

## Avaliação de Propriedades Acústicas da “Casa Popular Eficiente”

Jamile Giriboni Rossi

Universidade Federal de Santa Maria, Engenharia Civil, Santa Maria, RS, Brasil

[jamilegr@hotmail.com](mailto:jamilegr@hotmail.com)

Anderson Dal Ongaro

Universidade Federal de Santa Maria, Engenharia Acústica, Santa Maria, RS, Brasil

[anderson.dalongaro@eac.ufsm.br](mailto:anderson.dalongaro@eac.ufsm.br)

Marco Antonio Silva Pinheiro

Universidade Federal de Santa Maria, Departamento de Estruturas e Construção Civil, Engenharia Acústica, Santa Maria, RS, Brasil

[marco.pinheiro@smail.ufsm.br](mailto:marco.pinheiro@smail.ufsm.br)

Marcos Alberto Oss Vaghetti

Universidade Federal de Santa Maria, Departamento de Estruturas e Construção Civil, Engenharia Civil, Santa Maria, RS, Brasil

[marcos.vaghetti@ufsm.br](mailto:marcos.vaghetti@ufsm.br)

Dinara X. da Paixão

Universidade Federal de Santa Maria, Departamento de Estruturas e Construção Civil, Engenharia Civil, Santa Maria, RS, Brasil

[dinaraxp@yahoo.com.br](mailto:dinaraxp@yahoo.com.br)

**ABSTRACT:** The agglomeration of dwellings in urban areas, concomitantly with the increase in noise level, has generated the need for the use of materials that have a good acoustic performance. Most materials used for this purpose is costly. Constructions in alternative materials has been the focus of several studies. The "efficient popular home", a low-cost building, located at the Federal University of Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brazil, is an example. The purpose of this work is the evaluation and analysis of acoustic indices in insulation and absorption of partitions of the construction of "efficient popular home", through experimental procedures, analysis and use of calculation methods, described in ISO standards. The rates of isolation of facades obtained are within the range recommended by ABNT Brazilian standard. However, the rate of isolation of internal partitions are below the minimum required.

**Keywords:** efficient popular home, acoustic comfort, insulation

**RESUMO:** A aglomeração de habitações na zona urbana, concomitantemente com o aumento no nível de ruído, tem gerado a necessidade da utilização de materiais que possuam um bom desempenho acústico. A maioria dos materiais empregados para este fim é de custo elevado. Construções em materiais alternativos tem sido foco de vários estudos. A “casa popular eficiente”, uma construção de baixo custo, localizada na Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil, é um exemplo. O propósito deste trabalho é a obtenção e a análise de índices acústicos de isolamento e absorção de divisórias da construção da "casa popular eficiente", por meio de procedimentos experimentais, análise e emprego de métodos de cálculo, descritos em normas ISO. Os índices de isolamento de fachadas obtidos encontram-se dentro dos valores recomendados por norma brasileira da ABNT. No entanto, os índices de isolamento de divisórias internas ficaram abaixo do mínimo requerido.

**Palavras-chave:** casa popular eficiente, conforto acústico, isolamento

## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 Aspecto Social

A questão da habitação de interesse social é um dos problemas urbanos de maior relevância no Brasil. De acordo com o Ministério das Cidades (Ribeiro, 2013), o déficit habitacional para a população de baixa renda é estimado em 5,8 milhões de moradias.

Para suprir a questão da habitação popular, torna-se cada vez mais comum o uso de tecnologias construtivas que objetivam grande produção com tempo e custo reduzidos, como é o caso da construção industrializada em larga escala. Segundo Krüger & Lamberts (2000, p. 2) “os programas habitacionais para a população de baixa renda são em geral implementados igualmente em todo o Brasil, com praticamente nenhuma atenção à região climática onde as casas devem ser construídas.” Desta maneira, um mesmo sistema construtivo é empregado em cidades com características muito distintas, ficando evidente a despreocupação com o conforto acústico deste tipo de moradia.

### 1.2 A Casa Popular Eficiente

A edificação unifamiliar de interesse social, denominada nesse trabalho de Casa Popular Eficiente, foi projetada para a cidade de Santa Maria, RS, como resultado da parceria estabelecida entre a Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) e a Universidade Luterana do Brasil (ULBRA), tendo como premissas básicas desenvolver ações concretas que valorizem a redução do consumo de energia elétrica e a utilização de condicionantes bioclimáticos, incentivando sobretudo o conforto dos moradores aliado a ações que preservem o meio ambiente.

Um protótipo dessa edificação, ilustrada na Figura 1, foi construído no campus da Universidade Federal de Santa Maria e inaugurado em Dezembro de 2013, utilizando materiais menos impactantes ao meio ambiente, como tijolos de solo cimento, telha ecológica Tetra Pak, forro de painéis OSB e tintas e impermeabilizantes ecológicos. Além disso, a construção reuniu diversas estratégias para a melhor utilização dos recursos naturais, tais como: o aproveitamento da água da chuva, reaproveitamento de águas cinzas, uso da vegetação para proteção solar, emprego da ventilação e da luz natural e o uso da energia solar para aquecimento de água (Vaghetti et. al., 2013).

Por meio desse protótipo, que visa contribuir com tecnologias sustentáveis capazes de oferecer uma alternativa de moradia para a população carente, foram desenvolvidas diversas linhas de pesquisas, dentre elas destaca-se o estudo das propriedades acústicas da casa.



Figura 1. Fotos da “casa popular eficiente” (frente, lateral e fundos), localizada no parque do centro de eventos da UFSM

Os pontos centrais dessa construção são o baixo custo agregado e a sustentabilidade, a qual envolve a eficiência e o conforto. Assim, a construção do protótipo se justifica por apresentar um projeto diferenciado de edificação de baixo custo, o qual vem sendo avaliado energeticamente, e, por meio deste artigo, acusticamente. Isso é uma forma de analisar e promover melhorias nos procedimentos construtivos adotados nas construções ditas populares.

## 2 OBJETIVOS E JUSTIFICATIVA

### 2.1 Objetivos

Atualmente, devido à grande aglomeração de habitações na zona urbana, concomitantemente com o vertiginoso aumento no nível de ruído nas cidades, desponta também a necessidade da utilização de materiais que possuam entre suas características físicas, a eficiência no que diz respeito ao isolamento acústico.

Assim, para uma habitação exercer as suas funções, deve ao menos proporcionar um bom conforto acústico. Daí, tem-se a importância de um estudo para avaliar propriedades acústicas de materiais alternativos empregados na chamada “casa popular eficiente”, que contemplam telhas Tetra-Pak, paredes em tijolos de solo-cimento e placas OSB.

O principal objetivo a que se propõe este trabalho é analisar as propriedades acústicas dos materiais e divisórias da “casa popular eficiente”, conforme critérios de algumas normas internacionais e nacionais, ISO e ABNT/NBR.

Dessa maneira, procura-se caracterizar o isolamento acústico de paredes internas e fachadas de acordo com as medições de perdas de transmissão realizadas in loco e identificar o conforto acústico através das medições do tempo de reverberação, também realizadas in loco. A partir das medições citadas acima, poder-se-á verificar se o emprego de tijolo solo-cimento, telhas Tetra-Pak, impermeabilizantes ecológicos e forros de painéis OSB, torna uma edificação sustentável mais confortável acusticamente que aquelas utilizadas com materiais ditos convencionais.

### 2.2 Justificativa

A produção habitacional sustentável torna-se um desafio para a compreensão da sociedade atual. A certificação de vida digna aos habitantes dessa moradia é praticamente uma obrigação sustentada por engenheiros e arquitetos.

O conceito de sustentabilidade está sendo aos poucos introduzido no cotidiano das pessoas. É imprescindível que a construção civil promova mudanças que se adaptem as culturas locais para que a sustentabilidade faça parte intrínseca deste cotidiano. A “casa popular eficiente” é uma proposta adaptada para este fim.

## 3 MATERIAIS E MÉTODOS

### 3.1 Procedimento Experimental

Para o desenvolvimento da pesquisa e obtenção dos principais resultados dos índices de isolamento acústico, interno e externo, e absorção acústica serão necessários procedimentos experimentais, bem como análise e emprego de métodos de cálculo. Os procedimentos de medições em campo de índices de isolamento acústicos de paredes internas estão contemplados na ISO 16283-1(2014), que substituiu a ISO 140-4(1998). As medições referentes a isolamento acústico de fachadas e seus elementos também estão prescritas na ISO 16283-1(2014), a qual substituiu a ISO 140-5(2008). O tempo de reverberação dos cômodos deve ser avaliado conforme a ISO 3382-2(2008). O cálculo do coeficiente de absorção de materiais é determinado pela ISO 11654(1997). Para isso, a avaliação dos coeficientes de absorção acústica dos materiais empregados na “casa popular eficiente”, como, por exemplo, painéis OSB e tijolos de solo-cimento, deve ser feita em laboratório, conforme estabelece a ISO 354(2003). No entanto, a avaliação de tempo de reverberação  $TR$  de salas comuns serve para classificar tais salas conforme definições acústicas importantes, como por exemplo, clareza e inteligibilidade de fala. Estas normas contemplam os principais índices acústicos para avaliação de parâmetros acústicos para a “casa popular eficiente”.

As paredes da “casa popular eficiente” são alvenaria estrutural em tijolos modulares de solo-cimento, o qual é composto de 5% de cimento e 95% de solo arenoso, com argila. Os blocos são secos ao sol, sem queima. Todas as paredes externas são revestidas com reboco no lado interno da edificação e pintadas com tintas de terra crua. No lado externo, as paredes ficam com os tijolos justapostos e a vista, com rejuntamento. As esquadrias são de madeira Eucaliptos, do tipo de correr.

Inicialmente, fez-se um estudo detalhado das normas relativas aos parâmetros acústicos de divisórias, materiais e salas, para a precisa identificação dos métodos de medição. Isso inclui a identificação de diferentes posicionamentos de fontes sonoras e microfones, bem como distâncias mínimas exigidas para realização de medição dos índices de pressão sonora no local.

A Figura 2 é uma representação da planta baixa da “casa popular eficiente”, com indicação das divisórias dos cômodos, as quais são alvo de avaliação.

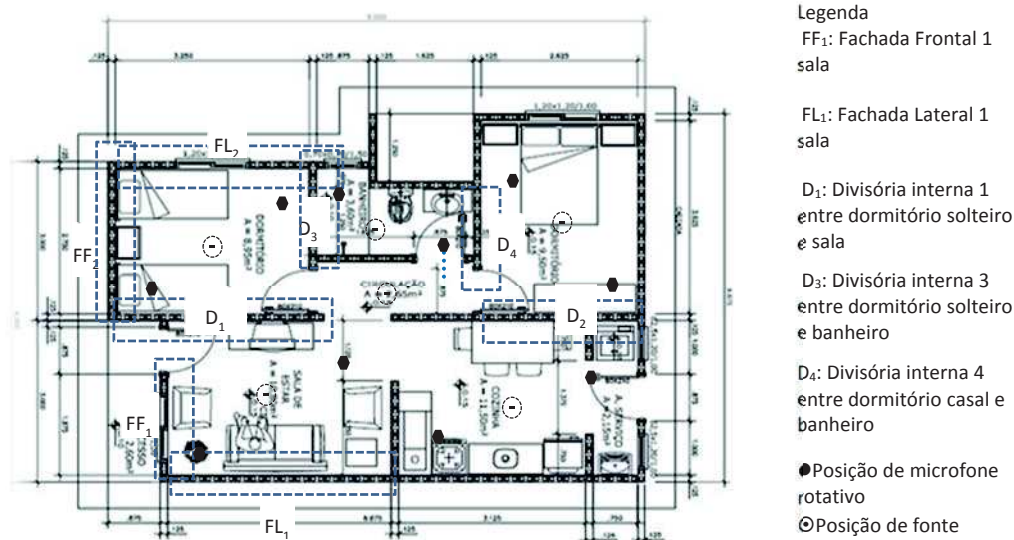


Figura 2. Planta baixa da “casa popular eficiente”

A Tabela 1 resume os volumes de cada um dos cômodos mostrados na Figura 2 e que são objeto de medições.

Tabela 1. Volume dos cômodos e área das divisórias investigadas da “casa popular eficiente”

Cômodo	Volume (m <sup>3</sup> )	Divisórias	Área (m <sup>2</sup> )	Divisórias	Área (m <sup>2</sup> )
Quarto Solteiro	22.73	D <sub>1</sub>	6.25	FF <sub>1</sub>	7.19
Quarto Casal	24.13	D <sub>2</sub>	6.56	FF <sub>2</sub>	6.88
Banheiro	9.82	D <sub>3</sub>	4.06	FL <sub>1</sub>	9.38
Circulação	6.73	D <sub>4</sub>	3.13	FL <sub>2</sub>	8.13
Sala	32.94				
Cozinha	35.08				

As divisórias avaliadas quanto ao isolamento interno são aquelas que separam o quarto de solteiro do banheiro, circulação e sala de estar, bem como aquelas que separam o dormitório de casal do banheiro, circulação e cozinha. Da Figura 2, observa-se que não há porque avaliar isolamento acústico entre a sala e a cozinha, já que existe uma abertura entre esses dois cômodos. O tempo de reverberação é medido e analisado para todos os cômodos indicados na planta baixa da “casa popular eficiente”.

Para as medições, tanto de isolamento quanto de tempo de reverberação, são usados dois pontos de posição de fonte e um ponto de microfone rotativo, para cada posição de fonte. Com exceção do banheiro e do corredor, que possuem uma das dimensões ortogonais muito

pequena, as distâncias mínimas dos pontos de medições, entre paredes, microfone e fonte para as medições de perda de transmissão sonora ou isolamento e tempo de reverberação foram obedecidas conforme recomendações de norma.

### 3.2 Equipamentos

O equipamento utilizado para medir os níveis de pressão sonora é o Analisador de Níveis de Pressão Sonora, do tipo 2270, da marca B&K, conforme indicado na Figura 3. Em conjunto com a fonte sonora mais um amplificador de fonte, ambos mostrados na Figura 3, estes equipamentos são suficientes para se avaliar os níveis de pressão sonora, em diferentes bandas de frequência, incluindo curvas ponderação A ou C. É importante ressaltar que estes equipamentos são considerados tipo 1 – elevado grau de precisão, conforme recomendação de norma brasileira referente aos tipos de equipamentos que devem ser utilizados em medições de níveis de pressão sonora para obtenção de índices acústicos. Todos eles foram disponibilizados pelo laboratório de acústica, do curso de engenharia acústica, da Universidade Federal de Santa Maria, do estado Rio Grande do Sul, Brasil.

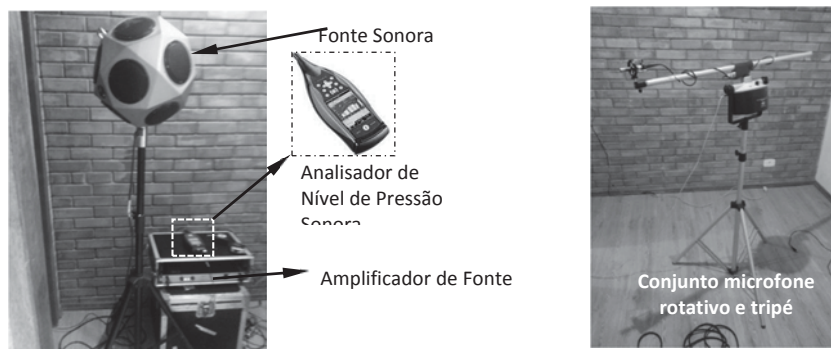


Figura 3. Equipamentos utilizados nas medições

Em todas as medições foram usados dois pontos de posição de fonte e um ponto de posicionamento do microfone rotativo para cada posição de fonte. Essa distribuição está compatível com aquelas requisitadas por normas ISO citadas anteriormente.

Uma vez obtidos os valores dos níveis de pressão sonora nos cômodos da “casa popular eficiente”, são determinados os parâmetros  $D_{nT,w}$  e  $TR$  dos cômodos indicados nas Tabela 1, correspondentes, respectivamente, a diferença padronizada de nível ponderada entre ambientes para ensaio de campo e tempo de reverberação. A diferença padronizada de nível ponderada é calculada conforme procedimento encontrado na ISO 717-1(2013) e as medições dos níveis de pressão sonora usados no cálculo do  $D_{nT,w}$  devem ser feitas conforme a ISO 16283-1(2014). Este parâmetro  $D_{nT,w}$  é aquele exigido ou indicado pela NBR 15575-4(2012), para avaliação do desempenho de sistemas de vedações verticais internas em edificações habitacionais, in loco.

Para a avaliação do desempenho de sistemas de vedações verticais externas em edificações habitacionais, mede-se os níveis de pressão sonora entre as respectivas divisórias e calcula-se a diferença padronizada de nível ponderada da vedação externa ou  $D_{2m,nT}$ . Com a curva dos valores de  $D_{2m,nT}$  em função da frequência, calcula-se diferença padronizada de nível ponderada da vedação externa ou  $D_{2m,nT,w}$ . A partir da comparação dos resultados obtidos com aqueles sugeridos pelas normas citadas, faz-se a classificação das divisórias da “casa popular eficiente” quanto às suas propriedades acústicas.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os principais resultados obtidos a partir das medições dos níveis de pressão sonora nos cômodos

de emissão e recepção, bem como dos tempos de reverberação resumem-se na diferença padronizada de nível ponderada entre ambientes para ensaio de campo  $D_{nT,w}$  e a diferença padronizada de nível ponderada a 2m da fachada  $D_{2m,nT,w}$  e o tempo de reverberação. O cálculo de  $D_{nT,w}$  é regido pelo ISO 717-1(2013). A Tabela 2 resume os valores da diferença padronizada de nível ponderada, bem como o índice de redução sonora ponderado  $R'_w$ . A diferença entre esses dois parâmetros é que o primeiro é calculado usando o tempo de reverberação  $TR$  da sala de recepção, conforme mostra a equação (1), e o segundo é calculado usando a área  $S$  que separa os dois cômodos e a área  $A$  equivalente de absorção, da sala de recepção, conforme equação (2).

$$D_{nT} = D + 10 \log \left( \frac{T_R}{T_0} \right) \quad (1)$$

$$R' = D + 10 \log \left( \frac{S}{A} \right) \quad (2)$$

$$D_{2m,nT} = D + 10 \log \left( \frac{T_R}{T_0} \right) \quad (3)$$

Nessas expressões  $T_0 = 0.5s$  e  $A = 0.16 V/TR$ , onde  $V$  é o volume do cômodo de recepção.  $D$  é a diferença de pressão sonora entre os ambientes de emissão e de recepção sonoras.

O sub-índice  $w$  que aparece em  $D_{nT,w}$ ,  $D_{2m,nT,w}$  e  $R'_w$  refere-se a ponderação dos valores de diferença do nível de pressão sonora, ponderados em 500Hz, conforme procedimento estabelecido pelo ISO 717-1(2013).

Tabela 2. Comparação dos valores  $D_{nt,w}$  in loco com os valores mínimos exigidos pela NBR 15575

Divisória entre Cômodos	$D_{nT,w}$ (dB)	$D_{nT,w}$ (dB) NBR 15575	$R'_w$ (dB)
Quarto Solteiro – Banheiro	40	45 a 49 (Mínimo)	39
Quarto Solteiro – Circulação	23	Parede entre unidades habitacionais	22
Sala – Quarto Solteiro	26	autônomas (parede de geminação), no	25
Quarto Casal – Banheiro	32	caso de pelo menos um dos ambientes	33
Quarto Casal – Circulação	21	ser dormitório	20
Cozinha – Quarto Casal	29		28

Da Tabela 2 identifica-se que nenhum dos índices de isolamento das divisórias fica acima do mínimo estabelecido pela NBR 15575. O melhor desempenho ficou entre a parede que divide o quarto de solteiro do banheiro. Este se deve ao fato em que a parede do banheiro é totalmente revestida na área de banho, bem como o lado oposto (no quarto de solteiro) desta parede. Para os demais casos, o baixo isolamento é devido a vazamento acústico pelas portas dos quartos e também por frestas visíveis a olho nu nas paredes que separam o quarto de solteiro da sala, e o quarto de casal da cozinha, geradas por pequenas irregularidades nos blocos de assentamento. Com exceção de um caso apenas, os resultados experimentais de  $D_{nT,w}$  resumidos na Tabela 2 são menores que valores de  $D_{nt,w}$  de alvenaria em blocos cerâmicos, apresentados em Pinto (2011), os quais são 37dB, 41dB e 44 dB, para paredes com 17cm de espessura, representando diferentes divisórias em um mesmo apartamento residencial da edificação.

A Tabela 3 resume os valores a diferença padronizada de nível ponderada a 2m da fachada  $D_{2m,nT,w}$ , obtidos experimentalmente e calculados conforme a equação (3).

Já a Tabela 4 reproduz aquela encontrada na NBR 15575-4, com os valores mínimos da diferença padronizada de nível ponderada,  $D_{2m,nT,w}$ , de vedação externa para classificação da vedação em nível de desempenho mínimo (M), intermediário (I) e superior (S).

Tabela 3. Valores  $D_{2m,nt,w}$  obtidos por medição in loco

Divisória entre Cômodos	$D_{2m,nt,w}$ (dB)
FF <sub>1</sub> : Fachada Frontal 1 - sala	22
FF <sub>2</sub> : Fachada Frontal 2 - dormitório solteiro	32
FL <sub>1</sub> : Fachada Lateral 1 - sala	31
FL <sub>2</sub> : Fachada Lateral 2 - dormitório solteiro	25

Tabela 4. Diferença padronizada de nível ponderada da vedação externa,  $D_{2m,nt,w}$  para ensaios de campo, exigidos pela NBR 15575-4

Classe de Ruído	Localização da habitação	$D_{2m,nt,w}$ (dB)	Nível de desempenho
I	Habitação localizada distante de fontes de ruído intenso de quaisquer naturezas	$\geq 20$	M
		$\geq 25$	I
		$\geq 30$	S
II	Habitação localizada em áreas sujeitas a situações de ruído não enquadráveis nas classes I e III	$\geq 25$	M
		$\geq 30$	I
		$\geq 35$	S
III	Habitação sujeita a ruído intenso de meios de transporte e de outras naturezas, desde que esteja de acordo com a legislação.	$\geq 30$	M
		$\geq 35$	I
		$\geq 40$	S

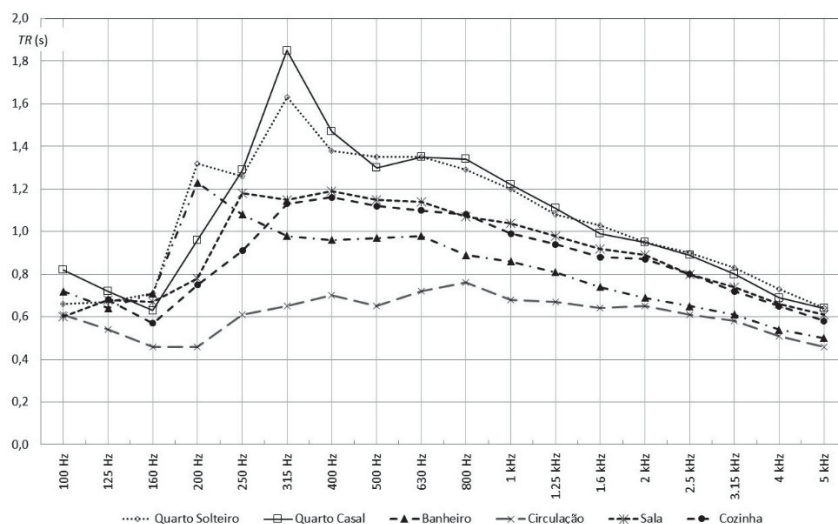
Conforme se identifica das Tabela 3 e 4, somente a fachada frontal (FF<sub>1</sub>) da sala não atende ao requisito mínimo de norma, quando se considera a classe de ruído tipo II, a qual seria a mais adequada em função da real localização da casa popular eficiente. Isso se explica pela janela presente naquela divisória, bem como a porta de entrada, a qual possuía uma pequena abertura embaixo, o que aumenta a passagem de ondas sonoras.

Observa-se que a fachada lateral do dormitório de solteiro apresentou um valor no limite exigido, enquanto que as demais fachadas apresentaram valores de  $D_{2m,nt,w}$  que colocam a vedação externa com desempenho intermediário. No caso da fachada lateral do dormitório de solteiro, a presença da janela é a responsável pelo menor índice.

Positivamente, a fachada lateral do dormitório de solteiro tem um valor de  $D_{2m,nt,w}$  que atende a situação mínima mais exigente, que é a classe de ruído III. No entanto, as divisórias externas da casa popular eficiente atenderiam ao nível de desempenho superior, somente se aquela estivesse situada em um local distante de fontes de ruídos externas de qualquer natureza.

Quanto ao o tempo de reverberação de todos os cômodos, aquele não foi maior que 2s, para todas as frequências, conforme se identifica na Figura 4. Os valores relativamente pequenos ou menores que 1s tem relação com a rugosidade presente nos blocos de solo cimento, além do pequeno volume dos cômodos. Conforme a NBR 12179 (1992), o tempo de reverberação ótimo referente a palavra falada, na frequência de 500Hz e considerando um volume da sala igual a 30m<sup>3</sup>, deve ser 0,8s.

Embora os tempos de 1,47s para o quarto do casal e de 1,38s para o quarto de solteiro (ambos em 500Hz) sejam considerados relativamente altos, certamente após a ocupação da casa, com uso de móveis, cortinas e outros materiais absorventes acústicos, o *TR* diminuirá para valores de um ambiente acusticamente confortável.


 Figura 4. Tempo de reverberação  $TR$  (s) dos cômodos avaliados

## 5 CONCLUSÕES

Após uma série de medições acústicas na “casa popular eficiente”, identificou-se que alguns parâmetros como a diferença de nível padronizada ponderada não atinge o valor mínimo estabelecido por normas, quanto ao isolamento de divisórias internas. O maior valor referente ao isolamento entre cômodos obtido foi  $D_{nT,w}$  igual 40 dB e o menor igual a 21dB, respectivamente, referentes a separação entre quarto de solteiro e banheiro, e entre o quarto de casal e circulação. Ambos os resultados não atendem a faixa de valores mínimos, que é de 45 dB a 49 dB. São valores menores que os de alvenaria em blocos cerâmicos, devido a presença de pequenas aberturas entre os blocos de solo-cimento. No entanto, a classificação da Norma de Desempenho, além de ser sutilmente subjetiva, deve ser utilizada entre unidades habitacionais autônomas. No caso em questão, a avaliação pós-ocupacional será muito importante para qualificação de satisfação ou não do usuário. Em relação a diferença padronizada de nível ponderada a 2m da fachada, somente no caso da fachada frontal de entrada da casa, com  $D_{2m,nT,w}$  igual a 22 dB, onde há a porta de entrada e uma janela, não se atendeu ao mínimo exigido que é 25 dB, considerando-se a classe de ruído II, que é a classe mais adequada diante da localização da casa. Neste caso, as fachadas sem esquadrias têm desempenho intermediário, pois os resultados de 31 dB e 32 dB são maiores que o valor mínimo 30 dB. Quanto ao tempo de reverberação dos cômodos, embora seja relativamente alto para algumas frequências, reitera-se aqui que a ocupação dos cômodos os tornará com valores mais baixos, conseqüentemente, deixando o ambiente acusticamente aprazível. São previstas novas medições que considerem a ocupação da “casa popular eficiente”.

## REFERÊNCIAS

ABNT NBR 12179, 1992. *Tratamento acústico em recintos fechados*. Rio de Janeiro, Brasil.

ABNT NBR 15575-4, 2012. *Edificações habitacionais - Desempenho - Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas*. Rio de Janeiro, Brasil.

ISO 140-4, 1998. *Acoustics - Measurement of sound insulation in buildings and of building elements - Part 4: Field measurements of airborne sound insulation between rooms*. Geneva.

ISO 140-5, 1998. *Acoustics - Measurement of sound insulation in buildings and of building elements - Part 5: Field measurements of airborne sound insulation of façade elements and façades*. Geneva.

ISO 354, 2003. *Acoustics - Measurement of sound absorption in a reverberation room*. Geneva.



ISO 717-1, 2013. *Acoustics - Rating of sound insulation in buildings and of building elements - Part 1: Airborne sound insulation*. Geneva.

ISO 3382-2, 2008. *Acoustics - Measurement of room acoustic parameters - Part 2: Reverberation time in ordinary rooms*. Geneva.

ISO 11654, 1997. *Acoustics - Sound absorbers for use in buildings - Rating of sound absorption*. Geneva.

ISO 16283-1, 2014. *Acoustics - Field measurement of sound insulation in buildings and of building elements - Part 1: Airborne sound insulation*. Geneva.

Krüger, E.L. & Lamberts, R. 2000. Avaliação do desempenho térmico de casas populares. In: *Anais do VIII Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído: Modernidade e Sustentabilidade*, Salvador, Bahia, Brasil.

Pinto, R.B. 2011. *Determinação experimental e numérica da redução sonora aérea em paredes de alvenaria utilizadas em habitações*. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil.

Ribeiro, A. 2013. [Entrevista disponibilizada em 21 de Maio de 2013, a Internet]. Disponível em: <<http://www.cidades.gov.br/index.php/o-ministerio/noticias/2744-9minha-casa-minha-vida-e-tema-de-apresentacao-do-ministro-aguinaldo-ribeiro-em-barcelona>>. Acesso em: 28 de jul. 2013.

Vaghetti, M.A.O. et al. 2014. Casa Popular Eficiente: um benefício ambiental aliado a um custo mínimo (Módulo 4). Santa Maria: UFSM, 2013. *Relatório Parcial de Pesquisa* (Protocolo nº 28582 GAP/CT). Disponível em: <[www.ufsm.br/gepetecs](http://www.ufsm.br/gepetecs)>. Acesso em: 1 jun. 2014.