

Percepção da qualidade acústica de ambientes por alunos dos cursos de Arquitetura e Design de Interiores

Silva, E. H.¹ ; Oiticica, M. L. G. da R.² 

¹Mestrando DEHA / Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Alagoas, Al, Brasil, eduardohenrique.arq@gmail.com

²Arquiteta, Professora Doutora DEHA / Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Alagoas, Al, Brasil, mloiticica@hotmail.com

Resumo

Arquitetos e urbanistas brasileiros têm, em virtude de suas atribuições profissionais garantidas na Resolução 51 do CAU (Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil), autonomia para tomar decisões técnicas que demandam conhecimento de detalhes conceituais que não são aprofundados na graduação. O conforto acústico é uma disciplina técnica que, além de dados mensuráveis por meio de equipamentos, exige sensibilidade por parte do profissional de arquitetura na tomada de decisões sobre qual material empregar para garantir a adequação do conforto acústico tanto no condicionamento quanto no isolamento acústico do ambiente construído. Assim, o objetivo do presente estudo foi avaliar qual é o nível de percepção das características acústicas em ambientes por estudantes do curso de Arquitetura e Design de Interiores. A metodologia aplicada envolveu a seleção de 3 grupos de 10 estudantes em diferentes níveis de graduação (3º, 6º períodos da graduação de Arquitetura e Urbanismo e 5º período do curso de Design de Interiores) que foram submetidos a um teste sonoro com fones de ouvido. Nesse teste, foram reproduzidas gravações de diversos tipos de ambientes com diferentes condições acústicas e aplicou-se um questionário de múltipla escolha em que cada aluno identificaria as características acústicas de cada sala. Os resultados mostraram a evolução da compreensão das características acústicas pelos alunos após o contato com o conteúdo ensinado.

Palavras-chave: percepção sonora, ensino, ambiente construído, arquitetura, design.

PACS: 43.55.-n, 43.55.Hy, 43.66.Lj, 43.75.Cd.

Acoustic quality perception in environments by architecture and interior design students

Abstract

Courtesy of professional attributes defined and guaranteed in Resolution 51 of the Brazilian Council of Architecture and Urbanism (CAU - *Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil*), Brazilian architects and urbanists exercise authority to execute technical decisions requiring knowledge of conceptual details which are not studied in-depth across undergraduate curriculums. Beyond using equipment to measure data, acoustic comfort is a technical discipline which demands the professional architect's sensibility when deciding which materials to employ in order to guarantee adequate acoustic comfort both in the constructed environment's conditioning and acoustic isolation. Thus, the objective of the present study was to evaluate levels of perception among Architecture and Interior Design students concerning environmental acoustics. The methodology applied began by selecting three (3) groups of ten (10) students each from different levels of enrollment/conclusion within Brazilian undergraduate programs [third (3rd) and sixth (6th) semesters of Architecture and Urbanism and fifth (5th) semester of the Interior Design curricula, respectively]. Using headphones, each student then listened to recordings of acoustically diverse environments. Following, a multiple-choice questionnaire was applied to gauge their identification of each room's acoustic characteristics. Results show the evolution of comprehension of acoustic characteristics among students after their exposure to the content taught.

Keywords: sound perception, teaching, built environment, architecture, design.

1. INTRODUÇÃO

O estudo da Acústica Arquitetônica abrange o condicionamento e o isolamento acústico de ambientes construídos, garantindo a audibilidade adequada ao usuário, bem como o controle do ruído que acessa o recinto ou evade dele. Os estudos modernos sobre acústica do ambiente construído são atribuídos a W. Sabine, Helmholtz e Rayleigh, datados do século XIX, sendo possível afirmar, então, que se trata de uma ciência recente [1].

Existem no Brasil duas normas que retratam aspectos relacionados à qualidade acústica nos espaços internos. Essas normas são a ABNT NBR 10152 [2], que estabelece níveis de pressão sonora em ambientes internos à edificação e a ABNT NBR 12179 [3] que fixa critérios fundamentais para a execução de tratamento acústico em recintos fechados. Somado a esse fator, a OMS (Organização Mundial de Saúde) declarou que o segundo maior problema ambiental no mundo é a poluição sonora, após a poluição do ar [4].

Ao considerar o isolamento acústico das edificações, o Brasil vem tentando ajustar um maior número de edificações que atendam às normas tanto nacionais quanto internacionais. Duarte e Viveiros [5] mostram, em função do tempo e do uso de materiais e técnicas de construção, que a qualidade do isolamento acústico das edificações brasileiras sofreu uma queda de até 20 dB, representada pelo emprego de elementos construtivos caracterizados por suas massas superficiais (kg/m^2) cada vez menores.

Paixão [6] mostrou que a Acústica Arquitetônica ainda não era vista como prioridade no planejamento de projetos para a construção civil no Brasil como um todo. Reflexo disso foi o surgimento da ABNT NBR 15575 [7] diante da existência do grande número de reclamações de usuários quanto à falta de privacidade após ocupar os imóveis adquiridos. Inserido nesse panorama está o profissional da Arquitetura e Urbanismo que, com atribuições que lhes dão o poder para sérias tomadas de decisões,

vem de uma formação generalista, possibilitando de escolher se especializar para atuar numa área específica, nesse caso, a área da Acústica Arquitetônica.

A Resolução nº 51 do Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil [8] especifica atividades às quais arquitetos e urbanistas estão habilitados. Em seu Artigo 2º inciso II, que trata das atribuições da arquitetura de interiores, indica, entre outras atribuições, que o profissional da arquitetura é capaz de coordenar, compatibilizar o projeto arquitetônico com os projetos complementares, criar relatórios técnicos com especificações e avaliações pós-ocupação. No glossário da referida Resolução, o verbete “arquitetura de interiores” engloba a intervenção do arquiteto em ambientes internos e externos da edificação para adequar às suas necessidades de uso, contemplando o tratamento acústico dentre vários outros itens de adequação de conforto de uma construção.

Entretanto, questionamentos são formulados referenciando se a formação que o estudante de arquitetura recebe durante a graduação é suficiente para contemplar todas as responsabilidades que este profissional deve ter ao entrar no mercado. Através dessa ótica do ensino acadêmico, é interessante que o arquiteto em formação desenvolva e aperfeiçoe sensibilidades necessárias para perceber o ambiente sonoro ainda na faculdade. Para isso, um teste com alunos de graduação de Arquitetura e Urbanismo e Design de Interiores da Faculdade de Arquitetura, Urbanismo e Design (FAUD), subdivisão da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), em níveis distintos, foi aplicado no início e no final de seus cursos para avaliar a capacidade de percepção dos estudantes em distinguir a qualidade sonora nos ambientes acusticamente distintos.

2. O PROCESSO DE FORMAÇÃO DO ARQUITETO E URBANISTA NA UFAL E AS EXPERIÊNCIAS SENSORIAIS

Ainda no primeiro período da graduação, diversas atividades são realizadas com os alunos

de Arquitetura e Design de Interiores com a finalidade de estimular a percepção do espaço por meio dos cinco sentidos. Esse processo é muito particular de cada indivíduo, partindo de como sente o ambiente construído (ou não construído) de forma livre, envolvendo e aceitando a subjetividade nos procedimentos iniciais de projeto e estimulando-o a criar produtos arquitetônicos com essa base [9]. Na pós-graduação, o aluno de arquitetura de mestrado em Dinâmicas do Espaço Habitado (DEHA) da FAUD – UFAL depara-se com três linhas gerais de ensino: Linha 01, que consiste na percepção, conceituação e representação do espaço; Linha 02, que aborda a concepção, tecnologia, construção e adequação do espaço; e Linha 03, que abrange a gestão, apropriação e a organização do espaço habitado [10], sendo a linha 3 geralmente aplicada à área do urbanismo.

Autores como Paola Berenstein [11], abordam sobre formas de estímulo à percepção do espaço por meio de experiências sensoriais, por meio do tato, ou por meio de atividades com ausência da visão. Entretanto, seu texto não aborda o ato de ouvir, talvez pelo fato de a audição ser um dos sentidos mais negligenciados por sempre estar ativo. Prova disso é o fato de o som ser um fenômeno comumente associado a outros sentidos: som “suave” (tato), “com brilho” (visão), “abafado” (tato), “claro e cristalino” (visão), “gordo / magro” (visão / tato), “doce” (paladar), “seco / molhado” (tato).

Quando o sentido da audição é considerado, para buscar uma aproximação pragmática a ser definida em normas e leis, as aplicações dos estudos em acústica são resumidas e quantificadas em escalas logarítmicas, como o decibel (dB), o que faz com que o som seja tratado meramente como um valor numérico sem considerar suas particularidades qualitativas, como seu timbre e seu movimento [12]. Isso evidencia que os estudos que retratam o desenvolvimento de métodos, normas e as análises a respeito do comportamento do som nos ambientes têm um grande potencial de evolução e amadurecimento. Para tanto, é importante que o estímulo da percepção do espaço especialmente

por meio da audição ocorra na fase de formação do arquiteto e urbanista em todo o Brasil.

3. REFLEXÕES SOBRE AS TOMADAS DE DECISÕES DO AMBIENTE SONORO PROJETADO

O trabalho do arquiteto e urbanista está ligado ao processo de tomada de decisões a respeito dos usos que um usuário qualquer fará do ambiente projetado por esse profissional. É um ofício que demanda total sensibilidade e técnica na hora de dimensionar, revestir, iluminar, sonorizar, colorir, definir fluxos, entre tantas outras tarefas. Para isso, perceber o ambiente de maneira equacionada entre os 5 sentidos é fundamental. A audição é o sentido que cada vez mais tem sido negligenciado no contexto humano atual, fazendo-se necessário estimular o processo de escuta. Nota-se, claramente, um enfoque maior à visão no processo de projeto arquitetônico. Muito embora, se comparada ao sentido da visão, a audição possui características transitórias e fluidas, capazes de auxiliar o homem a estabelecer o senso de realidade temporal agregado às emoções [13].

A qualidade acústica dos espaços construídos propicia a privacidade, nos locais em que essa demanda é desejada, e a comunicação, que garante a correta compreensão (inteligibilidade) do som produzido entre locutores e interlocutores tanto por meio da palavra falada, quanto da música reproduzida com ou sem o auxílio de sistemas de som. A análise acústica de ambientes é uma atividade multidisciplinar que agrega não só o trabalho de profissionais da arquitetura e engenharia, como também da música, filosofia, psicologia, entre outros [14]. “Aprender a ouvir” não é só um dos principais objetivos do ensino de música, mas em todo o processo de ensino-aprendizagem. Murray Schafer [15], músico e pesquisador canadense, concentrou seus esforços em induzir os alunos a perceberem sons que nunca haviam percebido, inclusive os sons que eles mesmos produziam no ambiente, assim apresentou o conceito de paisagem sonora, como sendo qualquer porção do ambiente sonoro tratada como um campo de estudos [16]. Schafer convida o leitor a parar para escutar, como um processo

de pausas para a condução do processo de ouvir em meio à incidência crescente de informações e estímulos sonoros oriundos da vida cotidiana, trazendo o interlocutor à percepção do que é possível ser visto e interpretado pelo sentido da audição.

Assim, a partir do momento em que tais técnicas são empregadas na conscientização da importância do “ouvir” no processo de ensino de arquitetura, espera-se, como consequência, a formação de profissionais capazes de antever problemas originados de escolhas equivocadas de materiais de revestimento, ou de setorização em fluxogramas tanto em ambientes fechados quanto no planejamento urbano. Essa sensibilidade, devidamente estimulada e orientada, é capaz de transformar ambientes nos mais diversos prismas, trazendo benefícios à saúde e ao bem-estar de todos. Desta forma, o objetivo do presente estudo foi avaliar qual é o nível de percepção das características acústicas em ambientes por estudantes dos cursos de Arquitetura e Design de Interiores.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Em virtude da importância de “ouvir a arquitetura”, foi proposto um teste de percepção, a partir da reprodução de sons envolvendo música, palavra falada e fenômenos acústicos em salas. Um questionário foi aplicado para possibilitar o entendimento de como grupos de alunos envolvidos com o aprendizado da acústica nos cursos de Arquitetura e Urbanismo e Design de Interiores, em diferentes níveis de graduação, distinguiriam ambientes acusticamente adequados de ambientes inadequados. Para investigação da percepção da qualidade acústica dos ambientes, foram selecionados dez alunos de cada um dos cursos e períodos que estavam matriculados em disciplinas referentes a teoria acústica e que se prontificaram a colaborar com a pesquisa. Essa seleção foi procedida conforme discriminado abaixo:

- CONFORTO 1 do curso de Arquitetura e Urbanismo (3º período) da FAUD – UFAL;
- CONFORTO 4 do curso de Arquitetura e Urbanismo (6º período) da FAUD – UFAL;

- CONFORTO ACÚSTICO do curso de Design de Interiores (5º período) da FAUD – UFAL.

Com o questionário de 25 perguntas de múltipla escolha, editado em mídia física (papel) e aplicado pelo mediador para cada um dos dez alunos por vez durante uma aula, buscou-se a coleta de respostas rápidas como “sim” e “não”, também indicando quais eram os áudios respectivos a cada situação e quais fenômenos acústicos ocorriam em cada um deles. Eventuais dúvidas eram esclarecidas pelo mediador. Os detalhes dos áudios serão apresentados junto com os questionários adiante. O mesmo teste foi aplicado no início e no final do semestre letivo para os mesmos alunos. A organização e o agrupamento dos arquivos de áudio utilizados foram separados por categorias conforme o Quadro 1.

Quadro 1: Organização e agrupamento dos arquivos de áudio em categorias

Áudios	Categoria	Descrição
1, 2 e 3	Fase 1 – COMPREEN- SÃO	Diferenças entre campo direto e campo difuso (som de flauta)
4, 5 e 6	Fase 2 – FENÔMENOS ACÚSTICOS	Espaços com diferentes tempos de reverberação (curto e longo – toque de caixa de bateria)
7, 8, 9 e 10	Fase 3 – RECONHECI- MENTO DE FREQUÊN- CIAS	Trechos de uma música com alterações em frequências graves, médias e agudas
11 e 12	Fase 4 – INTELIGIBI- LIDADE EM GRANDES VOLUMES	Inteligibilidade da fala (voz feminina) em sistema de som mecânico situado em grandes volumes (exemplo: aeroportos e feiras)
13 e 14	Fase 5 – INTELIGIBI- LIDADE EM PEQUENOS VOLUMES	Inteligibilidade da fala (vozes masculina e feminina) em sala com e sem isolamento acústico

Os arquivos de áudio digital foram processados em formato .WAV, com profundidade de 24 bits e taxa de amostragem de 44,1 kHz, de forma a garantir clareza satisfatória para a percepção dos detalhes dos arquivos reproduzidos nos fones de ouvido e também para excluir a

influência da acústica da sala de aula na compreensão dos áudios (Quadro 2).

Quadro 2: Materiais utilizados

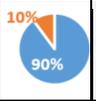
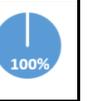
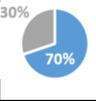
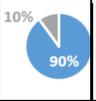
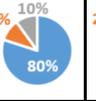
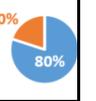
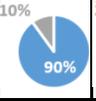
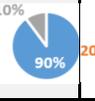
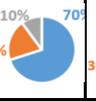
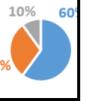
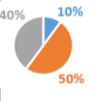
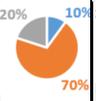
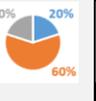
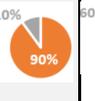
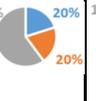
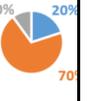
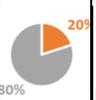
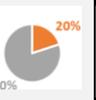
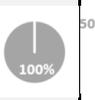
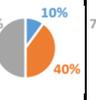
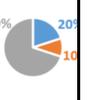
Material	Imagem	Descrição
Fones de ouvido		Sistema de reprodução sonora auricular capaz de reproduzir o áudio em ampla faixa de frequências (AKG modelo k414p)
Notebook		Dispositivo comum capaz de processar o software PRO TOOLS para edição e reprodução de áudio, utilizados no trabalho.

Os resultados obtidos a partir das respostas dos questionários são mostrados nos Quadros 3 a 7, nos quais são apresentados os blocos de perguntas e respostas com suas devidas porcentagens. Os dados permitiram interpretar a evolução da percepção dos alunos em função da abordagem dos assuntos de Acústica Arquitetônica em sala de aula.

5. ANÁLISE E DIAGNÓSTICO

Nos testes aplicados, o primeiro grupo de áudios foi representado pelo som de um clarinete sendo tocado, com a mesma melodia, em ambientes com portes distintos. Como descrito no Quadro 3, a intenção com os áudios apresentados seria a percepção das diferenças entre os três sons mediante a sensação de alguns fenômenos acústicos sentidos durante a execução de cada um deles. A diferença entre os áudios foi percebida por todas as turmas no início do curso. No final do curso, provavelmente devido a questões subjetivas de percepção ao questionário, um(a) aluno(a) de Arquitetura, da turma da disciplina de Conforto 1 não percebeu a diferença entre os três sons reproduzidos no fone. A respeito da compreensão, o som direto, livre de reflexões sonoras que distorcem a clareza da reprodução sonora, possivelmente trata a melhor inteligibilidade, qualidade percebida pelos alunos de Conforto 4 do curso de Arquitetura tanto no início quanto no final do semestre.

Quadro 3: Características e perguntas dos áudios 1, 2 e 3 e legendas

Áudios 1, 2, 3 – Compreensão					
Áudio 1 – clarinete – som direto					
Áudio 2 – clarinete – Ambiente com reverberação controlada					
Áudio 3 – clarinete – ambiente reverberante, com eco e sem clareza					
LEGENDA:					
Resposta correta (esperada): <input checked="" type="checkbox"/>			Opções de resposta: <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		
Perguntas e respostas – Áudios 1, 2 e 3					
1. Você sente diferença entre estes 3 sons?					
<input type="checkbox"/> a SIM <input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> b NÃO			
TURMA: Conforto 1 – Arquit.		TURMA: Conforto 4 – Arquit.		TURMA: Design de Interiores	
Início	Final	Início	Final	Início	Final
					
2. Qual dos três sons você sente maior compreensão?					
<input type="checkbox"/> a Áudio 1 <input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> b Áudio 2		<input type="checkbox"/> c Áudio 3	
Conforto 1 – Arquit.		Conforto 4 – Arquit.		Design de Interiores	
Início	Final	Início	Final	Início	Final
					
3. O ambiente do áudio 1 é de porte pequeno, médio, ou grande?					
<input type="checkbox"/> a Pequeno <input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> b Médio		<input type="checkbox"/> c Grande	
Conforto 1 – Arquit.		Conforto 4 – Arquit.		Design de Interiores	
Início	Final	Início	Final	Início	Final
					
4. O ambiente do áudio 2 é de porte pequeno, médio, ou grande?					
<input type="checkbox"/> a Pequeno		<input checked="" type="checkbox"/> b Médio <input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> c Grande	
Conforto 1 – Arquit.		Conforto 4 – Arquit.		Design de Interiores	
Início	Final	Início	Final	Início	Final
					
5. O ambiente do áudio 3 é de porte pequeno, médio, ou grande?					
<input type="checkbox"/> a Pequeno		<input type="checkbox"/> b Médio		<input checked="" type="checkbox"/> c Grande <input checked="" type="checkbox"/>	
Conforto 1 – Arquit.		Conforto 4 – Arquit.		Design de Interiores	
Início	Final	Início	Final	Início	Final
					

Contudo, 30% dos alunos dos cursos de Design de Interiores e da disciplina de Conforto 1 no início do curso, julgaram como um som “compreensível” o que continha reverberação e eco, onde após o final do curso, o valor caiu para 10%. Já entre os alunos da disciplina de Conforto Acústico do curso de Design de Interiores, 80% responderam dentro do resultado esperado, com variação parcial entre as opções dos 20% restantes. As respostas relacionadas ao volume do ambiente revelaram um amadurecimento na percepção de todas as turmas no início e no final de cada curso. Mesmo com esta evolução, ao término dos cursos introdutórios de acústica das turmas de Conforto 1 e Conforto Acústico de Design de Interiores, o áudio 1, relacionado ao som do clarinete sem reverberação ou eco, foi considerado por, ao menos, 20 a 30% dos alunos no final do curso, como características de um ambiente de médio e grande volume, com exceção dos alunos de arquitetura do período mais avançado de acústica.

A seguir, o Quadro 4 aprofunda o entendimento de um ambiente único que passou por alterações gradativas na qualidade acústica através da implantação de materiais absorvedores porosos não especificados, porém perceptíveis por possuírem elevado NRC (*Noise Reduction Coefficient*). A comparação foi percebida com o toque de uma caixa de bateria.

Quadro 4: Características dos áudios 4, 5 e 6, legenda, perguntas e respostas

Áudios 4, 5, 6 – Fenômenos acústicos					
Áudio 4 – caixa de bateria – ambiente demasiadamente reverberante					
Áudio 5 – caixa de bateria – ambiente com reverberação controlada					
Áudio 6 – caixa de bateria – ambiente pouca reverberação (sala “morta”)					
LEGENDA:					
Resposta correta (esperada):		Opções de resposta:			
X					
6. Você sente diferença entre estes 3 sons?					
a SIM X		b NÃO			
TURMA: Conforto 1 – Arquit.		TURMA: Conforto 4 – Arquit.		TURMA: Design de Interiores	
Início	Final	Início	Final	Início	Final

7. O som emitido é da mesma fonte?					
a SIM X		b NÃO			
Conforto 1 – Arquit.		Conforto 4 – Arquit.		Design de Interiores	
Início	Final	Início	Final	Início	Final
8. Qual dos três sons é relacionado ao ambiente com maior quantidade de material absorvedor?					
a Áudio 4		b Áudio 5		c Áudio 6 X	
Conforto 1 – Arquit.		Conforto 4 – Arquit.		Design de Interiores	
Início	Final	Início	Final	Início	Final
9. Qual dos três sons é mais reverberante?					
a Áudio 4 X		b Áudio 5		c Áudio 6	
Conforto 1 – Arquitetura		Conforto 4 – Arquitetura		Design de Interiores	
Início	Final	Início	Final	Início	Final
10. Qual dos três sons você acha mais confortável?					
a Áudio 4		b Áudio 5		c Áudio 6 X	
Conforto 1 – Arquit.		Conforto 4 – Arquit.		Design de Interiores	
Início	Final	Início	Final	Início	Final

Em relação aos dados do Quadro 4, as respostas desta etapa do questionário mostram que todos notaram diferenças entre os sons reproduzidos no final dos três cursos, com ligeira variação de 10% no início das disciplinas de Conforto 1 e 4 do curso de Arquitetura. A evolução na identificação da fonte sonora foi percebida nas duas turmas dos cursos de Arquitetura, contudo para a turma de Design de Interiores, os índices de percepção caíram de 90% para 80%. O intuito das perguntas 6 a 9 foi mostrar que, ao ser aumentada a quantidade de material absorvedor poroso no recinto, evidenciar-se-ia a diminuição da reverberação e a consequente clareza e conforto do som reproduzido no ambiente. Essas características foram notadas em todas as turmas ao final dos cursos, mas não em sua totalidade. No caso da pergunta 8, notou-se

também que, para uma minoria dos alunos de Arquitetura, a relação de um ambiente pouco reverberante com a aplicação de materiais absorvedores era de difícil aceitação. Tal conduta indica que essa parcela de alunos não acredita a diminuição do tempo de reverberação aos materiais empregados nas salas, destacando a falta de amadurecimento acadêmico e de percepção das mudanças existentes para a melhora da qualidade sonora do ambiente.

O resultado da pergunta 9 revela um panorama mais preocupante para os alunos das disciplinas introdutórias de acústica, pois o que se esperava, ao menos, seria uma correlação entre os resultados obtidos na pergunta anterior. Entretanto, o que se vê nas respostas é uma dificuldade na compreensão do que é o fenômeno da reverberação. No caso de Conforto 1 do curso de Arquitetura, houve uma evolução. Para o curso de Design de Interiores, menos da metade dos alunos destas disciplinas ao final do curso conseguiram classificar o áudio 4 como o ambiente mais reverberante. A turma de conforto 4 do curso de arquitetura obteve evolução de 50% para 90%. Por fim, a noção de conforto relacionada, neste caso específico, à aplicação de maior quantidade de material absorvedor, foi variada para os alunos do final do curso introdutório de acústica. O áudio 5, que representa uma quantidade parcial de material absorvedor, pode ser interpretado por alguns como mais confortável, ou seja, admite-se, diante dessas constatações, a subjetividade do conforto no ambiente construído, pois um ambiente que atenda a parâmetros técnicos desejáveis pode não atender a um usuário com maior nível de sensibilidade.

Para o grupo de áudios do Quadro 5, a percepção da diferença entre as quatro amostras foi notada pelas turmas de Conforto 4 de arquitetura e Conforto Acústico de Design de Interiores. Por motivos relacionados à percepção dos alunos, a turma de Conforto 1 teve uma queda de 100% para 80%. Todos os áudios eram da mesma fonte e todas as turmas que cursam as disciplinas introdutórias evoluíram nesta percepção ao final dos cursos. Por outro lado, a

percepção de frequências graves, médias e agudas não mostra a mesma consistência de respostas obtidas nas primeiras perguntas. Os índices que apresentam evolução de respostas corretas no final do curso para a turma de Conforto 4, de Arquitetura e Urbanismo, não são os mesmos para os cursos introdutórios. Nota-se queda nas respostas corretas ao final do curso de Conforto 1 em todas as perguntas relacionadas às características de alterações de frequências. Para a turma de Conforto Acústico de Design de Interiores, somente na última pergunta houve evolução de respostas corretas, de 60% para 80%.

Quadro 5: Características dos áudios 7, 8, 9 e 10, legenda, perguntas e respostas

Áudios 7, 8, 9 e 10 – Reconhecimento de frequências					
Áudio 7 – trecho de música com equalização normal					
Áudio 8 – mesma música com graves acentuados					
Áudio 9 – mesma música com médios acentuados					
Áudio 10 – mesma música com agudos acentuados					
LEGENDA:					
Resposta correta (esperada):			Opções de resposta:		
11. Você sente diferença entre estes 4 sons?					
a SIM			b NÃO		
TURMA: Conforto 1 – Arquit.		TURMA: Conforto 4 – Arquit.		TURMA: Design de Interiores	
Início	Final	Início	Final	Início	Final
12. O som emitido é da mesma fonte?					
a SIM			b NÃO		
Conforto 1 – Arquit.		Conforto 4 – Arquit.		Design de Interiores	
Início	Final	Início	Final	Início	Final
13. Qual áudio corresponde a um aumento nas frequências BAIXAS (GRAVES)?					
a Áud. 7		b Áud. 8		c Áud. 9	
d Áud. 10					
Conforto 1 – Arquit.		Conforto 4 – Arquit.		Design de Interiores	
Início	Final	Início	Final	Início	Final

14. Qual áudio corresponde a um aumento nas frequências MÉDIAS?					
a Áud.7		b Áud. 8		c Áud. 9 <input checked="" type="checkbox"/>	
d Áud.10					
Conforto 1 – Arquit.		Conforto 4 – Arquit.		Design de Interiores	
Início	Final	Início	Final	Início	Final
15. Qual áudio corresponde a um aumento nas frequências AGUDAS?					
a Áud. 7		b Áud. 8		c Áud. 9	
d Áud.10 <input checked="" type="checkbox"/>					
Conforto 1 – Arquit.		Conforto 4 – Arquit.		Design de Interiores	
Início	Final	Início	Final	Início	Final
16. Qual áudio corresponde a um som com EQUILÍBRIO de frequências?					
a Áud. 7 <input checked="" type="checkbox"/>		b Áud. 8		c Áud. 9	
d Áud.10					
Conforto 1 – Arquit.		Conforto 4 – Arquit.		Design de Interiores	
Início	Final	Início	Final	Início	Final

O Quadro 6, a seguir, apresenta o questionário para os áudios 11 e 12, com características sonoras relacionadas à inteligibilidade da fala em um ambiente com grande volume. A inteligibilidade da fala é importante desde os primórdios, a exemplo dos anfiteatros romanos e teatros gregos, onde a projeção da voz era garantida pela forma arquitetônica, ou grandes blocos de pedra e barro que garantiam a privacidade nas residências na antiguidade.

Quadro 6: Características dos áudios 11 e 12, legenda, perguntas e respostas

Áudios 11,12 – Inteligibilidade em ambiente de grande lume	
Áudio 11 – locutora feminina anunciando um código (“B19”) em sistema eletroacústico em ambiente aberto sem condicionamento acústico (pavilhão)	
Áudio 12 – locutora feminina anunciando um código (“B19”) em sistema eletroacústico em ambiente aberto com condicionamento acústico (pavilhão)	
LEGENDA:	
Resposta correta (esperada): <input checked="" type="checkbox"/>	Opções de resposta: <input type="checkbox"/>

17. Você sente diferença entre estes 2 sons?					
SIM <input checked="" type="checkbox"/>		b NÃO			
TURMA: Conforto 1 – Arquit.		TURMA: Conforto 4 – Arquit.		TURMA: Design de Interiores	
Início	Final	Início	Final	Início	Final
18. Qual dos dois sons você sente maior compreensão?					
a Áudio 11			b Áudio 12 <input checked="" type="checkbox"/>		
Conforto 1 – Arquit.		Conforto 4 – Arquit.		Design de Interiores	
Início	Final	Início	Final	Início	Final
19. Em que áudio a locutora fala “DEZENOVE”?					
a Áudio 11		b Áud. 12		c Nenhum <input checked="" type="checkbox"/>	
Conforto 1 – Arquit.		Conforto 4 – Arquit.		Design de Interiores	
Início	Final	Início	Final	Início	Final
20. Em que áudio a locutora fala “B DEZENOVE”?					
a Áudio 11 <input checked="" type="checkbox"/>		b Áud. 12 <input checked="" type="checkbox"/>		c Nenhum	
Conforto 1 – Arquit.		Conforto 4 – Arquit.		Design de Interiores	
Início	Final	Início	Final	Início	Final
21. Em que áudio a locutora fala “P DEZENOVE”?					
a Áudio 11		b Áud. 12		c Nenhum <input checked="" type="checkbox"/>	
Conforto 1 – Arquit.		Conforto 4 – Arquit.		Design de Interiores	
Início	Final	Início	Final	Início	Final

Conhecimentos relacionados às propriedades de materiais empregados nas edificações, técnicas construtivas, sistemas eletroacústicos, número de espectadores, entre diversos outros detalhes não podem ser negligenciados. Daí a importância de os estudantes tanto de Arquitetura e Urbanismo quanto de Design de Interiores entenderem o poder do conhecimento acerca do conforto acústico na garantia da comunicação entre os usuários de qualquer tipologia de edificação. Os áudios 11 e 12, cuja

avaliação foi mostrada no Quadro 6, possuem as mesmas características em relação à fonte sonora, mas a diferença está no local em que essa fonte é propagada. A locutora fala um código e uma frase (“B19. Temos um vencedor”), e a compreensão da mesma torna-se confusa no primeiro áudio, em função das reflexões sonoras causarem eco no recinto devido à percepção de uma nítida separação entre o som produzido pela fonte e o som refletido por um obstáculo qualquer.

Nessa situação, percebe-se uma distorção da clareza da emissão da locução. Ao final de todos os cursos, 100% dos alunos perceberam diferenças entre os dois áudios (pergunta 17). A maior evolução na taxa de acerto, em todas as turmas de início e final de curso, ocorreu na análise do ambiente com variação de eco, onde a definição do que era dito pela locutora era comprometida por esse fenômeno.

Reflexo disso é a indefinição nas respostas por todas as turmas no início de seus cursos na identificação do código falado pela locutora. Já ao final, as turmas de Conforto 1 e Conforto 4 do curso de Arquitetura apresentaram evolução nas respostas corretas de todas as perguntas. A turma de Conforto Acústico do curso de Design de Interiores teve queda de 10% de respostas corretas às perguntas 20 e 21.

O Quadro 7 apresenta um novo contexto de áudios relacionados à inteligibilidade, sendo em ambiente fechado e com voz masculina e feminina relacionando condicionamento e isolamento acústico. Todos os alunos em todos os períodos sentem as diferenças entre os sons, mas não identificam os detalhes e não conseguem definir com clareza as particularidades envolvidas nos áudios.

Os resultados mostram um possível enfoque dos alunos unicamente na fala masculina, ignorando a voz feminina dentro do ambiente, ou ainda uma insegurança evidenciada pela falta de experiência prática em afirmar que é possível condicionar e isolar ambientes com estratégias simultâneas de projeto.

Quadro 7: Características dos áudios 12 e 13 legenda, perguntas e respostas

Áudios 13,14 – Inteligibilidade em ambiente fechado					
Áudio 13 – fala masculina dirigida ao público de um consultório reverberante e voz feminina ao fundo, em sala separada, capaz de ser ouvida com clareza Áudio 14 – fala masculina dirigida ao público de um consultório sem reverberação e voz feminina ao fundo, em sala separada, incapaz de ser ouvida com clareza					
LEGENDA:					
Resposta correta (esperada):		Opções de resposta:			
22. Você sente diferença entre estes 2 sons?					
a SIM		b NÃO			
TURMA: Conforto 1 – Arquit.		TURMA: Conforto 4 – Arquit.		TURMA: Design de Interiores	
Início	Final	Início	Final	Início	Final
23. Os sons emitidos são das mesmas fontes e no mesmo ambiente?					
a SIM		b NÃO			
Conforto 1 – Arquit.		Conforto 4 – Arquit.		Design de Interiores	
Início	Final	Início	Final	Início	Final
24. Qual tipo de intervenção acústica o áudio 13 recebeu?					
a Isolamento		b Condicionamento		c Nenhum	
Conforto 1 – Arquit.		Conforto 4 – Arquit.		Design de Interiores	
Início	Final	Início	Final	Início	Final
25. Qual tipo de intervenção acústica o áudio 14 recebeu?					
a Isolamento		b Cond.		c Os dois	
Conforto 1 – Arquit.		Conforto 4 – Arquit.		Design de Interiores	
Início	Final	Início	Final	Início	Final

6. CONCLUSÃO

Dentro do universo analisado de estudantes, nota-se considerável evolução na percepção da qualidade acústica dos ambientes construídos durante os períodos dos cursos analisados na maioria das respostas. No que tange à compreensão do som, nota-se sensível melhora na maioria dos grupos de alunos. Entretanto, no que se refere à classificação de um som influenciado pelas características de um ambiente, ainda há dúvidas na interpretação do ruído entre todos, com maior número de acertos vindo dos grupos de alunos de Arquitetura. O curso de Design de Interiores, mais voltado ao desenvolvimento de sistemas de absorção, difusão acústicos e design de produtos não incita o despertar a projetos específicos de ambientes internos relacionados ao design universal. Já no curso de Arquitetura e Urbanismo, como foi possível notar no bloco de perguntas referentes ao reconhecimento de frequências, o amadurecimento na compreensão entre todas as turmas foi maior. No bloco de questões relacionado à clareza do som reproduzido por palavra falada, percebe-se o amadurecimento da turma de Conforto 4 de Arquitetura, juntamente com a turma de Design de Interiores, porém o mesmo não ocorre com a turma de Conforto 1. O motivo pode estar relacionado ao enfoque dessa disciplina não ser aprofundado unicamente na Acústica Arquitetônica, pois permeia todas as áreas de conforto ambiental de maneira introdutória: térmico, lumínico e acústico. Já no último bloco, referente a isolamento e condicionamento acústicos nos ambientes, percebe-se sensível melhora em algumas questões, com queda de acertos em outras, o que mostra a importância do maior contato dos alunos com conteúdo capaz de esclarecer o processo de “antes e depois” de locais e obras com condicionamento e isolamento acústicos.

Mesmo considerando um universo restrito nesta análise, com apenas 30 estudantes, foi possível perceber a importância da inserção de atividades práticas e a adequação de novas abordagens teóricas capazes de enriquecer o processo de aprendizagem do aluno para incrementar o mercado com profissionais ainda mais capacitados. As atividades descritas na

metodologia deste trabalho, com as devidas adaptações, podem ser transformadas em indicadores de desempenho acadêmico para controle de coordenações de curso, proporcionando maior segurança ao educador no que se refere ao controle e desenvolvimento do conteúdo ministrado aos alunos.

7. REFERÊNCIAS

1. BRANDÃO, E. **Acústica de Salas: Projeto e Modelagem**. 1. ed. São Paulo: Blucher, 2016. ISBN 9788521210061.
2. ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10152:2017** Níveis de Ruído para Conforto Acústico. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.
3. ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12179** – Tratamento acústico em recintos fechados. Rio de Janeiro: ABNT, 1992.
4. SENADO FEDERAL. **Invisível, poluição sonora cresce e se agrava**. Jornal do Senado. Publicação em 19.06.2012. Disponível em: <http://www12.senado.gov.br/jornal/edicoes/2012/06/19/invisivel-poluicao-sonora-cresce-e-se-agrava>. Acesso em: 21 mai. 2017.
5. DUARTE, E. A. C.; VIVEIROS E. B. Acoustic degradation of buildings along historical evolution of architecture: the construction of a timeline. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON ACOUSTICS, 18., 2004, Kyoto. **Proceedings...** Kyoto, 2004.
6. PAIXÃO, Dinara Xavier da. **Caracterização do isolamento acústico de uma parede de alvenaria, utilizando análise estatística de energia (SEA)**. Tese de doutorado, Programa de pós-graduação em engenharia de produção, UFSC. Florianópolis. 2002. 182p.
7. ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS **NBR 15575** – Edifícios Habitacionais. Requisitos Gerais – Desempenho. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.
8. BRASIL, Conselho de Arquitetura e Urbanismo. **RESOLUÇÃO Nº 51, DE 12 DE JULHO DE 2013 – CAU/BR**. Disponível em: <http://www.caubr.gov.br/wpcontent/uploads/2012/07/RES51-2013ATRIB-PRIVATIVAS20-RPO-1.pdf>. Acesso em: 17 jul 2017.
9. DARKE, Jane. **The Primary Generator and the Design Process**. In CROSS, N. (ed.) *Developments in Design Methodology*. Chichester: J. Wiley & Sons, 1984.

10. DEHA - UFAL. **Proposta do programa de pós graduação.** Disponível em:

<http://www.ufal.edu.br/unidadeacademica/fau/posgraduacao/mestrado-em-dinamicas-do-espacohabitado/proposta-do-programa>. Acesso em: 17 jul 2017.

11. JACQUES, P. Berenstein. **Corpografias urbanas.** *Arquitextos*, São Paulo, ano 08, n. 093.07, Vitruvius, fev. 2008. Disponível em:

<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/08.093/165>. Acesso em: 17 jul 2017.

12. VORLÄNDER, Michael. **Auralization: Fundamentals of acoustics, Modelling, Simulation, Algorithms and Acoustic Virtual Reality.** 1. ed. Berlin: Springer, 2008. 335p

13. KANG, J. **Urban Sound Environment**, Taylor & Francis, USA/Canadá, 2007..

14. VALE, M.I.R.; SILVA, M.G. **A metodologia musical de Murray Schafer e sua aplicabilidade em escolas de Educação Básica.** In: Educação, Batatais, v. 7, n. 3, p. 81-101, jan./jun. 2017.

15. SCHAFER, R. Murray. **O ouvido pensante.** Trad. Marisa Trench de Oliveira Fonterrada. São Paulo: Editora UNESP, 1991.

16. SCHAFER, R. Murray. **A afinação do mundo.** São Paulo, Editora da UNESP, 1997.

