

# Estudo do conforto acústico das instalações da Unoesc Campus de Capinzal, SC

Roberta Pieri<sup>1</sup>  
Maiara Foiato<sup>2</sup>  
Jhulis Marina Carelli<sup>3</sup>

## Resumo

Todo edifício tem como finalidade, além do resguardo, o suprimento às necessidades humanas de conforto. Em vista do propósito a que se destinam as instituições de ensino, é essencial que seus ambientes disponham de um bom desempenho acústico. Neste contexto, o ruído em excesso interfere na comunicação, gera incômodo, prejudica a concentração e atenção e, portanto, afeta a aprendizagem dos alunos. Neste trabalho faz-se uma avaliação do desempenho acústico dos espaços da Unoesc Campus de Capinzal, considerando que se localiza próxima de uma rodovia movimentada sofrendo influência de ruídos externos. Outro fator de extrema consideração que levou a este estudo são as aulas práticas do curso de música que acontecem neste ambiente sem dispor de salas adequadas. O desenvolvimento do trabalho foi realizado por meio de: medições do ruído externo, medições do ruído interno sem ocupação, medições do ruído interno concomitante às aulas de música, medições do ruído de impacto em dois tipos de piso, caracterização dos materiais de uma sala para o cálculo do tempo de reverberação e avaliação exploratória com alunos, professores e funcionários por meio de questionários. A metodologia adotada para as avaliações do ruído interno e externo seguiu um procedimento padrão de medição em função das recomendações prescritas em normas e os dados foram comparados a valores recomendados por normas nacionais. Para os ensaios de ruído de impacto tomou-se como referência normas internacionais e os resultados comparados a limites estipulados em norma nacional. Os resultados obtidos referentes às aferições dos níveis de pressão sonora mostraram que o problema de maior predomínio é a inexistência de um espaço adequado para as aulas do curso de Música, pois as medições realizadas confirmaram que quando há aulas práticas as salas apresentam níveis de pressão sonora acima do estabelecido por norma. Constatou-se por meio de testes de ruído de impacto que o desempenho do piso com revestimento cerâmico e de carpete são insatisfatórios se comparados ao que especifica a norma brasileira de desempenho. O tempo de reverberação calculado de uma sala de aula padrão é impróprio, não atendendo a padrões internacionais e nacionais. Observou-se também que o principal ruído percebido não provém do entorno, mas é gerado pela própria edificação. As entrevistas com professores, funcionários e alunos mostraram que o ruído gerado pelas aulas práticas de música é a principal fonte de incômodo.

Palavras-chave: Conforto acústico. Instituição de Ensino. Ruído. Tempo de Reverberação.

<sup>1</sup> Graduanda em Engenharia Civil na Universidade do Oeste de Santa Catarina de Joaçaba; roberta.pieri@unoesc.edu.br

<sup>2</sup> Professora na Universidade do Oeste de Santa Catarina; maiara.foiato@unoesc.edu.br

<sup>3</sup> Professora na Universidade do Oeste de Santa Catarina; jhulis.carelli@unoesc.edu.br

## 1 INTRODUÇÃO

A crescente urbanização, o avanço industrial e a evolução dos transportes originaram um grande problema de saúde pública, a denominada poluição sonora, estando, portanto, presente também nas edificações escolares.

Os estudos de Bistafa (2011) e Murgel (2007) atestam que o ruído pode causar vários danos ao corpo e à qualidade de vida das pessoas, dentre os quais estão: o estresse, depressão, insônia, agressividade, perda de atenção, dor de cabeça, cansaço, entre outros.

Nos ambientes de estudo, alunos e professores precisam de concentração para atingirem um bom desempenho, fator que está diretamente relacionado às condições acústicas oferecidas. Estes, muitas vezes não tem conhecimento das suas consequências, mas frequentemente relatam que encontram dificuldade na realização de suas tarefas devido à ruídos presentes no ambiente. Os espaços podem ser ruidosos em razão da ocupação externa da edificação ou do seu interior, neste último provocado muitas vezes pelo próprio público que o frequenta.

No Brasil há normas que regulam e orientam os níveis de pressão sonora e alguns outros parâmetros relativos ao conforto acústico. Diante disso, percebe-se que é necessário ficarmos atentos à situação acústica nas edificações, projetando ambientes que possam assegurar boa qualidade acústica e que contribuam para que as condições estabelecidas em normas sejam atendidas proporcionando o conforto ambiental.

O presente estudo tem o propósito de constatar se o ambiente em questão possui conforto acústico adequado, desse modo descreve as atividades desenvolvidas de março de 2016 a junho de 2016, nas instalações da Unoesc – Campus aproximado de Capinzal, a fim de avaliar o conforto acústico da referida edificação.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 PROPRIEDADES DO SOM

#### 2.1.1 Conceito de som e ruído

Costa (2003, p. 1) define som como sendo “[...] o resultado das vibrações dos corpos elásticos, quando essas vibrações se verificam em determinados limites de frequências. Essas vibrações são mais ou menos rápidas e tomam o nome de vibrações sonoras.”

Bistafa (2011) complementa afirmando que o som é a sensação gerada no sistema auditivo.

No ponto de vista de Bistafa (2011), ruído é um som indesejável, em geral de conotação negativa. Na maioria das vezes ocasiona efeitos desagradáveis podendo gerar, em níveis elevados, perda de audição e aumento da pressão arterial (efeitos fisiológicos), incômodos (efeitos psicológicos), por exemplo, perturbação do sono, estresse, tensão, queda

do desempenho. Pode causar também interferência com a comunicação oral, que por sua vez provoca irritação.

A NBR 12179 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1992, p. 2) define ruído como sendo uma “Mistura de sons cujas frequências não seguem nenhuma lei precisa, e que diferem entre si por valores imperceptíveis ao ouvido humano.”

### 2.1.2 Tempo de reverberação

No que diz respeito ao tempo de reverberação a NBR 12179 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1992, p. 2) cita que é o “Tempo necessário para que um som deixe de ser ouvido, após a extinção da fonte sonora, e expresso em segundos. O tempo da reverberação é medido como o tempo necessário para que o som sofra um decréscimo de intensidade de 60 dB.”

Vassalo ([19--],) contribui afirmando que o tempo de reverberação depende das paredes do local e das suas dimensões e configurações. Em locais com paredes muito absorventes, o tempo de reverberação será pequeno, e em locais com paredes pouco absorventes, o tempo de reverberação aumentará notavelmente.

Antes do cálculo do tempo de reverberação é necessário calcular o coeficiente de absorção sonora do ambiente.

A primeira fórmula para o cálculo do tempo de reverberação foi desenvolvida por Wallace Clement Sabine, em 1895 (COSTA, 2003). Segundo a NBR 12179 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1992), a fórmula de Sabine deve ser empregada quando o coeficiente médio de absorção for menor ou igual a 0,30.

Vassalo ([19--], p. 150) destaca: “Considerando como bom este tempo de reverberação, pode-se estabelecer com suficiente aproximação qual deva ser a distribuição dos diversos materiais de uma sala de aula, para obter aí uma boa audição.”

## 2.2 ISOLAMENTO ACÚSTICO

De acordo com Pró Acústica – Associação Brasileira para a Qualidade Acústica (2013) os sistemas de pisos, que separam unidades habitacionais autônomas em andares distintos, precisam assegurar um desempenho adequado de isolamento acústico aéreo e de isolamento acústico ao ruído de impacto. Sons gerados pelo caminhar das pessoas, crianças pulando, queda de objetos, arrastar de um móvel, reforma, trepidar de uma máquina de lavar roupa, etc., são exemplos de ruídos de impacto (ARAÚJO, 2013).

Barry (2008 apud MAJOLLA, 2015), afirma que um ambiente de uma edificação deve proporcionar ao usuário conforto e privacidade acústica condizentes à finalidade do ambiente, principalmente quando este se destina ao repouso ou ao trabalho intelectual.

Nas últimas décadas, a Associação Brasileira de Normas Técnicas vem elaborando e propondo as diretrizes para avaliação do conforto acústico no Brasil, e também instituindo valores padrões para classificação do desempenho acústico das edificações e dos elementos que fazem parte de uma edificação (MAJOLLA, 2015).

Em 2013 foi publicada a revisão e atualização da norma brasileira NBR 15575-3: Edificações habitacionais – Desempenho – Parte 3 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013), a qual aborda o desempenho oferecido pelos sistemas da edificação. O item 12 de cada parte desta norma trata do desempenho acústico para os sistemas construtivos componentes de uma edificação (MAJOLLA, 2015).

## 2.3 INFLUÊNCIA DO RUÍDO EM SALAS DE AULA

Para Bistafa (2011, p. 133), “A interferência do ruído nos sons da fala causa frustração, perturbação e irritação. Há redução de eficiência quando a inteligibilidade da fala é reduzida pelo ruído nos ambientes de trabalho, aumentando as chances de erros por falta de comunicação.” Menegon (2005 apud GONÇALVES; SILVA; COUTINHO, 2009) relata que a escola, seja ela de qual nível for, é a instituição que tem por objetivo o ensino de crianças, jovens e adultos. É inegável que exerce importante papel no desenvolvimento dos indivíduos e também da coletividade. Nas edificações que abrigam as escolas é de suma importância que suas dependências estejam dentro de níveis admissíveis de ruídos e sons.

As escolas poderão estar sob o impacto de ruídos gerados: na própria escola, na classe e fora dela. Como ruídos gerados dentro da própria escola pode-se citar: barulho da cantina, do pátio, da área de lazer, etc. Os ruídos da própria classe podem ser: o arrastar de pés, carteiras, vozes de professor e alunos, ar condicionado, ventilador, etc. Os ruídos fora da escola incluem buzinas, motores de carros, aviões, igrejas, entre tantos outros (DREOSSI; SANTOS, 2005).

## 3 MATERIAIS E MÉTODOS

### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DA EDIFICAÇÃO ESTUDADA

A Unoesc Campus de Capinzal é composta por um único bloco de dois andares, onde estão distribuídas salas de aula, laboratórios, auditório, setores administrativos, sala dos professores, biblioteca e cantina. No total a edificação possui 14 salas de aula e uma área total de 2.979,69 m<sup>2</sup>. A edificação pode ser conferida na Fotografia 1:

Fotografia 1 – Edificação Unoesc Capinzal



Fonte: os autores.

### 3.2 AVALIAÇÃO SUBJETIVA

Para avaliação da percepção de professores, colaboradores e alunos frente ao problema do ruído presente na edificação foram elaborados questionários direcionados a cada grupo.

### 3.3 INSTRUMENTOS E MÉTODOS

Para a aferição dos níveis de pressão sonora de todos os ensaios fez-se uso de um decibelímetro digital portátil, modelo MSL-1325, marca Minipa, com LCD de 4 dígitos. Este equipamento pode ser verificado na Fotografia 2:

Fotografia 2 – Decibelímetro utilizado para as medições



Fonte: os autores.

Para o ensaio de impacto em piso utilizou-se uma fonte geradora de impacto, também denominada de *Tapping Machine*, que foi desenvolvida pelo acadêmico Anderson Barp, do curso de Engenharia de Produção Mecânica da Unoesc campus de Joaçaba, seguindo-se a Norma ISO 140-7, que estava em vigor quando foi elaborado. O equipamento foi concluído em janeiro de 2015 e pode ser conferido na Fotografia 3:

Fotografia 3 – Tapping Machine utilizado para o ensaio



Fonte: os autores.

## 4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

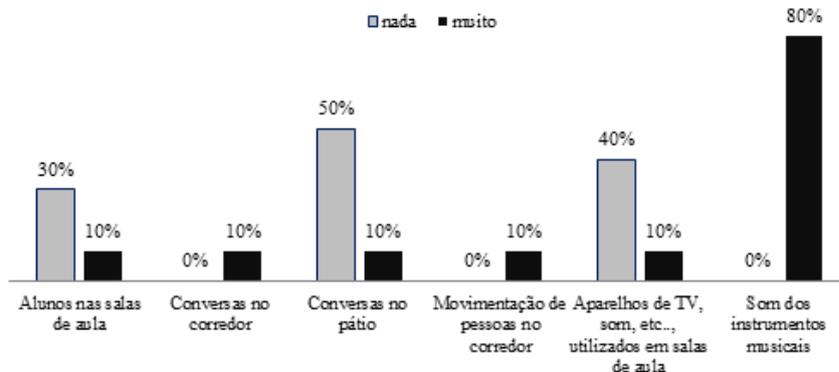
Nessa seção, apresentam-se os resultados obtidos através da avaliação subjetiva aplicada aos colaboradores, professores e alunos que frequentam a Unoesc campus de Capinzal. Revelam-se também os níveis de pressão sonora internos (com ocupação e sem ocupação), externos e de impacto. Outro ponto que pode ser conferido é o tempo de reverberação para uma sala de aula padrão.

### 4.1 AVALIAÇÃO SUBJETIVA

#### 4.1.1 Questionário aplicado aos colaboradores

Questionaram-se quais dos ruídos gerados na Universidade são predominantes no ambiente de trabalho. O Gráfico 1 apresenta as respostas apenas para as alternativas nada e muito:

Gráfico 1 – Ruído predominante no ambiente de trabalho



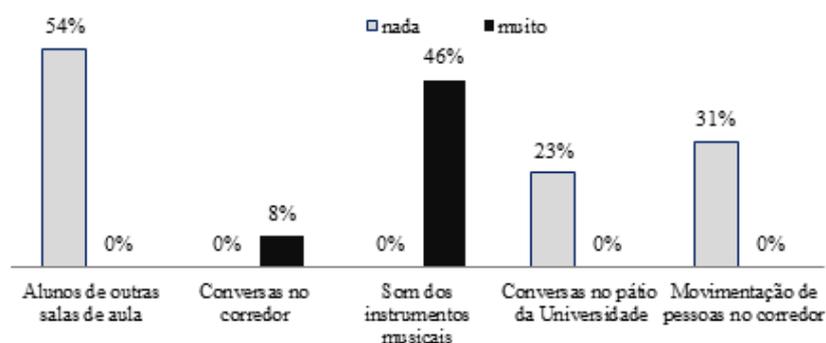
Fonte: os autores.

Um percentual de 80% dos colaboradores assegura que o ruído eminente no ambiente de trabalho é gerado pelas aulas práticas do curso de música. Outro fator a ser analisado é que 50% dos entrevistados afirma que as conversas no pátio não são predominantes no ambiente de trabalho.

#### 4.1.2 Questionário aplicado aos professores

Primeiramente questionou-se quais os ruídos produzidos na Universidade que mais perturbam em sala de aula. O Gráfico 2 apresenta os resultados apenas para as alternativas nada e muito:

Gráfico 2 – Ruídos produzidos na Universidade que mais perturbam



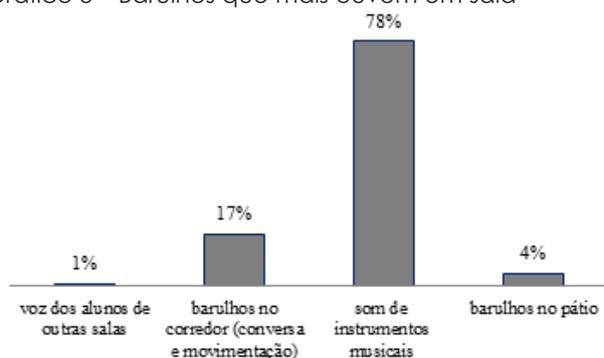
Fonte: os autores.

O resultado revela que as aulas práticas do curso de Música é a atividade que ocasiona maior interferência, pois, 46% julgam que o som dos instrumentos causa muita perturbação nas salas de aula.

#### 4.1.3 Questionário aplicado aos estudantes

Questionou-se sobre os ruídos que mais ouvem em sala de aula, sendo apresentados os resultados no Gráfico 3:

Gráfico 3 – Barulhos que mais ouvem em sala

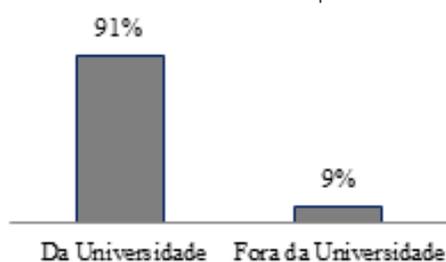


Fonte: os autores.

Percebe-se a indicação dos ruídos produzidos pelos acadêmicos de Música como os mais evidentes para 78% dos alunos. Os ruídos provenientes dos demais ambientes escolares, como corredores, salas adjacentes e pátios, foram mencionados em baixa proporção dos entrevistados.

Seguidamente questionou-se a procedência dos ruídos que os estudantes mais escutam em suas salas, conforme revela o Gráfico 4:

Gráfico 4 – Fonte dos ruídos que mais escutam



Fonte: os autores.

Os ruídos que 91% dos estudantes mais escutam em suas salas são provenientes da própria Universidade.

## 4.2 RUÍDO INTERNO

### 4.2.1 Com ocupação

Para a consolidação da avaliação compararam-se os valores com a NBR 10152 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1987).

Tabela 1 – Avaliação do ruído – edificação com ocupação

Ambiente	Média Níveis de pressão sonora dB (A)	Avaliação
Protocolo/secretaria	62	Desconforto
Diretora Geral	70	Desconforto
Secretaria dos cursos	63	Desconforto
Assessoria Pedagógica	63	Desconforto
Hall de entrada	68	Desconforto
Corredor	60	Desconforto
Sala 03	59	Desconforto
Sala 04	59	Desconforto
Sala 05	77	Desconforto
Sala 06	62	Desconforto
Sala 07	71	Desconforto
Sala 08	84	Desconforto
Sala 105	69	Desconforto
Sala 106	63	Desconforto
Sala 107	75	Desconforto
Biblioteca	63	Desconforto
Laboratório de informática	62	Desconforto

Fonte: os autores.

Verificou-se que todos os espaços analisados se encontram fora dos níveis aceitáveis recomendados pela NBR 10152 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1987), estando classificados como nível de desconforto. A referida norma ressalta que a indicação de desconforto não necessariamente implicará em risco de dano à saúde. Esta avaliação certifica os resultados obtidos nos questionários respondidos pelos colaboradores, estudantes e professores, que revelam que as aulas práticas de Música são causadoras de incômodo.

#### 4.2.2 Sem ocupação

A Tabela 2 revela a avaliação dos ambientes, sendo que para a sua consolidação compararam-se os valores dos níveis de pressão sonora aferidos com o que dispõe a NBR 10152 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1987):

Tabela 2 – Avaliação dos níveis de ruído – edificação sem ocupação

<b>Ambiente</b>	<b>Média nível de pressão sonora aferido (dB)</b>	<b>Avaliação</b>
Sala 05	46	Aceitável
Sala 06	48	Aceitável
Sala 07	41	Aceitável
Sala 08	52	Desconforto
Sala 107	40	Aceitável
Sala 108	42	Aceitável
Biblioteca	39	Aceitável
Laboratório de informática 01	45	Aceitável
Laboratório de informática 02	42	Aceitável

Fonte: os autores.

De acordo com o que especifica a NBR 10152 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1987) os ambientes em estudo não apontam níveis sonoros para conforto, visto que os valores aferidos não são inferiores ao que indica a faixa da referida norma. Contudo, verifica-se que dentre os espaços analisados apenas na sala 08, que é utilizada pela 3ª fase do curso de Música, apresentou níveis de pressão sonora em situação de desconforto, conforme dispõe a NBR 10152 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1987). Isto pode ser justificado a algum erro de aferição, já que os demais se enquadraram como aceitáveis. A referida norma ressalta que a indicação de desconforto não necessariamente implicará em risco de danos à saúde.

Isto demonstra que a inserção da edificação na implantação do terreno é adequada, impedindo que o ruído proveniente das estradas que circundam o Campus da Unoesc Capinzal adentre as salas de aula.

### 4.3 RUÍDO EXTERNO

Percebe-se que apenas o ponto 7, localizado na parte de traz da edificação, apresentou valor inferior ao recomendado na NBR 10151 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2000), que estipula o valor máximo de 50 dB (A). Isto se deve pela localização da obra, pois está próxima a uma rodovia de circulação intensa, principalmente no horário em que se iniciaram as aferições (12h45min). Dentre todas as aferições o ponto 7 é o que apresentou menor nível de pressão sonora, isto deve-se por situar-se distante da via de circulação, e ao lado dele tem apenas um pavilhão consideravelmente longe e que não é gerador de barulho. Adjacentes aos pontos 4 e 5 está posto um loteamento, e mesmo afastado e em pequena escala, como consequência de sua ocupação é produtor de ruído. Os níveis de pressão sonora podem ser conferidos na Tabela 3:

Tabela 3 – Níveis de pressão sonora externos

Ponto	Níveis de pressão sonora dB (A)	Média dB(A)
01	74	62
02	72	
03	63	
04	65	
05	54	
06	60	
07	47	

Fonte: os autores.

A média aritmética dos níveis de pressão sonora é de 62 dB, estando em desacordo com o limite, estipulado na NBR 10151 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2000) que estabelece para áreas escolares o valor máximo de 50 dB para situação diurna e 45 dB para situação noturna. Entretanto, ressalta-se que em virtude das respostas dos professores, funcionários e estudantes, mesmo o ruído externo apresentando-se acima do recomendado ele não é tido como incômodo.

### 4.4 TEMPO DE REVERBERAÇÃO

Para isso, considerou-se frequência de 500 Hz e calculou-se o (coeficiente de absorção médio das superfícies interiores do recinto). Chegou-se ao valor de 0,076 e por ser inferior a 0,30, conforme recomenda a NBR 12179 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1992) a fórmula a ser utilizada para o cálculo do tempo de reverberação é a fórmula de Sabine (Equação 1):

$$t_r = \frac{0,161 V}{S_1 a_1 + S_2 a_2 + \dots}$$

$$t_r = \frac{0,161 * 242,71}{19,76} \quad (1)$$

$$t_r = 1,98 \text{ s}$$

Onde:

$t_r$  = tempo de reverberação (s);

0,161 = constante;

V = volume do recinto (m<sup>3</sup>);

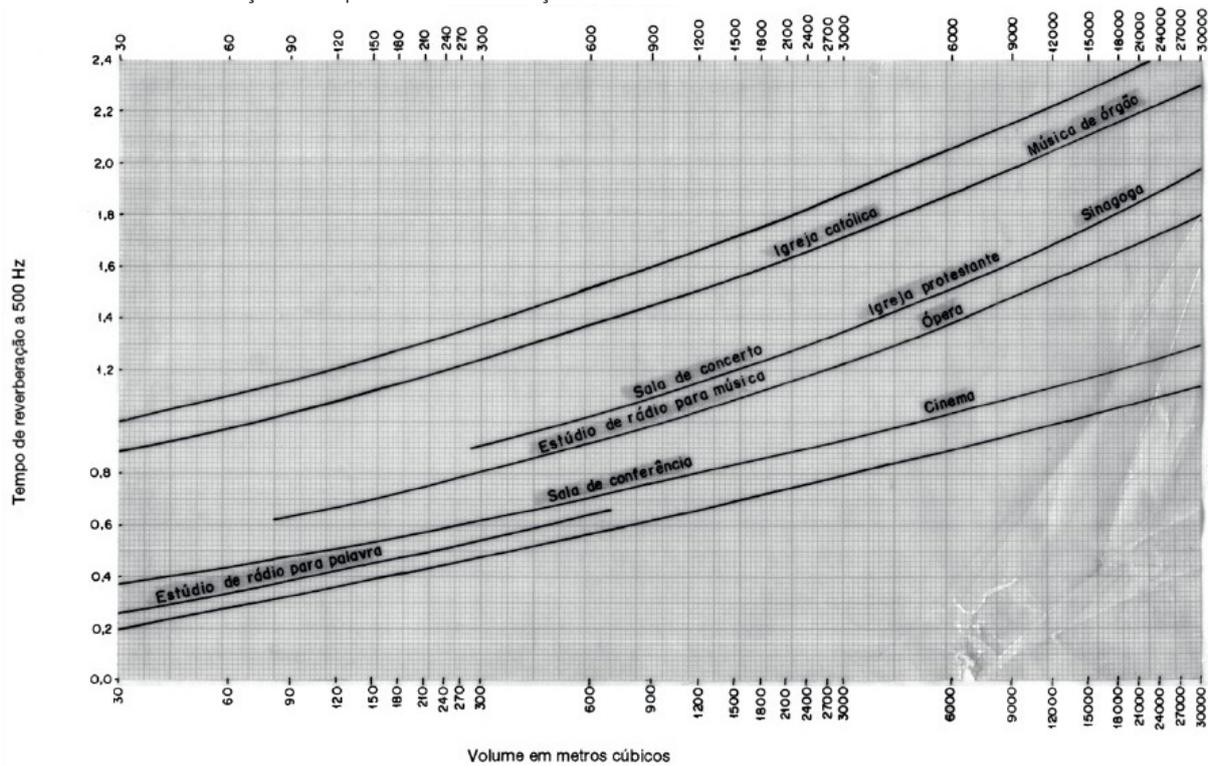
$S_n$  área de cada superfície no interior do recinto (m<sup>2</sup>);

$a_n$  coeficiente de absorção de cada superfície no interior do recinto.

Comparando-se o tempo de reverberação encontrado pode-se observar que o valor está muito superior ao que recomenda a norma americana ANSI S12.60 (2010 apud RABELO et al., 2014) que orienta que o tempo de reverberação para salas de aula deve ser de, no máximo, 0,6s.

Se levarmos em consideração que a sala em questão, além de ser um ambiente de estudo também é destinada para aulas de música pode-se realizar outra avaliação através da NBR 12179 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1992). O tempo de reverberação calculado para a frequência de 500 Hz para a sala foi de 1,98s. Primeiramente classificou-se tipo de uso do ambiente, considerou-se como Sala de Concerto. Diante disso, analisou-se o gráfico do Tempo Ótimo de Reverberação (Gráfico 5) da NBR 12179 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1992), cruzando com o volume do ambiente (261,14m<sup>3</sup>) para verificar se este tempo precisa de correção:

Gráfico 5 – Classificação tempo de reverberação



Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas (1992).

Após traçar as coordenadas no gráfico pode-se constatar que o tempo de reverberação do ambiente de estudo está em desacordo com o recomendado em norma, pois encontra-se acima da curva do Tempo Ótimo de Reverberação (0,90 a 1,2 s), sendo necessário correção para que o ambiente seja adequado para aulas práticas de música.

#### 4.5 RÚIDO DE IMPACTO EM PISO CERÂMICO

A Tabela 4 mostra os níveis de pressão sonora aferidos na sala receptora (sala 06), situada no pavimento térreo.

Tabela 4 – Níveis de pressão sonora ruído de impacto piso cerâmico

Ponto	Nível de pressão sonora dB (C)	Média dB (C)
1	85	
2	86	85
3	84	
4	84	

Fonte: os autores.

Após o tratamento de dados comparou-se o resultado calculado, decorrente da medição *in loco*, com o que especifica a NBR 15575-3 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013), constatando-se que o piso de revestimento cerâmico não apresenta desempenho mínimo especificado em 55 dB, pois o valor calculado ficou bem acima do

estabelecido. A referida norma salienta que valores de nível de pressão sonora por impacto padronizado ) acima do máximo sugerido são desconfortáveis para os usuários.

$$L_{nT} = L_i - 10 \log \frac{T}{T_o}$$

$$L_{nT} = 85 - 10 \log \frac{1,98}{0,5} \quad (2)$$

$$L_{nT} = 79 \text{ dB}$$

Onde:

$L_{nT}$  = nível de pressão sonora por impacto padronizado (dB)

$T$  = tempo de reverberação do ambiente

$T_o$  = tempo de reverberação de referência (0,5 s)

O tempo de reverberação da sala 06 (receptora), conforme apresentado em 4.4. é de 1,98 s, pois apresenta as mesmas características da sala 08.

#### 4.6 RÚIDO DE IMPACTO EM PISO DE CARPETE

Inicialmente calculou-se o tempo de reverberação da sala receptora (cantina), para isso, considerou-se frequência de 500 Hz e calculou-se o (coeficiente de absorção médio das superfícies interiores do recinto). Chegou-se ao valor de 0,097 e por ser inferior a 0,30, conforme recomenda a NBR 12179 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1992) a fórmula a ser utilizada para o cálculo do tempo de reverberação é a fórmula de Sabine (Equação 1). Chegou-se ao valor de tempo de Reverberação de 4,61 s. A Tabela 5 mostra os níveis de pressão sonora aferidos na sala receptora localizada no pavimento térreo.

Tabela 5 – Níveis de pressão sonora ruído de impacto piso de carpete

Ponto	Nível de pressão sonora dB (C)	Média
1	72	76
2	73	
3	76	
4	83	

Fonte: os autores.

Após o tratamento de dados comparou-se o resultado calculado, decorrente da medição *in loco*, com o que especifica a NBR 15575-3 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013), através da Equação 2, constatando-se que o piso de revestimento em carpete não apresenta desempenho mínimo especificado em 55 dB, pois o valor calculado ficou bem acima do estabelecido, 66 dB. A referida norma salienta que valores de nível de pressão sonora por impacto padronizado ) acima do máximo sugerido são desconfortáveis para os usuários.

## 5 CONCLUSÃO

A qualidade acústica dos ambientes destinados ao estudo é um assunto que carece de extrema atenção e consideração. As pesquisas efetuadas para a concretização deste trabalho revelaram que a precariedade das condições acústicas dos espaços escolares ocasiona fortes consequências sobre o aprendizado. Visando contribuir nesse cenário, o presente trabalho avaliou a qualidade acústica da Unoesc Campus de Capinzal.

A análise da qualidade acústica da edificação baseou-se em medições do ruído interno e externo, ruído de impacto em dois tipos de piso, cálculo do tempo de reverberação de uma sala de aula padrão e aplicação de questionário aos alunos, professores e funcionários para avaliação subjetiva.

Os questionários possibilitaram conhecer a percepção de alunos, professores e funcionários quanto aos ruídos existentes na edificação. Os resultados permitiram comprovar que tanto os alunos quanto os professores percebem os ruídos presentes nas salas de aula e os consideram incômodos. Segundo os professores, o ruído é um fator que afeta negativamente o ensino e o aprendizado. A maioria dos alunos afirma que as aulas práticas do curso de música são mais desagradáveis que os demais ruídos existentes no ambiente em questão.

Os níveis de ruído encontrados nas salas de aula, corredores, laboratório de informática, biblioteca e setores administrativos, aferidos durante as aulas práticas do curso de música, estavam acima do que recomenda a NBR 10152 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1987), indicando níveis sonoros de desconforto. Os níveis de ruído para estes mesmos ambientes medidos sem a ocupação do prédio, mas realizado em horário de intenso movimento da rodovia revelaram níveis sonoros aceitáveis, com exceção de uma das salas, o que pode ser justificado talvez por um erro de medição. Os níveis de ruídos aferidos nas áreas externas da Universidade apontam valores acima do recomendado pela NBR 10151 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2000), entretanto, não são considerados como desagradáveis pelo público que o frequenta.

Os resultados das medições e dos questionários revelaram ainda que os ruídos que perturbam as atividades em sala são oriundos da própria Universidade e de forma alguma estão relacionados aos ruídos provenientes do tráfego de veículos ou da vizinhança. Outro apontamento considerável a ser feito é que o problema do ruído em decorrência do som

dos instrumentos musicais ocasiona transtorno em toda edificação, não se concentrando apenas nas salas próximas às de música, uma vez que os acadêmicos em alguns momentos se espalham pelo prédio por não disporem de espaço adequado.

Com relação ao tempo de reverberação, constatou-se que o valor está impróprio para as duas finalidades a que se destinam, aulas teóricas e aulas práticas de música. Fator esse, que está relacionado aos materiais de revestimento empregados. Isso indica a necessidade de intervenções nas salas a fim de aumentar as áreas de absorção sonora.

As avaliações de ruído de impacto realizadas em dois tipos de piso, um com revestimento cerâmico e outro com carpete, apontaram desempenho insatisfatório, uma vez que revelaram valores de níveis de pressão sonora por impacto padronizado muito altos, não atingindo nem o mínimo de desempenho requerido. O que denota a necessidade de melhorar a qualidade do sistema de isolamento acústico da edificação. Salienta-se, entretanto, que no piso de revestimento de carpete houve um melhor isolamento do ruído, pois apresentou 13 dB a menos que o de revestimento cerâmico.

Os resultados obtidos neste trabalho constataam uma insuficiência na qualidade acústica das salas de aula e evidenciam a necessidade de intervenções. Tal renovação se faz necessária devido ao ruído gerado principalmente pelas aulas práticas do curso de música, visto que não dispõem de um espaço adequado. O conforto acústico não é o fator exclusivo, sequer o mais importante na formação acadêmica, contudo, assim como os demais agentes relacionados ao ensino, é um dos pilares que sustenta esse processo e, portanto, não pode ser ignorado.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Ana Maria Schuch. **Avaliação experimental do isolamento do ruído de impacto nas frequências de 80 a 400 Hz**. 2013. 129 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013. Disponível em: [http://w3.ufsm.br/ppgec/wpcontent/uploads/Dissertacao\\_Ana\\_Maria\\_Schuch.pdf](http://w3.ufsm.br/ppgec/wpcontent/uploads/Dissertacao_Ana_Maria_Schuch.pdf). Acesso em: 11 abr. 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10151**: Acústica – Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade – Procedimento. Rio de Janeiro, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10152**: Nível de ruído para conforto acústico. Rio de Janeiro, 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12179**: Tratamento acústico em recintos fechados. Rio de Janeiro, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-3: Edificações habitacionais – Desempenho Parte 3**: Requisitos para os sistemas de pisos. Rio de Janeiro, 2013.

BISTAFA, Sylvio R. **Acústica aplicada ao controle do ruído**. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2011. 369 p.

COSTA, Ennio Cruz da. **Acústica Técnica**. São Paulo: Blucher, 2003. 123 p.

DREOSSI, Raquel Cecília Fischer; SANTOS, Teresa Momensohn. **O Ruído e sua interferência sobre estudantes em uma sala de aula**: revisão de literatura. *Pró-Fono Revista de Atualização Científica*, Barueri, v. 17, n. 2, p. 251-258, maio/ago. 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/pfono/v17n2/v17n2a13.pdf>. Acesso em: 31 mar. 2016.

GONÇALVES, Valéria de Sá Barreto; SILVA, Luiz Bueno da; COUTINHO, Antonio Souto. **Ruído como agente comprometedor da inteligibilidade de fala dos professores**, v. 19, n. 3, p. 466-476, set./dez. 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/prod/v19n3/05.pdf>. Acesso em: 31 mar. 2016.

MAJOLLA, Roberto. **Fonte geradora de impacto padronizado**: construção e qualificação. 2015. 139 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura, Tecnologia e Cidades) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2015. Disponível em: <http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=000946640>. Acesso em: 10 abr. 2016.

MURGEL, Eduardo. **Fundamentos de acústica ambiental**. São Paulo: Senac, 2007. 54 p.

PRÓ ACÚSTICA – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA A QUALIDADE ACÚSTICA. **Manual Pró Acústica sobre a Norma de Desempenho**. [S. l.: s. n.]: 2013. 32 p. Disponível em: [http://ademidial.org.br/legba/bancodemidia/arquivos/proacustica\\_manualnorma\\_nov\\_2013.pdf](http://ademidial.org.br/legba/bancodemidia/arquivos/proacustica_manualnorma_nov_2013.pdf). Acesso em: 6 abr. 2016.

RABELO, Alessandra Terra Vasconcelo *et al.* Efeito das características acústicas de salas de aula na inteligibilidade de fala dos estudantes. **SciELO**, Belo Horizonte, 2014. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S231717822014000500360&script=sci\\_arttext&lng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S231717822014000500360&script=sci_arttext&lng=pt). Acesso em: 18 maio 2016.

VASSALO, Francisco Ruiz. **Manual de caixas acústicas e alto-falantes**. São Paulo: Hemus, [19--]. 161 p.

