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

COMPARATIVE ANALYSIS BETWEEN SOLUTIONS FOR ATTENUATION OF NOISE FROM SEWAGE PIPES

K. R. LIMA
Mestre em Habitação e Engenharia Civil
IPT e UNISANTA
SP; Brasil
engkellyramos@gmail.com

H. A. B. FERREIRA
Arquiteta
Instituição UFBA
BA; Brasil
bhelia@uol.com.br

B. OLIVEIRA
Engenheira Civil
Instituição PUCCamp
SP; Brasil
larissa.barbara@terra.com.br

J. R. DOURADO
Engenheira Civil
Instituição UFGO
GO; Brasil
janainard@msn.com

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 analisou, dentre as soluções de isolamento acústico para tubulações hidrossanitárias adotadas atualmente pelo mercado da construção civil, qual material apresenta maior eficácia para a redução do nível de ruído dessas instalações, atendendo às normas nacionais de desempenho. Para tal, foram analisados sistemas de isolamento acústico, atualmente utilizados em tubulações de esgoto de Policloreto de Vinila (PVC), por meio de um estudo comparativo dos materiais aplicados em tais situações. Os experimentos foram elaborados com execução de protótipos para simular, de forma prática, edifícios sem nenhum revestimento acústico em suas tubulações e edifícios utilizando cada um dos procedimentos de envelopamento adotados, de forma prática, pela aplicação dos métodos em materiais com características distintas. Foi uma pesquisa de campo realizada através de testes explanatórios com base em levantamento bibliográfico por meio do estudo de normas técnicas, trabalhos acadêmicos e periódicos pertinentes ao assunto. 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 e, que consequentemente, atendem ao desempenho mínimo determinado pela norma 15575-6 (ABNT, 2013).
Palavras-chave: Isolamento acústico. Ruídos. Acústica para edificações. Hidrossanitário. Tubulações.

ABSTRACT

The noise generated by the hydrosanitary pipes inside residential buildings causes constant discomfort to the users and does not fail to represent a pathological manifestation that could have been avoided had it been contemplated in the project design and execution phases. This study analyzed, among the acoustic insulation solutions for hydrosanitary pipes currently adopted by the civil construction market, which material is most effective in reducing the noise level of these installations, in accordance with national performance standards. For this, acoustic insulation systems, currently used in polyvinyl chloride (PVC) sewage pipes, were analyzed through a comparative study of the materials applied in such situations. The experiments were carried out using prototypes to simulate, in a practical way, buildings with no acoustic coating on their pipes and buildings using each of the envelopment procedures practically adopted by the application of the methods in materials with different characteristics. It was a field research conducted through explanatory tests based on a bibliographical survey through the study of technical norms, academic papers and periodicals pertinent to the

subject. The results obtained in the explanatory tests allow a comparison of the efficiency between the methods and materials used to reduce the propagation of noises of sewage pipes, taking as reference the noise level of the same pipes without enveloping. The study identified which solutions present greater attenuation of the noise generated by the hydrosanitary pipes in the environments contiguous to the bathrooms and, consequently, they meet the minimum performance determined by the norm 15575-6 (ABNT, 2013).
Key words: Sound insulation. Noise. Acoustics of buildings. Hydrosanitary. Pipes.

1. INTRODUÇÃO

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 pode ser evitada se contemplada nas fases de projeto e execução da obra.

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 hidrosanitárias 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 em tais situações.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Eficiência Acústica

Segundo Bistafa (2015), 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. (FERREANTE e WALTER, 2011).

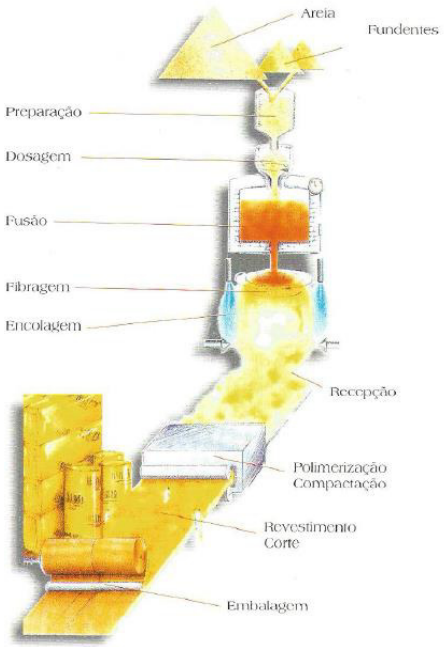
Materiais macios, porosos e fibrosos, absorvem ondas sonoras incidentes, transmitidas pelo ar, e as convertem em calor, mas a potência do som é pequena, e o aumento de temperatura desprezível. A proporção de som absorvida por uma superfície é chamada de "coeficiente da absorção sonora". Um material com coeficiente de 0,8 absorve 80% do som que chega até ele e reflete 20% (ASHBY e JOHNSON, 2011).

2.2 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 100µm. 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 (ASHBY e JOHNSON, 2011).

Figura 2: Ciclo produtivo da lã de vidro



Fonte: Manual Isover, 2016.

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 e conhecido como absorção sonora. A lã de vidro apresenta como vantagens, estabilidade das dimensões, isolação térmica com ótimos coeficientes de absorção sonora, resistência ao fogo e não ao ataque de insetos, roedores, fungos ou bactérias.

2.3 Lã de Vidro

Os dados aqui contidos foram obtidos no manual do fabricante La Rocha (2016).

A Lã de Rocha é uma fibra natural e mineral proveniente de uma rocha vulcânica chamada de diábase. É um produto isolante, formado por uma trama de fibras de materiais pétreos que formam um feltro que mantém entre elas o ar em estado estático. Estas formações de fibras resultam em produtos que com elevados níveis de proteção ao calor, ruído e fogo.

A lã de rocha é reconhecida internacionalmente como isolante acústico por sua estrutura flexível, e térmico por manter o ar em estado imóvel. Sendo incombustível devido a sua origem inorgânica.

O processo de fabricação se resume a produção de fibras compostas por aglutinante de resina. Durante o processo de produção as fibras são prensadas na densidade e espessuras desejada, formando placas rígidas ou semirrígidas, feltros e flocos, o que pode converter-se em outros materiais tipo: tubos, peças moldadas, forros, porta corta-fogo, dentre outros. É considerada um excelente isolante térmico-acústico para equipamentos e tubulações industriais, podendo ser aplicada em forros, paredes de Dry-wall ou sob pisos flutuantes, e usada criativamente como meio para a germinação de plantas no sistema de hidropônia.
A densidade da Lã de Rocha pode variar desde 30kgm³ até 300kgm³, e o ponto de fusão em temperaturas de operação, se dá a partir de 1200°C. O ponto de fusão da Rocha Basáltica se dá na temperatura de

1500°C. É vastamente usada no mercado industrial, da construção civil, naval, petroleiro, termelétrico, hidropônico, dentre outros.

3. METODOLOGIA

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 evelopamento 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:

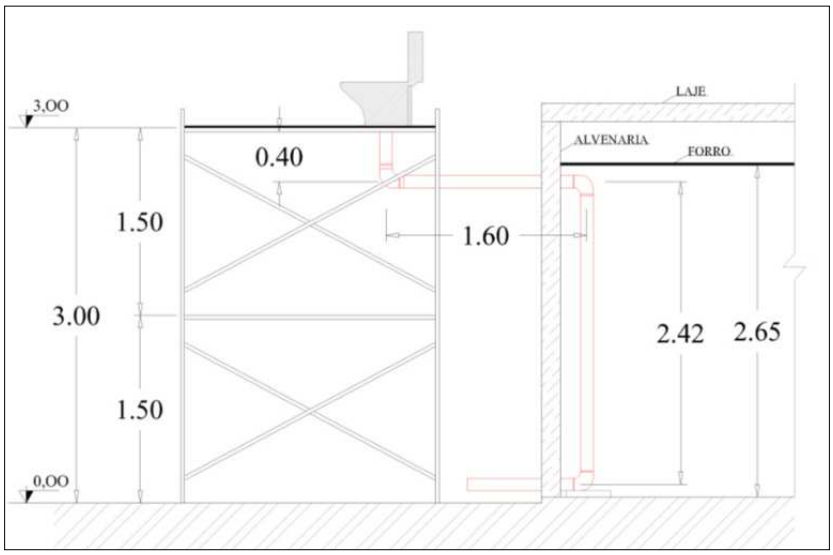
a) obtenção de dados:
- montagem do protótipo;
- simulação de descarga (3 medições com distâncias de 0,05 m; 0,55 m e 1,05 m da tubulação);
- leitura dos diferentes resultados apresentados no sonômetro (média dos resultados).

b) 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.

c) 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 a seguir, exibe o croqui do protótipo montado para elaboração dos testes exploratórios.

Figura 01 – Croqui sem escala – esquema da montagem do protótipo



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.

As medições efetuadas pelas Autoras 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

Nas figuras 02, 03 e 04, a seguir, demonstram as aferições com o medidor sonoro (sonômetro) em local fechado simulando um tubo de queda de 1 pavimento em tubulações de PVC série R envelopada com lã de vidro com espessura de 15 mm, tanto na área interna quanto no trecho existente no lado externo.

Figuras 02, 03 e 04 – Envelopamento da tubulação de PVC série R com lã de vidro de 15mm







Medições efetuadas, obedeceram às distâncias determinadas inicialmente de 0,05 m, 0,55 m e 1,05 m, da tubulação com ou sem envelopamento.

Figuras 05 e 06 – Vista do envelopamento da tubulação de PVC série R com lã de vidro de 15 mm e medições com sonômetro. 1 - Distância de 0,55 m. 2 - distância de 1,05 m

Detalhe do sonômetro com distância de 0,05 m.





As Fotografias 07 e 08 a seguir mostram os testes exploratórios executados no protótipo em local fechado, envelopamento do tubo de PVC série R 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.

Figuras 07 e 08 – Vista do envelopamento da tubulação de PVC série R com lã de vidro de 15 mm e lençol de chumbo e medições com sonômetro



4. 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 envelopamento. 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).

4.1 Resultado da análise dos ruídos de fundo

A Tabela 1, a seguir, apresenta os resultados encontrados à partir das medições do (Lra) com o medidor de ruído sonoro em dB(A), á 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 envelopamento 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)
1ª medição	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	

4.2. Resultados encontrados em instalações sem revestimento

A Tabela 2 demonstra os resultados encontrados em tubulações de PVC sem proteções em testes exploratórios para o tubo de PVC série R, em local interno.

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

Distância de medição sonomêtro		0,05 m		0,55 m		1,05 m		Resultado (Média)
Trechos		Tubo PVC	Média Obtida	Tubo PVC	Média Obtida	Tubo PVC	Média Obtida	
Prumada térreo	VSS	63,2	62,5	62,5	58,2	59,1	57,6	59,4
		65,0		62,1		59,3		
		59,3		50,1		54,3		

4.3. Resultados encontrados para instalações envelopadas por lã de vidro

Os resultados encontrados em tubulações de PVC com envelopamento de lã de vidro estão descritos na tabela 03. As medições foram feitas com sonômetro do ruído no tubo de queda envelopado com lã de vidro com espessura de 15 mm.

Tabela 3 – Resultado de medições em dB(A) do tubo de PVC série R com envelopamento em lã de vidro (local interno)

Distância de medição sonomêtro		0,05 m		0,55 m		1,05 m		Resultado (Média)
Trechos		Tubo PVC + Lã de Vidro	Média Obtida	Tubo PVC + Lã de Vidro	Média Obtida	Tubo PVC + Lã de Vidro	Média Obtida	
Prumada térreo	VSS	54,4	53,7	53,3	52,2	54,2	51,8	52,6
		54,7		52,6		52,0		
		51,9		50,8		49,1		

4.4. Resultados encontrados para instalações envelopadas com lã de vidro e lençol de chumbo

Nos testes exploratórios em tubulações de PVC Série R revestidas com lã de vidro e lençol de chumbo, com espessura de 15 mm, e lençol de chumbo, com espessura de 1 mm, para verificar a eficácia desse sistema na diminuição da propagação do ruído no ambiente.

A seguir vê-se a Tabela 8 com resultados de medidas tomadas no tubo de queda com revestimento acústico tipo lã de vidro com espessura de 15 mm e lençol de chumbo com espessura de 1mm. Todos os valores foram aferidos em local interno e de acordo com critérios adotados pela equipe desenvolvedora.

Tabela 4 – Medições em dB(A) do tubo de PVC com proteção acústica de lã de vidro e lençol de chumbo (local interno)

Distância de medição sonomêtro		0,05 m		0,55 m		1,05 m		Resultado (Média)
Trechos		Tubo PVC + Lã de Vidro + Chumbo	Média Obtida	Tubo PVC + Lã de Vidro + Chumbo	Média Obtida	Tubo PVC + Lã de Vidro + Chumbo	Média Obtida	
Prumada térreo	VSS	49,1	49,6	46,5	47,5	41,2	42,5	46,5
		51,1		48,8		44,1		
		48,6		47,1		42,1		

Os resultados das aferições geradas pelo sonômetro, de acordo com as Autoras, foram calculados pela média de três aferições e o valor em decibel determinado pelo Lra (nível de ruído do ambiente).

Com o acionamento da válvula de descarga, os níveis de ruídos aumentam consideravelmente na tubulação de PVC sem revestimento. Depois do envelopamento da tubulação nota-se a diminuição do nível de ruído, mas o resultado mais considerável aparece após o envelopamento com o lençol de chumbo sobre a lã de vidro de 15 mm. (A manta de chumbo tem a função de evitar a propagação do ruído no ambiente).

Os resultados apresentados na Tabela 9, a seguir, são a média das três aferições e o percentual tem por base o Lra.

Tabela 5 – Resultado das medições em dB(A) obtidos no ambiente interno

Resultados médios	0,05 m dB(A)	0,55 m dB(A)	1,05 m dB(A)
Tubo PVC + Lã de Vidro + Chumbo	49,6	47,5	42,5
Tubo PVC + Lã de Vidro	53,7	52,2	51,8
Tubo PVC	62,5	58,2	57,6
LRA (Nível Ruído Ambiente)	38,0	dB(A)	

Na sequência, pode-se confirmar os resultados que se vê na Tabela 9 nos Gráficos 1 e 2, que mostram a análise comparativa entre os materiais utilizados:

a) Gráfico 1 - Tubo de PVC x Lã de Vidro;
b) Gráfico 2 - Tubo de PVC x Lã de Vidro + Lençol de Chumbo.

Figura 9 – Comparação ensaio interno: tubo PVC x lã de vidro

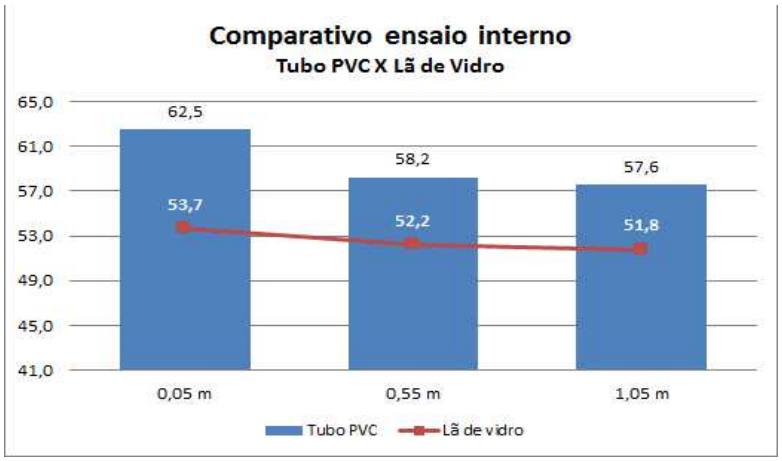
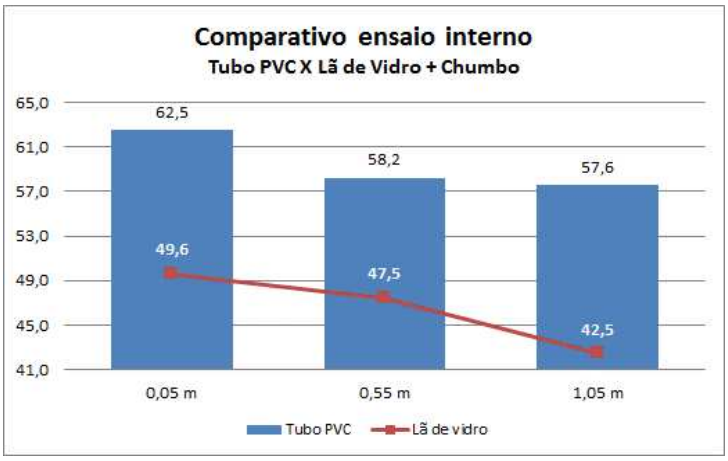


Figura 10 – Comparação ensaio interno: tubo PVC x lã de vidro e chumbo.



No teste exploratório realizado em local fechado, foram obtidos resultados apresentados em decibels (dB), conclui-se que o melhor resultado alcançado com as medições efetuadas foi do tubo de PVC revestido com lã de vidro e chumbo. Dessa forma o ruído proveniente do acionamento da válvula de descarga, fica compartimentado dentro da tubulação, ou seja, a lã de vidro absorve o ruído e a manta de chumbo evita a propagação do ruído no ambiente.

6. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS **NBR 5626**: Instalação Predial de Água Fria. Rio de Janeiro, 1998. 41 p.

_____. **NBR 6180**: Ligas de Zinco, Rio de Janeiro,1983, 6 p.

_____. **NBR 7198**: Projeto e Execução de Instalações Prediais de Água Quente. Rio de Janeiro, 1993, 6 p.

_____. **NBR 8160**: Sistemas Prediais de Esgoto Sanitário – Projeto e Execução. Rio de Janeiro, 1999, 74 p.

_____. **NBR 10152**: Níveis de ruído para conforto acústico. Rio de Janeiro, 1987, 4 p. Versão corrigida 1992.

_____. **NBR 10844**: Instalações Prediais de Águas Pluviais – Procedimento. Rio de Janeiro, 1989, 13 p.

_____. **NBR 15097-1**: Aparelhos sanitários de material cerâmico Parte 1: Requisitos e métodos de ensaios. Rio de Janeiro, 2011, 37 p.

_____. **NBR 15097-2**: Aparelhos sanitários de material cerâmico Parte 2: Requisitos e métodos de ensaios. Rio de Janeiro, 2011, 15 p.

_____. **NBR 15206**: Instalações hidráulicas prediais - Chuveiros ou duchas - Requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2005, 17 p.

_____. **NBR 15575-6**: desempenho de edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – parte 6: instalações hidrossanitárias. Rio de Janeiro, 2013. 31 p.

BARING, J. G. de A. Isolação Sonora de Paredes e Divisórias. **A Construção São Paulo**, São Paulo, SP, n.º 1937, ed. de 25.3.85, p. 19/24.

BATAGLIN, F. S.. **Norma de Desempenho e suas Aplicações**: Requisitos Arquitetônicos, Lumínicos, Térmicos e Acústicos. 2014. 71 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Estruturas e Construção Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2014.

BISTAFA, S. R. Acústica Aplicada ao Controle de Ruído. In: BISTAFA, S.R. (Ed.). **Acústica Aplicada ao Controle de Ruído.** São Paulo: Blucher, 2011.

BOTELHO, M. H. C.; RIBEIRO JUNIOR, G. de A.. **Instalações prediais**: Usando tubos de PVC e PPR. São Paulo: Blucher, 2010.

CARNEIRO, W. de A. M.. **Perturbações Sonoras nas Edificações Urbanas.** 4. ed. São Paulo: Delrey, 2014. 470 p.

CORRÊA, A. P.; NIEMEYER, M. L. A. de. Ruído de Tubulação como Fator de Desconforto em salas de reunião em Edifício Institucional: Um Estudo de Caso: Ruído de Tubulação: Estudo de Caso. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO IX WORKSHOP BRASILEIRO DE GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 2009, São Carlos: Antac Au Eesc USP.

COUTINHO, A. A. R. de S.. **Interação Engenharia Civil/Acústica com base na validação experimental do comportamento de lâminas de água**. 2008. Faculdade de Engenharia Universidade do Porto FEUP U. Porto, 2008.
DECA. Produtos: Catálogos de produtos. 2016. Consulta técnica de bacias sanitárias com caixa acoplada. Disponível em: <http://www.deca.com.br/produtos/categoria/bacias-e-bides-605013>. Acesso em: 7 set. 2016.

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.

_____. Generation and Control of Noise in Water Supply: Fundamental Aspects. **Applied Acoustics,** Germany, n. 16, p.325-346, **1983**. Mensal.

_____. Generation and Control of Noise in Water Supply: Rating and Abating Procedures. **Sound Source Mechanisms,** Germany, n. 39, p.59-85, 1993a. Mensal.

GOMES, M. M.. **Borrachas**. Disponível em: http://www.rubberpedia.com/borrachas/borracha-epdm.php. Acesso em: 16 set. 2016.

GYPSUM Drywall. Disponível em: http://www.gypsum.com.br/shared/tabela_performance_2014.pdf. Acesso em: 21 set. 2016.

ISO. ISO 3382-*3 Acoustics – Measurement of room acoustic parameters.* 2012, 15 p.

ISO. ISO 3822-1:1999 Acoustics -- Laboratory tests on noise emission from appliances and equipment used in water supply installations -- Part 1: Method of measurement, 20 p.

ISO. ISO *10052 Acoustics – Field measurements of airborne and sound insulation and of service equipment sound – Survey method.* 2004.

ISO. ISO 16032 *Acoustics – Measurement of sound pressure level from service equipment in buildings.* Engineering method. 2004.

KUHN, E. M.. **Análise do Desempenho Acústico de Edificação Habitacional de Âmbito Social Conforme a NBR 15575**. 2015. 138 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Engenharia

de Construção Civil, Centro Universitário Univates, Lajeado, 2015. Cap. 3. Disponível em: <https://www.univates.br/bdu/bitstream/10737/912/1/2015EllinMaiaraKuhn.pdf>. Acesso em: 15 set. 2016.

KWOLKOSKI, J. P. **An effective new approach to isolate plumbing stub-outs in residential construction**. 2006. Inter-Noise, Honolulu, Hawai, EUA, 7.p. 2006. Disponível em: http://waveengineering.co/wp-content/uploads/2012/06/Effective-new-approach-isolate-plumbing-stub-outs-in-residential_in06_755.pdf. Acesso em: 5 jul. 2016.

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. E-book – **Acústica de Edificações**. Pisos. Desempenho Acústico. Florianópolis: 2013. Disponível em: engenharia@animacustica.com.br. Acesso em: 21 set. 2016

MADEIRO, Tatiane. **Instalações Prediais de Esgotos Sanitários.** São Paulo: Slideplayer, 2015. 126 slides, color Disponível em: Http://slideplayer.com.br/slide/2572036/. Acesso em: 27 ago. 2016.

MASSABNI, A. C. et al. **O Chumbo e a Saúde Humana**. 2011. Disponível em: <http://www.crq4.org.br/o_chumbo_e_a_saude_humana_agentes_para_desintoxica>. Acesso em: 15 set. 2016.

MATEUS, D. M. R. **Acústica de Edifícios e Controle de Ruídos**: Acústica de Edifícios e Controle de Ruídos. 2008. Material para aula da Universidade de Coimbra, Professor Auxiliar. Disponível em: <http://paginas.fe.up.pt/~earpe/conteudos/ARE/Apontamentosdadisciplina.pdf>. Acesso em: 23 jul. 2016.

PAVANELLO, L. R. **Investigação de ruído gerado por instalações hidrossanitárias em um edificação multifamiliar**. 2014. 149 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Tecnologia, Santa Maria, RS, 2014.

PIERRARD, J. F.; AKKERMAN, D. **Manual Pró Acústica sobre a Norma de Desempenho**. São Paulo: Pró Acústica Associação Brasileira Para A Qualidade Acústica, 2013. 32 slides, color, 25 cm x 19 cm.

QUERIDO, J. G. **Instalações Prediais Hidráulicas Sanitárias: Prognóstico de Ruídos.** 1993. 190 f. Tese (Doutorado) – Curso de Engenharia Civil, Engenharia de Construção Civil, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993. Cap. 7.