

# ESTUDO COMPARATIVO ENTRE DUAS RESIDÊNCIAS NA CIDADE DE VIÇOSA, MG: VERIFICAÇÃO DE SUSTENTABILIDADE NA ACÚSTICA ARQUITETÔNICA

Layla Christine Alves Talin<sup>(1)</sup>; Túlio Márcio Tibúrcio<sup>(2)</sup>; Antônio Cleber Gonçalves Tibiriçá<sup>(3)</sup>

(1) Departamento de arquitetura e Urbanismo - UFV, laylatalin@yahoo.com.br

(2) Universidade Federal de Viçosa - UFV, tmst83@hotmail.com

(3) Universidade Federal de Viçosa - UFV, tibirica@ufv.br

## Resumo

A sustentabilidade é um tema largamente discutido no ambiente acadêmico e na sociedade atualmente, especialmente na construção, devido aos impactos que essa atividade provoca. Os materiais e sistemas construtivos têm significativa importância na busca da construção sustentável. Os materiais usados atualmente nas construções sustentáveis são pouco avaliados quanto ao desempenho acústico. As construções sustentáveis na cidade de Viçosa, MG, apresentam similaridade de materiais e sistemas construtivos. Este trabalho visa a comparar o comportamento dos sistemas construtivos convencionais aos tipicamente utilizados nas construções sustentáveis em Viçosa-MG quanto ao isolamento sonoro das vedações internas em edificações residenciais por meio de medições acústicas in loco em duas edificações: uma de construção convencional e outra sustentável. Os resultados mostram que no contexto de estudo, o sistema da edificação sustentável teve desempenho acústico inferior ao da convencional.

**Palavras-chave:** Acústica, Sustentabilidade, Desempenho acústico, Edificações sustentáveis.

## Abstract

Sustainability is an issue currently discussed in academia and in society, especially in construction, due to the impacts that this activity causes mainly on the environment. The materials and construction systems have significant importance in the pursuit of sustainable construction. The acoustic performance of the materials currently used in sustainable buildings are poorly evaluated. The sustainable buildings in the city of Viçosa have similarity of materials and construction systems. This study compared the behavior of the conventional construction systems typically used in sustainable buildings in Viçosa-MG looking at sound insulation of internal walls in residential buildings. It analysed acoustic measurements in two buildings: a conventionally constructed and a sustainable. The results show that, in the context of this study, the acoustic performance in the sustainable building was inferior than in the conventional one.

**Keywords:** Acoustics, Sustainability, Acoustic Performance, Sustainable constructions.

## 1. INTRODUÇÃO

A sustentabilidade é um tema largamente discutido na atualidade e uma prática perseguida por diversos setores da sociedade. É especialmente discutida na construção, devido aos relevantes impactos sociais, ambientais, econômicos, culturais e tecnológicos dessa atividade.

A construção sustentável incorpora diversos princípios que, em conjunto, fornecem um sistema compatível com os conceitos de preservação do ambiente para as gerações futuras, seja esse ambiente natural, social ou cultural. Dentre eles, está a escolha adequada dos materiais e sistemas construtivos que se apresenta como um dos principais quesitos na

obtenção da sustentabilidade na construção. A edificação deve, prioritariamente, atender aos requisitos de conforto dos seus usuários, seja no que se refere à ergonomia, ao conforto higrotérmico ou ao auditivo, independentemente de incorporar ou não princípios de sustentabilidade. Os materiais e processos utilizados nas construções sustentáveis vêm sendo testados quanto ao seu desempenho térmico e quanto à resistência mecânica e à abrasão, mas pouco se tem visto quanto ao desempenho acústico desses materiais. O desempenho acústico nas edificações é o que permite o conforto dos usuários para a melhoria da qualidade das atividades que realizam, para qualificar os momentos de descanso e também para a manutenção da saúde dos indivíduos.

Este estudo objetivou comparar o comportamento dos sistemas construtivos convencionais aos tipicamente utilizados nas construções sustentáveis em Viçosa-MG quanto ao isolamento sonoro das vedações internas em edificações residenciais.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

Nakamura (2006) afirma que a humanidade vem buscando formas de impactar menos o ambiente e acrescenta que o conceito de sustentabilidade na arquitetura é incorporado principalmente no que tange ao ciclo de vida dos materiais e à aplicação de matérias-primas e energias renováveis.

O conceito de Arquitetura Sustentável é associado ao de Construção Sustentável. Esses conceitos baseiam-se em um modelo no qual é possível propor soluções aos problemas ambientais sem renunciar às tecnologias atuais e ao atendimento das necessidades dos usuários (IDHEA, 2009). Ducatti, Tibúrcio e Carmo (2011) afirmam que a sustentabilidade na construção civil é implantada através de medidas de educação de desperdícios e uso consciente dos materiais, e que é necessário pesquisar soluções práticas aplicáveis às habitações. Os sistemas construtivos referem-se principalmente aos materiais, componentes e processos aplicados em determinado modo de construir. Tibúrcio *et al.* (2011) argumentam que as inovações tecnológicas devem ser aplicadas no desenvolvimento das construções sustentáveis, considerando também os sistemas tradicionais de construção existentes. Desse modo, as edificações podem tornar-se mais compatíveis às condições naturais do meio além de aproveitarem conhecimentos pré-estabelecidos nos locais.

Para atender as necessidades de conforto dos usuários, os materiais e sistemas construtivos devem possuir um adequado desempenho acústico. O conforto auditivo dos indivíduos em uma edificação é o que permite a qualidade das atividades, dos momentos de descanso e lazer bem como a manutenção da saúde dos usuários. Os elementos construtivos devem ter desempenho tal que controlem a entrada de ruídos para manter níveis confortáveis nos ambientes. Nas edificações residenciais, em especial, o adequado desempenho acústico dos componentes é essencial para a manutenção da privacidade dos ambientes internos, de modo que o ruído gerado na realização de uma tarefa em determinado ambiente não interfira de forma negativa na realização de outra tarefa em ambiente distinto.

Viçosa, localizada no estado de Minas Gerais, apresenta um número ainda pequeno, mas crescente, de edificações residenciais que buscam incorporar conceitos de sustentabilidade. Observa-se que há uma congruência quanto aos materiais e sistemas construtivos utilizados. Nas vedações, os materiais mais frequentemente utilizados são a alvenaria de tijolo de solo-cimento, argamassa de assentamento de terra, estrutura aparente de eucalipto roliço e revestimento com tinta à base de água e pigmentada com terra.

Isoldi, Sattler e Gutierrez (2006) e Souza, Segantini e Pereira (2008) afirmam que solo-cimento é uma técnica econômica e ambientalmente mais adequada além de promover o

conforto térmico, pois, segundo a autora, a terra é um excelente isolante natural. Ribeiro e Santana (2009) afirmam que, na pintura, os pigmentos naturais conjugados com a base de água permitem que a alvenaria respire e mantenha um controle de umidade na casa. Já a escolha pela estrutura de madeira é também uma opção mais ambientalmente sustentável que estruturas de concreto e estrutura metálica para a região de Viçosa. Yuba (2001) afirma que a madeira serrada de eucalipto enquadra-se em uma categoria de materiais amigáveis ambientalmente, e mostra a preferência por produtos originários de florestas manejadas corretamente.

Comparar o desempenho acústico dos sistemas construtivos convencionalmente utilizados na construção civil da cidade de Viçosa àqueles utilizados nas construções que empregam conceitos de sustentabilidade é uma forma de estabelecer um paralelo entre sustentabilidade e acústica, tendo em vista a importância que a escolha dos materiais tem na obtenção de uma construção mais sustentável. Além disso, verifica como esses elementos se desempenham na obtenção do conforto auditivo dos usuários.

### 3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Foram selecionadas duas edificações residenciais unifamiliares e, para fins de entendimento do experimento e clareza na veiculação dos resultados, adotaram-se os títulos “Edificação de Construção Convencional” e “Edificação Sustentável” para designar os objetos de estudo (Figuras 1 e 2). As duas edificações selecionadas apresentam semelhanças quanto à conformação física, localização e quantidade de usuários mais frequente. Foi feita a caracterização dos objetos de estudo e foram identificados os materiais construtivos nas residências.



Figura 1. Planta Baixa pavimento 1  
da residência de construção convencional  
Fonte: adaptado acervo Tibúrcio (1998)

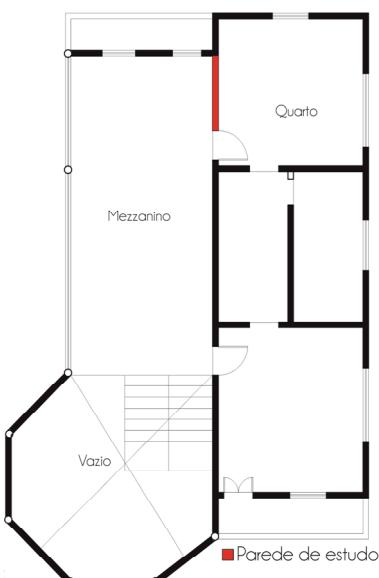


Figura 2. Planta Baixa pavimento 1  
da residência com princípios sustentáveis  
Fonte: autores

Um procedimento simplificado de medição de Nível de Pressão Sonora (NPS) instantâneo foi estabelecido de modo a obter dados que possibilitassem a comparação entre as duas edificações selecionadas. Dentro das edificações, foram selecionadas paredes que tivessem semelhanças entre as duas edificações. Como é possível observar nas Figura 2, as paredes limitam um quarto do mezanino. Possuem uma porta como abertura, não existe mobiliário na

fração voltada para o mezanino e existe mobiliário de baixa altura na fração dentro do ambiente quarto.

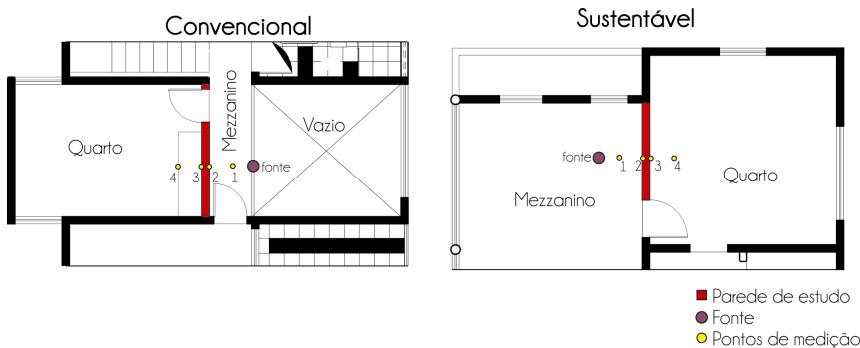


Figura 2: Paredes de medição na residência convencional e na residência sustentável

Uma fonte de pressão sonora controlada, multitonal e multifrequencial, de caráter contínuo e sem picos de frequência, foi colocada no mezanino a 1m (um metro) da parede escolhida para os testes. A parede voltada para a fonte foi protegida com espuma de poliuretano de 2cm (dois centímetros) de espessura e dimensões 1,50m x 1,90m (um metro e meio por um metro e noventa centímetros) de modo a reduzir a interferência das ondas refletidas nas medições.

Com o ambiente preparado, foram realizadas medições de NPS a 0,5m (meio metro) da parede e na superfície das paredes. As medições foram feitas com decibelímetro marca Extech, modelo 407735, usando-se da curva de ponderação A, para resultados na unidade dB(A). Foram realizadas 9 (nove) leituras em cada ponto, de modo a obter um resultado consistente. Foram feitos levantamentos fotográficos com câmera Panasonic Lumix modelo FZ47.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Residência Convencional, localizada no Bairro Violeira, na cidade de Viçosa, possui 2 pavimentos: o térreo, com os setores de serviços e sociais; o primeiro pavimento, o setor privativo, com quartos, banheiros e escritórios. A sala de estar tem pé-direito duplo, onde há um mezanino no pavimento superior, e se localiza a circulação íntima. O entorno é caracterizado por lotes vagos, poucas residências na vizinhança e proximidade com uma rua de tráfego eventual. Não havia fontes externas interfirindo no momento das medições e as frestas nas aberturas foram preenchidas com espuma de poliuretano. Na construção da edificação foram utilizados os seguintes materiais: paredes de alvenaria de bloco cerâmico de 8 furos, argamassa de cimento e areia para assentamento e revestimento, totalizando uma espessura de 16cm, com massa superficial de 264kg/m<sup>2</sup>. As paredes são pintadas com tinta pva branca. As portas são tipo prancheta de madeira prensada de 2mm com camada interna de ar ( $e=3\text{cm}$ ). A estrutura, também revestida por argamassa, é de concreto armado. A cobertura é feita por laje de concreto e telhado de fibrocimento.

A Residência Sustentável, localizada no Condomínio Palmital, na mesma cidade, possui conformação similar à convencional (2 pavimentos): o térreo (setores de serviços e sociais) e o primeiro pavimento (setor privativo). A sala de estar tem um trecho com pé-direito duplo, co um mezanino no pavimento superior, onde se localiza a circulação íntima e uma sala de estar íntima. O entorno é caracterizado por área livre de pastagens, poucas residências na vizinhança e uma mata ao fundo da casa. Não havia fontes externas interfirindo no momento das medições e as frestas nas aberturas foram preenchidas com espuma de poliuretano. A diferenciação se dá pelos sistemas construtivos utilizados. A edificação possui parede de

alvenaria de tijolo de solo-cimento, argamassa de assentamento de terra, revestimento somente por tinta à base de água e pigmentada com terra, totalizando espessura de 14 cm, com massa superficial de 294kg/m<sup>2</sup>. As portas são de madeira maciça (e=3cm) de demolição. A estrutura é de eucalipto rolio serrado e parte da edificação possui cobertura verde com plantas rasteiras locais.

Os valores encontrados nas leituras de Nível de Pressão Sonora, em dB(A), na residência convencional são apresentados na Tabela 1(a) e os resultados para a residência sustentável são apresentados na Tabela 1(b). As leituras foram organizadas em ordem crescente e, para fins de análise, o valor adotado foi o da mediana dos pontos, ou seja, a leitura L5.

(a)		Residência Convencional – Leituras NPS*			
		Mezanino		Quarto	
Leituras		a 50cm	na face da parede**	a 50cm	na face da parede**
L1	63,5	58,5	40,1	41	
L2	63,8	62,1	40,2	42	
L3	64,8	63	41,2	42,5	
L4	65,5	63,3	41,7	42,7	
<b>L5</b>	<b>66,3</b>	<b>65,7</b>	<b>42,1</b>	<b>42,9</b>	
L6	68,2	66,3	42,2	43	
L7	69,1	66,4	42,4	43,8	
L8	69,3	67,3	42,9	43,1	
L9	69,4	68,4	43,9	45,9	

(b)		Residência Sustentável – Leituras NPS*			
		Mezanino		Quarto	
Leituras		a 50cm	na face da parede**	a 50cm	na face da parede**
L1	61,3	60,4	40,7	46,9	
L2	62,6	61	42	44,6	
L3	63	61,2	42,9	44,6	
L4	63,4	61,4	44,6	45,2	
<b>L5</b>	<b>63,6</b>	<b>62</b>	<b>44,9</b>	<b>46,1</b>	
L6	63,9	62,5	45,5	47,1	
L7	64	63,3	45,5	47,6	
L8	64,3	63,5	45,8	47,6	
L9	65,3	63,7	46,7	47,7	

Notas: \* NPS, nível de pressão sonora [dB(A)]

\*\* face com espuma de poliuretano

Notas: \* NPS, nível de pressão sonora [dB(A)]

\*\* face com espuma de poliuretano

Tabela 1: Resultados das medições de NPS para a residência convencional (a) e a residência sustentável (b)

A fonte utilizada tinha NPS constante de 75dB(A), o que se aproxima da pressão sonora gerada por 3 (três) pessoas conversando. Nos valores encontrados, o ruído de fundo existente nos locais já foi considerado e devidamente descontado, conforme fórmulas expressas na literatura específica.

Como é possível observar nas tabelas, os valores encontrados para o mezanino na residência convencional foi mais elevado. Isso se dá pela não anulação total das ondas refletidas, já que as superfícies nessa edificação são mais reflexivas (teto e paredes de argamassa pintada, piso de pedra portuguesa), enquanto que na edificação sustentável as superfícies são mais absorventes (teto de madeira OSB, parede de tijolo aparente pintado e piso de madeira).

Quando se analisa o desempenho do sistema paredes+estrutura na propagação sonora entre ambientes, observa-se que a edificação convencional isola com mais eficiência o som entre os ambientes. Como as duas paredes analisadas possuem portas de 80cm, as medições foram feitas com as portas fechadas e as frestas vedadas com espuma de poliuretano. A parede na edificação convencional foi capaz de reduzir 23,6dB(A) enquanto que na edificação sustentável houve redução de apenas 17,1dB(A).

Atenta-se para o fato de as paredes não possuírem a mesma espessura e o mesmo número de camadas, pois a residência convencional possui parede de 16cm de espessura e revestimento de argamassa e a parede da edificação sustentável possui paredes de 14cm de espessura sem esse revestimento. Entretanto, somente essa camada não é capaz de aumentar o isolamento em 6,5dB(A), conforme constatado com cálculos matemáticos consolidados na literatura.

A ABNT (1987) estabelece que o nível de ruído para conforto auditivo em dormitório de residências deve ser de 35dB(A), sendo aceitável até 45dB(A). Considerando a fonte de

pressão sonora citada, os dormitórios nas duas residências encontram-se acima do nível de conforto, mas dentro do nível aceitável.

## 5. CONCLUSÕES

Foi alcançado o objetivo de comparar resultados globais de desempenho do sistema construtivo de uma residência de construção convencional aos de uma residência de construção com princípios de sustentabilidade, no contexto da cidade de Viçosa. Apesar das vantagens dos sistemas construtivos empregados na construção sustentável analisada, seu desempenho quanto à promoção do conforto auditivo dos usuários foi menos eficiente que aqueles sistemas empregados na construção convencional. Entretanto, ressalta-se que há diferenças entre as conformações das vedações nas duas edificações de estudo, o que de algum modo interfere nos resultados, mesmo que não o suficiente para invalidar as análises feitas. Devido à escassez de tempo e de equipamentos específicos para a realização de ensaios e estudos mais aprofundados, este trabalho foi desenvolvido de modo a fazer uma verificação do comportamento global dos componentes construtivos em uma edificação de construção convencional e em outra que se utiliza de princípios sustentáveis. Os resultados são indicadores da necessidade de novos estudos nesse sentido, que sejam mais aprofundados, considerem rigorosamente todas as variáveis envolvidas e também considerem um número maior de exemplares de edificações.

## REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10152**: Níveis de Ruído para Conforto Acústico. Rio de Janeiro, 1987.
- DUCATTI, J.T; TIBÚRCIO, T.M.S.; CARMO, R.R. Tecnologias Sustentáveis na Habitação Multifamiliar e os impactos no modo de vida. In: **Anais ELECS**, Vitória, 2011.
- IDHEA. **Construção Sustentável**. Disponível em: <[http://www.idhea.com.br/construcao\\_sustentavel.asp](http://www.idhea.com.br/construcao_sustentavel.asp)>. Acessado em 14/12/2011.
- ISOLDI, R.; SATTLER, M.A.; GUTIERREZ, E. Tecnologias inovadoras visando a sustentabilidade: um estudo sobre inovação, técnica, tecnologia e sustentabilidade em arquitetura e construção. In: **Anais Nutau**, São Paulo, 2006.
- NAKAMURA, J. A respeito do meio ambiente. **Revista AU**, São Paulo, ano 21, nº 142, p. 40-49, janeiro de 2006.
- RIBEIRO, M.A.; SANTANA, M.J.A. **Técnicas Construtivas Viáveis para População de Baixa Renda**. Salvador: Ucsal, 2009.
- SOUZA, M.I.B.; SEGANTINI, A.A.S.; PEREIRA, J.A. Tijolos prensados de solo-cimento confeccionados com resíduos de concreto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande: Agriambi, 2008.
- TIBÚRCIO, T.M.S.; SILVA, I.C.C.; MORAES, A.P.; OLIVEIRA, L.B. Produto e processo: abordagens conceituais sobre edificações e construções inteligentes e sustentáveis. IN: VI Encontro Nacional e IV Encontro Latino Americano sobre Edificações e comunidades Sustentáveis. ANAIS, Vitória, 2011.
- YUBA, A. N. **Cadeia produtiva da madeira serrada de Eucalipto para produção sustentável de habitações**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

## AGRADECIMENTOS

À CAPES pelo financiamento da bolsa de estudos, a UFV, ao Grupo de Pesquisa INOVA e aos proprietários das residências estudadas pela colaboração e solicitude.