. O teste identificou que as soluções apresentam maior atenuação dos ruídos gerados pelas tubulações hidrossanitárias, devendo ser aplicados revestimentos atenuadores para todas as tubulações hidrossanitárias para atendimento ao desempenho mínimo determinado pela norma 15575-6 (ABNT, 2013).

A Tabela 1 apresenta os resultados encontrados a partir das medições do (Lra) com o medidor de ruído sonoro em dB(A), a partir da avaliação do ruído de fundo no ambiente interno sem interferências externas. Os resultados obtidos foram constantes nos horários que antecederam às medições com tipo de material utilizado para o envolvimento da tubulação. Para o ambiente interno foi determinado que o resultado adotado seria o de quando o medidor de ruído de fundo se mantivesse constante por 10 segundos.

Tabela 1 – Resultado de medições em dB(A) do ambiente – ruído de fundo

Medições em Lra	Horário	Distância do Tubo de PVC	Valores em (dB)	Médias das medições em (dB)
m e d i ç ã o	10h00min	0,50 m	37,6	37,6
		1,00 m	37,6	
	10h45min	0,50 m	38,2	38,2
		1,00 m	38,2	
	11h20min	0,50 m	38,2	38,2
		1,00 m	38,2	

Os resultados encontrados em tubulações de PVC série R nas situações simuladas são mostrados na Tabela 2. Todos os valores foram aferidos em local interno e de acordo com critérios adotados pela equipe desenvolvedora. Os resultados das aferições geradas pelo sonômetro foram calculados pela média de três aferições e o valor em decibel determinado pelo Lra (nível de ruído do ambiente).

Tabela 2 – Resultado de medições em dB(A) do tubo de PVC série R

TUBO PVC	DISTÂNCIA DE MEDIÇÃO (m)	RUÍDO (dB)	MÉDIA (dB)
SEM ENVELOPAMENTO	0,05	63,2	62,5
		65	
		59,3	
	0,55	62,5	58,2
		62,1	
		50,1	
	1,05	59,1	59,4
		59,3	
		54,3	
LÃ DE VIDRO	0,05	54,4	53,7
		54,7	
		51,9	
	0,55	53,3	52,2
		52,6	
		50,8	
	1,05	54,2	51,8
		52	
		49,1	
LÃ DE VIDRO E LENÇOL DE CHUMBO	0,05	49,1	49,6
		51,1	
		48,6	
	0,55	46,5	47,5
		48,8	
		47,1	
	1,05	41,2	46,5
		44,1	
		42,1	

Com o acionamento da válvula de descarga, os níveis de ruídos aumentam consideravelmente na tubulação de PVC sem revestimento. Depois do envelopamento da tubulação notou-se a diminuição do nível de ruído, sendo o resultado mais considerável aquele observado após o envelopamento com o lençol de chumbo sobre a lâ de vidro de 15 mm, uma vez que a manta de chumbo tem a função de evitar a propagação do ruído no ambiente.

A média das aferições e os percentuais baseados na média do Lra, encontram-se na Tabela 3.

Tabela 3 – Resultado das medições em dB(A) obtidos no ambiente interno

Resultados médios (dB)	a 0,05 m	a 0,55 m	a 1,05 m
Lã de Vidro e Lençol de Chumbo	49,6	47,5	42,5
Lã de Vidro	53,7	52,2	51,8
Sem envelopamento	62,5	58,2	57,6
LRA (Nível Ruído Ambiente)	38		

Considerações Finais

Este trabalho se propôs a comparar níveis de ruído gerados pelas tubulações hidrossanitárias no interior de edificações residenciais em diferentes situações de envelopamento.

Medições iniciais determinaram que o nível de ruído ambiente médio aumenta em 56,4% quando uma tubulação de esgoto é instalada sem nenhum tipo de envelopamento.

Neste estudo, foi possível detectar que o ruído causado pela tubulação diminui cerca de 11,5% com a utilização de envelopamento de lã de vidro e cerca de 21,7% quando utilizados lã de vidro e lençol de chumbo, concomitantemente.

A utilização de ambos os sistemas de isolamento acústico se apresenta, portanto, como método importante para a mitigação dos ruídos das tubulações, uma vez que o nível de ruído ambiente médio aumenta somente 11,8% (medido a 1,05 m) quando uma tubulação de esgoto é instalada com envelopamento.

Referências Bibliográficas

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 15575-6: desempenho de edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – parte 6: instalações hidrossanitárias. Rio de Janeiro, 2013. 31 p.
- BISTAFA, S. R. Acústica Aplicada ao Controle de Ruído. In: BISTAFA, S.R. (Ed.). Acústica Aplicada ao Controle de Ruído. São Paulo: Blucher, 2011.
- FERNANDES, J. C.. Acústica e Ruídos. Apostila. Bauru: UNESP, 2005.
- FRANGETTO, F. W.. O direito à qualidade sonora. Revista de Direito Ambiental. RDA 19/157. jul.-set/2000. In: MILARÉ, Edis; MACHADO, Paulo Afonso Lemes (orgs.). Doutrinas Essenciais: Direito Ambiental – Conservação e degradação do meio ambiente, v. 2. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2011.
- LIMA, Kelly Ramos de; DOURADO, Janaina Borges; OLIVEIRA, Larissa Barbara de. Estudo Comparativo de Sistemas de Redução de Ruídos em Tubulações de Esgoto. 2012. 113 f. TCC (Pós-Graduação) – Curso de Patologia na Construção Civil, Pós-Graduação, Instituto Idd, Sao Paulo, 2012.
- LITWINCZIK, V. Acústica de Edificações. Pisos. Desempenho Acústico. Florianópolis: 2013.

^aKelly Ramos de Lima

eng.kellyramos@gmail.com

Engenheira Civil, Mestre em Habitação

^bAndressa Margareth Assaka

andressa.assaka@idd.edu.br

Engenheira Química e Administradora, Doutora em Química, Doutora em Administração, Docente

^cLuis Cesar Siqueira De Luca

deluca@idd.edu.br

Engenheiro Civil, Mestre em Estruturas, Docente

*Faculdade IDD, 80.010-050 – Curitiba – Paraná – Brasil