

## **Avaliação dos critérios de isolamento sonoro entre ambientes e fachadas para o Brasil**

**GARCIA, Danielly Borges (1); VECCHI, Marco Antônio de Mendonça (2)**

(1) Centro Universitário do Leste de Minas Gerais, Rua Tenente Garro, 202/101 – Santa Efigênia, Belo Horizonte. Cep.: 30240-360

e-mail: [danielly\\_garcia2003@yahoo.com.br](mailto:danielly_garcia2003@yahoo.com.br)

(2) Universidade Federal de Minas Gerais. Av. do Contorno, 842, 2º andar – Centro Belo Horizonte. Cep.: 30110-002

e-mail: [vecci@dees.ufmg.br](mailto:vecci@dees.ufmg.br)

### **RESUMO**

A falta de normas brasileiras sobre critérios de isolamento do ruído aéreo em edificações traz consigo a dificuldade de avaliação do isolamento de componentes e sistemas construtivos. Atualmente vem sendo desenvolvida no Brasil uma norma de desempenho de edificações residenciais, a CB.02:136.001, que dentre outros itens contempla o critério de isolamento sonoro destes componentes e sistemas construtivos. Entretanto a norma ainda não apresenta uma relação direta com as normas NBR 10151 e 10152. Cabe ressaltar que estas estão em processo de revisão e existe uma necessidade clara de fazer com que as três normas se completem. Este trabalho avalia não só as normas brasileiras existentes, mas também compara os índices do projeto de norma brasileiro (CB-02-136-001) com normas correlatas de outros países. O resultado é a sugestão de critérios de isolamento sonoro a ser utilizado no Brasil e possíveis sistemas construtivos que possam atender a estes requisitos.

### **ABSTRACT**

There is difficulty in evaluating components and construction systems pertaining to sound criteria, due to the lack of Brazilian criterion for sound insulation in buildings. Currently, a performance code in residential buildings is developing, the CB02.136.001 that contemplates the sound insulation criteria of components and construction systems. However, there is no direct relationship between this code and the NBR 10151 and NBR 10152 codes, yet. This code is being revised, as there is a clear necessity for the three codes to complete themselves. This work evaluates not only the Brazilian Codes of sound insulation that currently exist, but also compares CB02 136 001 with codes from other countries. The result suggests for Brazilian Code sound insulation and construction systems that can address these prerequisites.

### **1. A NORMALIZAÇÃO DO ISOLAMENTO SONORO.**

O projeto de Norma SC 136 da ABNT determina os requisitos mínimos de desempenho de edifícios habitacionais que trata do índice de isolamento acústico mínimo requerido. Neste projeto inclui-se a CB.02:136.01.004 (ABNT, 2004) cujo conteúdo trata do Desempenho de Edifícios Habitacionais de até 5 pavimentos: Fachadas e Paredes Internas e prevê valores de isolamento para desempenho identificados como M, I e S. Onde o nível de desempenho M é a condição de atendimento das exigências mínimas, obrigatória. O nível I representa o nível intermediário, entre o mínimo e o superior e o nível S é o nível superior. Os dois últimos dependem da relação custo/benefício e da possibilidade de agregar qualidade aos materiais componentes da edificação. Para caracterizar as propriedades de isolamento sonoro dos sistemas construtivos, o projeto de norma CB.02:136.01.004 admite três procedimentos de ensaio, os quais estão discriminados a seguir: método de laboratório: determina a isolação sonora de componentes construtivos, sendo o resultado aplicável a qualquer projeto – Norma ISO 140-3 (ISO, 1978);

- método de engenharia: determina a isolação global da vedação externa de forma rigorosa em campo

– Norma ISO 140-4 e ISO 140-5 (ISO, 1978);

- método simplificado de campo: obtém-se a estimativa do isolamento sonoro global da vedação externa, sem instrumentação necessária para medir o tempo de reverberação – Norma ISO 10052 (ISO, 2001).

Os métodos listados acima definem tipos de índices diferenciados, dependendo do método utilizado. O método de laboratório define o índice de redução sonora (R) e o índice de redução sonora ponderado (Rw), e o método de engenharia define a diferença padronizada de nível (DnT) e diferença padronizada de nível ponderada (DnTw).

Conforme indicado na Tabela. 01 a seguir, são recomendados pelo CB.02:136.01.004 valores da Diferença Ponderada de Nível para vedações externas e paredes internas.

**Tabela 01 – Índice de Redução Sonora Ponderado, R<sub>w</sub>, de fachadas e paredes internas  
(Adaptado de CB.02:136.01.004)**

<b>Elemento</b>	<b>R<sub>w</sub> (dB)</b>	<b>Nível de desempenho</b>
Vedação externa de salas e dormitórios	35 a 39	M
	40 a 44	I
	>45	S
Parede entre ambientes de uma mesma unidade habitacional	30 a 34	M
	35 a 39	I
	>40	S
Parede de salas e cozinhas entre uma unidade habitacional e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores, halls e escadarias nos pavimentos tipo.	35 a 39	M
	40 a 44	I
	>45	S
Parede de dormitórios entre uma unidade habitacional e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores, halls e escadarias nos pavimentos tipo.	45 a 49	M
	50 a 54	I
	>55	S
Parede entre uma unidade habitacional e áreas comuns de permanências de pessoas, atividades de lazer e atividades esportivas, como home theater, salas de ginástica, play-ground, salão festas, salão de jogos, banheiros e vestiários coletivos, cozinhas e lavanderias coletivas.	50 a 54	M
	55 a 59	I
	>60	S
Parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação)	45 a 49	M
	50 a 54	I
	>55	S

No Projeto de Norma CB.02:136.01.004 também estão recomendados valores para o índice de redução sonora R<sub>w</sub> os quais correspondem aos valores da Diferença Ponderada de Nível (DnTw) propostos na tabela 01 acrescidos de 5dB(A). Ainda de acordo com este projeto de norma, para localizações próximas a avenidas movimentadas devem ainda acrescentar 5dB(A).

O projeto de norma SC 136 aborda edificações residenciais de até 5 pavimentos, entretanto não existe um documento próprio de recomendações do isolamento sonoro de edificações com destinação de uso que não seja residencial. Nas regulamentações adotadas em outros países, diferentes critérios de

isolação sonora são adotados de acordo com o tipo de uso do edifício. Estes critérios são descritos a seguir.

## **2. A REGULAMENTAÇÃO EM OUTROS PAÍSES.**

No “Building Code of Austrália” (ELHAJJ, 2002) os edifícios são identificados como classes de 1 a 10. A classe 1 representa habitações isoladas e hospedarias, pensões que não excedam 300m<sup>2</sup> e possuam no máximo 12 habitantes por unidade. Classe 2 : edifícios que contenham duas ou mais unidades. Classe 3 : edifícios residenciais que não se encaixam nos itens anteriores, que possuam uma área comum, como salão de festas ou outros. As Classes 4 a 10 incluem edifícios comerciais e industriais.

O National Building Code of Canada (NBCC) (ELHAJJ, 2002), divide os grupos de edificações como: unidades habitacionais unitárias, unidades residenciais multifamiliares geminadas, unidades residenciais multifamiliares de múltiplos andares, unidades multifamiliares de altura elevada e edifícios comerciais, institucionais.

No regulamento dos países europeus podem ser identificados os principais grupos: habitações unifamiliares isoladas, habitações unifamiliares geminadas, edifícios de apartamentos e edifícios hoteleiros.

A classificação utilizada na Coreia (“Building Law”) (ELHAJJ, 2002) é semelhante, entretanto existe uma subdivisão nas residências unifamiliares entre as familiares propriamente ditas, as residências para estudantes e ou alojamentos de empresas com área que não excedam 300m<sup>2</sup> e número de pavimentos que não excedam 3 pavimentos, residências de área de 330 a 660m<sup>2</sup> e número de pavimentos de 3 a 19. As residências multifamiliares subdividem em apartamentos acima de 5 pavimentos, apartamentos com piso que não seja inferior a 660m<sup>2</sup> e que não possua mais de 4 pavimentos e alojamento para estudantes.

O “International Building Code” (ELHAJJ, 2002) utilizado nos Estados Unidos é uma síntese dos vários códigos existentes naquele país, que é determinado por estado. Sua classificação é dividida pelas funções da edificação como os outros códigos, mas cada um possui uma subdivisão específica. O grupo A engloba os edifícios institucionais governamentais, de lazer, religiosos e é subdividido em cinco subgrupos. O grupo B inclui edifícios de escritórios, profissionais, voltados para a área de negócios. O grupo E é o de edificações educacionais. Grupo F: edificações industriais com operações que não ofereçam risco ao trabalho humano, possuindo dois subgrupos. Grupo H: mesmas funções dos edifícios do grupo F, mas que ofereçam condições de risco para os usuários. Grupo I: voltados para atividades da área da saúde, com três subgrupos. Grupo M: edifícios ou parte dos edifícios destinados a venda de mercadorias. Grupo R: edificações habitacionais ou parte utilizada como habitação. Dividido em 4 subgrupos: R-1 – ocupações residenciais de caráter transitório – R-2 – residências de mais de uma unidade habitacional que possua caráter permanente – R-3 e R-4 – residências especiais. Grupo S: edifícios ou partes voltadas para o comércio que não apresentam riscos, com dois subgrupos. O Grupo U inclui edificações que não se enquadram em nenhuma das opções acima.

A partir dos dados apresentados acima se pode afirmar que o Brasil ainda não possui uma recomendação de critérios a serem atendidos por uso das edificações e especificidade de cada uma delas. O Projeto de Norma CB.02:136.01.004 é uma iniciativa que precisa ser aprimorada para incluir a especificidade das edificações existentes no país.

Em muitos países o parâmetro utilizado é o STC (Sound Transmission Class), que difere do Rw pela faixa de frequência que provém sua análise. Os critérios de isolamento sonoro para edificações residenciais recomendados nos países acima citados podem ser resumidos na Tabela 02 e comparados às recomendações da CB 02:136.01.004 na Figura. 01 a seguir:

**TABELA 0.2 – Quadro comparativo entre as recomendações de isolamento acústico dos diferentes países**

<b>País</b>	<b>Código</b>	<b>Parâmetro utilizado</b>	<b>Elementos</b>	<b>Valor (dB)</b>
Austrália	BCA	Rw, DnTw	Paredes de duas unidades ou entre uma unidade e área comum	45 (Rw) 50 (DnTw)
Canadá	NBCC	STC	Entre a unidade habitacional e áreas adjacentes	50
Áustria	IBCO	Rw	Paredes de edifícios de apartamentos	55
			Paredes de residências unifamiliares	60
			Entre pisos de apartamentos	55
Bélgica	IBCO	Rw	Paredes de edifícios de apartamentos	52
			Paredes de residências unifamiliares	52
			Entre pisos de apartamentos	52
Dinamarca	IBCO	Rw	Paredes de edifícios de apartamentos	52
			Paredes de residências unifamiliares	52
			Entre pisos de apartamentos	53
Inglaterra	IBCO	DnTw	Paredes de edifícios de apartamentos	53
			Paredes de residências unifamiliares	53
			Entre pisos de apartamentos	52
Finlândia	IBCO	Rw	Paredes de edifícios de apartamentos	55
			Paredes de residências unifamiliares	55
			Entre pisos de apartamentos	55
França	IBCO	DnTw	Paredes de edifícios de apartamentos	53
			Paredes de residências unifamiliares	53
			Entre pisos de apartamentos	53
Alemanha	IBCO	Rw	Paredes de edifícios de apartamentos	53-55
			Paredes de residências unifamiliares	57
			Entre pisos de apartamentos	54
Irlanda	IBCO	DnTw	Paredes de edifícios de apartamentos	49
			Paredes de residências unifamiliares	49
			Entre pisos de apartamentos	48
Holanda	IBCO	DnTw	Paredes de edifícios de apartamentos	53
			Paredes de residências unifamiliares	53
			Entre pisos de apartamentos	53

<b>País</b>	<b>Código</b>	<b>Parâmetro utilizado</b>	<b>Elementos</b>	<b>Valor (dB)</b>
Noruega	IBCO	Rw	Paredes de edifícios de apartamentos	55
			Paredes de residências unifamiliares	55
			Entre pisos de apartamentos	55
Polônia	IBCO	Rw	Paredes de edifícios de apartamentos	52
			Paredes de residências unifamiliares	53
			Entre pisos de apartamentos	53
Suécia	IBCO	Rw	Paredes de edifícios de apartamentos	60
			Paredes de residências unifamiliares	60
			Entre pisos de apartamentos	60
EUA	BOCA	STC	Paredes das habitações	45
			Pisos das habitações	45
EUA	UBC	STC	Paredes das habitações	50
			Pisos das habitações	50
EUA	SBC	STC	Paredes das habitações	50
			Pisos das habitações	50
EUA	CABO	STC	Paredes das habitações	45
			Pisos das habitações	45
EUA	ICC IOTFDC	STC	Paredes das habitações	45
			Pisos das habitações	45
EUA	IRC 2000	STC	Paredes das habitações	45
			Pisos das habitações	45
EUA	HUD	STC	Paredes das habitações	52
			Pisos das habitações	52

Dos países listados neste trabalho apenas a Coreia não trabalha com critérios de isolamento sonoro por bandas de terças de oitava. Este segue o critério de isolamento sonoro nas frequências de 125, 500 e 2000Hz.

A Figura 01 a seguir representa, graficamente, a relação entre os critérios adotados nos países acima listados e o projeto de norma brasileiro. Pode-se observar que os valores recomendados pelos países europeus estão bem acima dos sugeridos no projeto de norma brasileiro. Este possui valores pouco mais baixos que códigos norte-americanos. Isto mostra certa coerência daquele trabalho, pois o nível cultural e as condições financeiras da média da população destes países são distintos das condições do Brasil. Os critérios da Tabela 02 são indicados para residências sem diferenciação de classe social e os índices propostos no critério identificado como “M” na CB.02:136.01.004 são recomendações mínimas a serem aplicadas em qualquer tipo de residência. A classificação do nível social da edificação também deve ser um diferenciador nos índices propostos, o que no Projeto de Norma CB.02:136.01.004 pode ser interpretado como sendo a diferenciação entre os níveis identificados como “M”, “I” e “S”.

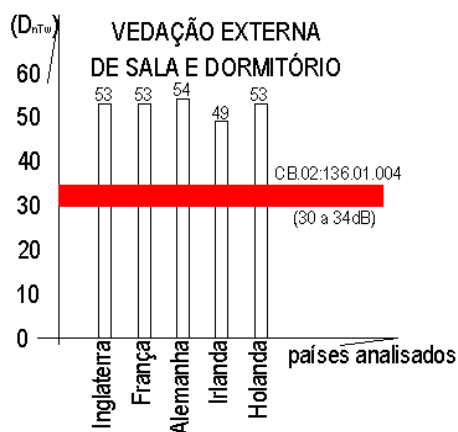
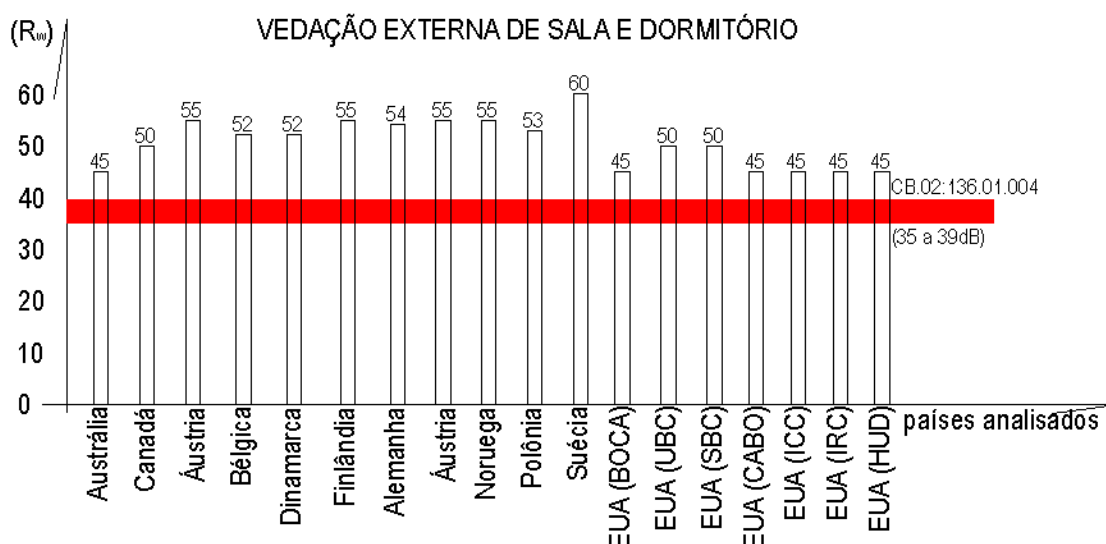


Figura 01 – Comparativo entre índices de outros países e CB.02:136.01.004

Além destas recomendações internacionais, pode-se citar o trabalho de BRADLEY (2001) onde se realizou uma pesquisa de campo acerca dos critérios de isolamento sonora de parede-meia. Neste trabalho foram realizadas entrevistas com moradores de edificações geminadas no Canadá, onde se abordava a questão do incômodo com o ruído da vizinhança. A relação entre a classe de transmissão sonora dos elementos divisórios e o tipo de ruído (foram relacionados sons de vozes, de rádio e TV e sons de músicas provindas dos mesmos) demonstrou que a população era menos tolerante a sons musicais, seguida de sons de rádio e TV e por fim, o som de vozes. Neste trabalho foi indicado o STC 60 como o ideal para parede-meia.

### 3. ANÁLISE COMPARATIVA E PROPOSTA DE CRITÉRIOS.

Acredita-se que o nível de isolamento está diretamente relacionado com a localização da edificação. O isolamento dos elementos construtivos pode atender às recomendações, mas a edificação pode estar localizada em uma área industrial muito ruidosa, onde o isolamento sugerido será insuficiente, ou em uma região campestre, onde o isolamento requerido não é tão determinante quanto na área industrial. Tendo em vista a localização da edificação, a norma brasileira NBR 10151 determina níveis globais de ruído para o conforto da comunidade baseado no tipo de ocupação existente (Tabela 03).

**TABELA 03 – Níveis globais de ruído em dB(A), para conforto na comunidade segundo NBR 10151/2000**

<b>Áreas</b>	<b>Dia</b>	<b>Noite</b>
Áreas de Sítios e fazendas	40	35
Área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas	50	45
Área mista, predominantemente residencial	55	50
Área mista, com vocação comercial e administrativa	60	55
Área mista, com vocação recreacional	65	55
Área mista, predominantemente industrial	70	60

Entretanto, os níveis globais encontrados em áreas urbanas são frequentemente, superiores aos determinados pela NBR 10151, não sendo possível, portanto, que esta norma seja o único parâmetro para considerar o entorno da edificação.

Partindo dos níveis globais do entorno poderiam existir gradações do isolamento requerido de acordo com a localização da edificação e não somente um acréscimo de 5dBs para edificações localizadas em ruas de tráfego intenso, conforme propõe a CB.02:136.01.004. Estes níveis de isolamento sonoro, ao invés de serem definidos apenas por uma norma geral, podem ser complementados pela Lei de Uso e Ocupação do Solo do município. Através do mapeamento sonoro e da previsão de crescimento das regiões da cidade é possível conhecer os níveis sonoros médios de cada setor, região, ou rua e assim identificar o isolamento requerido baseado nos níveis de critérios de ruído prescritos na NBR 10152. Ainda partindo da NBR 10152 e através dos valores estimados dos níveis de pressão sonora das atividades dos ambientes fontes e da NBR 10151 (TAB. 03) é possível analisar o Projeto de Norma CB.02:136.01.004. Entretanto a NBR 10151 não contempla o ruído de tráfego, que, conforme já dito anteriormente, são superiores aos níveis globais desta norma. Desta forma são simulados a localização da edificação e o isolamento requerido no ambiente interno à fachada, além de ser considerado o nível de ruído de tráfego. Prevendo o nível de pressão sonora que pode ser gerado dentro de um ambiente, pode-se também avaliar o isolamento entre os vários ambientes da edificação.

Para efeitos comparativos, serão considerados ambientes emissores, ou seja, ambientes que contém a fonte de emissão sonora, o espectro sonoro das curvas NCs. O nível sonoro em dB(A) expresso na tabela será obtida através de uma curva NC, a qual também será adotada níveis sonoros usualmente praticados pelas atividades encontradas nestes ambientes. Estes níveis sonoros serão supostos através das curvas NCs e pela classe de transmissão sonora (STC) recomendadas pela Housing and Urban Development.

**TABELA 04 – Proposta de isolamento, seguindo os ambientes da CB.02:136.01.004.**

<b>Elemento</b>	<b>NPS do ambiente fonte (dB(A))</b>	<b>Nível de critério de ruído para o ambiente receptor (dB(A))</b>	<b>Isolamento requerido (dB(A))</b>
Vedação externa de salas de estar	78(1)	40	38
	82(2)		42
	85(3)		45
Vedação externa de dormitórios	78(1)	35	43
	82(2)		47
	85(3)		50
Parede entre ambientes de uma mesma unidade habitacional – exceto dormitórios	80	50	30
	84		34
	87		37
Parede de salas e cozinhas entre uma unidade habitacional e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores, halls e escadarias nos pavimentos tipo.	85	50	35
	82		32
	78		28
Parede de dormitórios entre uma unidade habitacional e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores, halls e escadarias nos pavimentos tipo.	85	45	40
	82		37
	78		33
Parede entre uma unidade habitacional e áreas comuns de permanências de pessoas, atividades de lazer e atividades esportivas, como home theater, salas de ginástica, play-ground, salão festas, salão de jogos, banheiros e vestiários coletivos, cozinhas e lavanderias coletivas.	83	50	33
Parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação)	80	50	30

(1) NPS do ambiente fonte retirado do NC e do STC recomendado pelo HUD para residências privadas, nas gradações I, II e III.

	Previsão para localidades tranquilas, com entorno silencioso.
	Previsão para localidades medianas, com NPS externo razoável.
	Previsão para localidades com entorno com NPS elevado.

No trabalho de BRADLEY, já descrito anteriormente, é sugerido que o tipo de ruído a ser isolado por uma parede-meia acarreta em um incômodo maior que o ruído de tráfego, por exemplo, pois a



compreensão dos sons de voz, música, rádio e TV impede a concentração do usuário em outra atividade. Já o ruído de tráfego é indefinido, e a sua presença dentro de ambientes, mesmo que seja em um médio nível de ruído, permite alguma concentração em outras atividades. Tendo em vista o acima citado, os níveis de critérios de ruído sugerido para ambientes habitacionais que limitam com áreas interiores de outras residências, ou áreas comuns de edificações coletivas, onde a fonte de ruído provém da fala ou música, são propostos apenas em função do maior nível de pressão sonora do ambiente fonte.

A proposta de índices de isolamento requerido na Tabela 04 contempla o entorno em que se insere a edificação. Apesar disso, existirão localidades específicas como um bairro residencial próximo a um aeroporto por exemplo, onde uma vedação com isolamento de 50dB(A) não resultará no nível de critério de ruído recomendado pela NBR 10152. Neste caso a lei municipal de resolução sobre os níveis de ruído resolveria a questão. Além disso, o entorno de uma edificação pode ser modificado com o tempo e com isso os níveis sonoros também. Da mesma forma a Lei de Uso do Solo do município que controla o crescimento das regiões, poderia estimar também quais seriam os níveis de pressão sonora existentes na projeção dos anos subseqüentes.

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.**

Além de avaliar os critérios de ruído através dos níveis de critério de ruído e dos possíveis níveis de pressão sonora a serem isolados pelos elementos divisórios, é necessário realizar uma pesquisa de campo criteriosa sobre a aceitação da população aos valores de índice de redução sonora. O dito anteriormente sobre a “tolerância” da população brasileira sobre os níveis de ruído não possui embasamento científico e necessita de averiguação para que possa contribuir com a criação de uma norma específica de níveis de ruído requeridos, inclusive para a criação da classificação dos níveis recomendados por diferenciação de classes sociais.

Observando os níveis de critério de ruído recomendados para o interior das edificações previstas na NBR 10152, os níveis globais de ruído previstos na NBR 10151 e os níveis de critério de ruído previstos no projeto de norma CE 02:136.01.004, pode-se fazer algumas considerações. Baseando-se nos valores previstos pela NBR 10151 (Tabela 03) e NBR 10152 os níveis de critério de ruído sugeridos pelo projeto de norma CE 02: 136.01.004 são compatíveis. Em outras palavras, se os níveis globais existentes em regiões com atividades listadas pela NBR 10151 fossem iguais ao previsto nesta norma, a CE 02:136.01.004 apresentaria valores para o isolamento sonoro que resultariam em níveis de critérios de ruído previstos na NBR 10152. Entretanto devem-se considerar fatores anteriormente citados como o nível de pressão sonora do ruído de tráfego, o tipo de entorno, se representa um agravante neste ruído de tráfego ou não e outras fontes eventuais que devam ser consideradas. Ainda assim é necessário um estudo aprofundado que revele o grau de tolerância da população, diferenciada por níveis médios de renda.

#### **5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Níveis globais de ruído em dB(A), para conforto na comunidade. 1987. (NBR – 10151).
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Níveis de ruído para o conforto acústico. 1987. (NBR – 10152).
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Projeto de Norma CB 02: 136.01.004. Desempenho de edifícios habitacionais de até 5 pavimentos – Parte 4: Fachadas e paredes internas. (2004).
- BRADLEY, J. S. Critério aceitável de isolamento sonora de parede-meia. *Revista Sobrac*. UFSC: Santa Catarina. p. 26-28. 2002. Texto traduzido por Fernando Henrique Aidar. Extraído da publicação: NRCC-45177, *National Research Council Canadá*. Acceptable party wall sound insulation criteria.
- ELHAJJ, N. P. E. *Light Steel Frame Housing. Review of Fire and Acoustic Performance*. Upper Marlboro, NAHB Research Center, Inc. 2002. 344p.