

# Parâmetros Empíricos que Garantam a Inclusão da Discussão Acústica no Projeto e Gestão de Espaços Escolares

J. G. Querido<sup>a</sup> and C. A. A. Capasso<sup>b</sup>

<sup>a</sup> *Universidade de Taubaté, Rua Plínio Marcondes Cabral, 40, 12410-410 Pindamonhangaba - SP, Brasil, [querido@iconet.com.br](mailto:querido@iconet.com.br)*

<sup>b</sup> *Universidade Santa Cecília e Prefeitura da Estância Balneária de Praia Grande, Rua das Antilhas, 1246, 11702-160, Praia Grande - SP, Brasil, [cesarcapasso@unisanta.br](mailto:cesarcapasso@unisanta.br)*

**RESUMO:** Este trabalho é parte integrante de pesquisa em andamento cuja meta principal é abordar o desenvolvimento de metodologias que visam à inclusão da discussão acústica na elaboração dos projetos e na gestão de edifícios escolares. O assunto tratado na pesquisa está inserido dentro do Conforto Ambiental e focado dentro da Acústica Arquitetônica. O tratamento sistêmico garante a abordagem ambiental do tema estudando ensino e condições de saúde no trabalho; assim são levantadas as necessidades funcionais dos espaços posteriormente confrontadas com a realidade. Apresenta-se parte da metodologia de avaliação de impactos acústicos em estudo, que levanta e qualifica o desempenho de salas de aula de uma Faculdade por intermédio de um questionário respondido por seus alunos, que fornecem parâmetros empíricos para a tomada de decisões.

**ABSTRACT:** This work is an integrant part of a proceeding research wich main goal is to approach the development of methodologies wich seek the acoustic discusion inclusion in elaborating projects and management of scholars buildings. The subject treated at this research is introduced inside the Environment Welfare and focused in the Architetonical Acoustic. The sistemic treatment guarantee the environmental approuch of the subject studing education and health conditions at work.; thus is possible to raise the space functional necessities ulteriorly confronted with reality. We introduce part of the acoustic impact avaliation methodology in study, wich raises and qualifies the classrooms performance at an university through an answered questionnaire by the students, that supplies empirics parameters to reach a decision.

## 1. ARQUITETURA E URBANISMO, PROJETO E GESTÃO AMBIENTAL DO ESPAÇO

### 1.1 Considerações Necessárias ao Entendimento da Proposta

A idéia que move os arquitetos no seu dia a dia é a de síntese, de expressão da realidade técnica e cultural através do espaço construído que abriga funções de toda a espécie.

Assim o arquiteto deve transitar pelo projeto em várias escalas de intervenção, considerando uma série de parâmetros sócio-culturais, históricos, políticos, econômicos, tecnológicos, dimensionais, formais, ambientais, etc...

É importante que ele possa estabelecer com clareza quais os aspectos principais a serem considerados em cada um dos seus projetos.

Será abordado nesta comunicação especificamente a relação do espaço interno de edifícios escolares e a sua função, conforto dos usuários e relação com o meio no qual estão inseridos,



acreditando que neste caso a acústica arquitetônica é um dos parâmetros básicos para a sua elaboração.[1]

No âmbito da graduação em Arquitetura e Urbanismo duas disciplinas se destacam pela relação direta com a Acústica: Conforto Ambiental e Estudos Sociais e Ambientais.[2]

Dentro da gama de Atividades nas quais a Acústica Arquitetônica tem incidência, destacaremos duas: a defesa contra o ruído e o controle de som no recinto.[3]

Atualmente desenvolvem-se metodologias de aplicação multidisciplinar do conceito da Avaliação de Impactos Ambientais (AIA), todas consideram a necessidade da criação de modelos e parâmetros que possam levar à análises eficientes sobre as intervenções antrópicas sobre o meio e sobre a sua gestão – é dentro desta perspectiva maior que se localiza o interesse específico.[4]

Foi desenvolvida uma proposta de questionário que auxilia na análise de espaços evidenciando a existência de problemas relacionados ao conforto ambiental nas suas quatro subdivisões básicas: acústica, ergonomia, iluminação e térmica.

Ele inclui a coleta de dados conjuntos destes quatro segmentos com a finalidade de garantir uma avaliação sistêmica, tão importante na criação de parâmetros ambientais.

Apresentaremos um caso de utilização desta metodologia que leva em consideração parâmetros empíricos de análise num edifício que abriga salas de aula de uma Faculdade.

Ela levanta dados junto aos usuários, qualifica-os por grau de importância, possibilitando uma avaliação preliminar do espaço que indique as medidas mitigadoras dos impactos negativos assim como as que maximizem os positivos.

Em diversas instâncias são admitidas e discutidas a importância e a dificuldade com a qual o arquiteto convive na sistematização e na incorporação dos princípios que regem o desempenho ambiental nos seus projetos.[5]

As decisões projetuais especificamente relacionadas à acústica arquitetônica sempre estiveram presentes nos auditórios, salas teatrais, estúdios de gravação e espaços onde as questões sonoras são indiscutivelmente prioritárias. Nestes casos, pela especificidade, justifica-se a presença de uma assessoria e a contratação de especialistas no ato do projeto, implantação e gestão do espaço.

Porém a utilização de especialistas ou consultores não se justifica em todos os casos, o arquiteto no seu dia a dia deve assumir a obrigação de discutir e incorporar em todos os seus projetos elementos da acústica arquitetônica, defendendo a sua implantação no projeto de forma a garantir a sua qualidade.

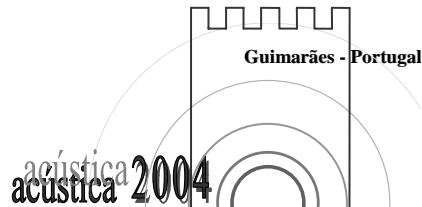
A assimilação dos conceitos da acústica passa, no Brasil, por um processo de afirmação da sua importância junto à comunidade de arquitetos e estudantes.

Este processo, mais do que de convencimento da importância do tema, pois isso já é mais do que certo, passa, pelo fortalecimento da informação e formação técnica na área.[6]

Discussões mais ligadas às questões funcionais e de saúde pública, também são muito discutidas pela Audiologia, Medicina e Engenharia do Trabalho.

A qualidade da comunicação oral no processo de ensino é matéria constante na atuação de Pedagogos e Educadores.

Arquitetos projetam espaços destinados a instituições escolares públicas ou privadas em grande quantidade, é um projeto muito exercitado e discutido em Faculdades de Arquitetura e Urbanismo, porém, a profundidade da discussão não esgota as questões acústicas inerentes ao



tema. Procuramos trabalhar parâmetros de simples obtenção e sistematizados de forma que indiquem uma metodologia clara e baseada em dados representativos da realidade local, que permitam uma análise inicial que identifique problemas acústicos em salas de aula.

A fundamentação de processos pedagógicos deve levar em consideração que algumas condições sejam obedecidas: atenção à mensagem, comportamento de escuta; intensidade da mensagem; intensidade do ruído ambiental; tipo de material de fala empregado pelo falante; co-articulação e fatores suprasegmentais de frequência (“pitch”), tonalidade; sensação de intensidade (“loudness”), audibilidade; fatores temporais, ritmo e velocidade de fala; qualidade vocal do falante – sonoridade, harmonia, articulação, pronúncia e regionalismo.[7] Aplicado com determinada frequência, tal questionário pode fornecer dados para a gestão acústica e manutenção do desejado nível de conforto ambiental dos espaços escolares, gerando a retro-alimentação do sistema decisório dos seus mantenedores, que envolve empiricamente todos os conceitos acima, sem a necessidade da prévia utilização de especialistas em diversas áreas ou equipamentos sofisticados. Estes devem ser acionados na medida em que sejam necessários aprofundamentos das prospecções iniciais ou soluções técnicas para os impactos ambientais previamente identificados pelo sistema de gestão interno à instituição de ensino.

## **2. CARACTERIZAÇÃO DO ESPAÇO ESTUDADO**

### **2.1 Entorno e Espaços Internos**

Abordaremos questões acústicas relacionadas à defesa contra o ruído e controle sonoro sob o ponto de vista do usuário de espaço escolar em ambiente urbano de alta densidade ocupacional e uso do solo misto – tipologia muito comum nas cidades brasileiras.

Quanto à tipologia do edifício estudado; trata-se de prédio inserido em Campus Universitário, com térreo mais seis pavimentos, dos quais serão estudados o quinto e o sexto andares, ocupados por uma das Faculdades. O edifício é em estrutura e lajes de concreto armado pintado, as vedações são em blocos de concreto pintados em tinta Latex, as portas são em madeira encabeçada com visores em vidro, as esquadrias em alumínio e vidro cancelado de espessura 4mm e o piso tem revestimento cerâmico. Na sala de aula o pé direito é de 3,50m, a largura de 9,85m e comprimento de 9,65m. São 65 lugares em 95,05m<sup>2</sup> de área útil e volume total de aproximadamente 333m<sup>3</sup>. O mobiliário compõe-se de móveis em madeira compensada revestida em fórmica brilhante, lousa em fórmica texturizada e um quadro de aviso revestido em feltro. O acesso às salas de aula é feito por um corredor central de pé direito 3,50m, largura 2,75m e comprimento total de 36,65m, tem uma janela em sua extremidade e abriga armários em aço, utilizados pelos alunos e professores.

## **3. METODOLOGIA APLICADA**

### **3.1 Apresentação Inicial do Questionário**

A pesquisa probabilística foi aplicada aos alunos “in loco”, pelo pesquisador que esclarece dúvidas quanto a eventuais palavras técnicas por eles desconhecidas (os significados de Acústica, Ergonomia, Lumínica e Térmica). Cada turma do primeiro ao quinto ano do curso

teve aplicado o questionário em horário de aula normal. Os professores também foram alvo de questionário específico.

As perguntas partem de questões gerais sobre a utilização do espaço, passam a abordar o desempenho quanto ao conforto ambiental das salas de aula, e por fim abordam questões específicas do conforto acústico.

Foram elaboradas de forma que leigos possam respondê-las, bastando a vivência do espaço. Identificam a impressão de cada usuário sobre aspectos do seu desempenho durante a execução das atividades nos espaços e relacionan-as ao conforto ambiental acústico.

## 4. RESULTADOS

### 4.1 Dados Recolhidos Junto ao Questionário Aplicado a Estudantes do Segundo Ano Relativos ao Edifício que Abriga Uma Faculdade

A turma tem um total de 61 alunos matriculados, dos quais 85,25% responderam ao questionário. Apresentaremos parte dos resultados, dada a limitação de espaço.

As Tabelas abaixo são retiradas do item relacionado diretamente ao conforto acústico do espaço das salas de aula. A apreciação dos dados nas tabelas 2, 5, 8, 11 e 17 devem considerar que as porcentagens expressas referem-se ao número de respostas com relação ao número total de alunos que optaram por respondê-las, sendo que alguns destes alunos enumeraram mais de uma alternativa.

Tabela 1 - *Você tem dificuldade em ouvir e/ou compreender as palavras dos professores?*

Em curta distância: até quatro metros.

SIM	17,31%
NÃO	82,69%

Em média distância: acima de quatro metros.

SIM	48,08%
NÃO	51,92%

Tabela 2 - *Em caso de resposta positiva, como você procura superar o problema?*

Pedindo silêncio	15,38%
Sentando próximo ao professor	53,85%
Concentrando-me ao máximo	11,54%
Não faço nada	3,85%
Tento entender a matéria com livros	3,85%
Fechando portas e/ou janelas	3,85%
Tentando ler os lábio do professor	3,85%
Pedindo para o professor falar mais alto	3,85%
Pedindo para o professor repetir	3,85%

Tabela 3 - *Em caso de resposta positiva, consegue resolver a questão?*

SIM	30,77%
NÃO	7,69%

PARCIALMENTE	61,54%
--------------	--------

Obs: Para as duas perguntas acima manifestaram-se 50,00% dos alunos.

Tabela 4 - *Você sente dificuldade em ouvir e/ou entender as frases formuladas pelos outros alunos durante as aulas?*

Em curta distância: num raio de no máximo quatro carteiras.

SIM	21,15%
NÃO	78,85%

Em média distância: num raio acima de quatro carteiras.

SIM	51,92%
NÃO	48,08%

Tabela 5 - *Em caso de resposta positiva, como você procura superar o problema?*

Não procuro	11,54%
Aproximando-me do colega	23,08%
Pedindo para repetir a frase	11,54%
Lendo os lábios do colega	3,85%
Pedindo silêncio na sala	11,54%
Perguntando o que foi dito	19,23%
Pedindo para falar mais alto	19,23%
Sentando no centro da sala	3,85%
Ficando em pé	3,85%

Tabela 6 - *Em caso de resposta positiva, consegue resolver a questão?*

SIM	34,62%
NÃO	11,54%
PARCIALMENTE	53,85%

Obs: Para as duas perguntas acima manifestaram-se 50,00% dos alunos

Tabela 7 - *Você percebe alguma dificuldade por parte dos professores em ouvir suas palavras e/ou compreendê-las?*

Em curta distância: até quatro metros.

SIM	25,00%
NÃO	55,77%

Em média distância: acima de quatro metros.

SIM	55,77%
NÃO	44,23%

Tabela 8 - *Em caso de resposta positiva, como você procura superar o problema?*

Falando mais alto	55,56%
Aproximando-me do professor	11,11%
Pedindo silêncio	14,81%
Melhorando minha dicção	7,41%

Não faço mais perguntas	3,70%
Não procuro	7,41%
Repetindo em tom mais alto	7,41%

Obs: Para a pergunta acima manifestaram-se 50,00% dos alunos.

Tabela 9 - *Em caso de resposta positiva, consegue resolver a questão?*

SIM	42,31%
NÃO	11,54%
PARCIALMENTE	46,15%

Obs: Para a pergunta acima manifestaram-se 51,92% dos alunos.

Tabela 10 - *Há ruídos externos à sala de aula que são percebidos por você durante as atividades didáticas?*

SIM	82,69%
NÃO	15,38%
EM BRANCO	1,92%

Tabela 11 - *Quais são?*

Pessoas falando no corredor	67,44%
Ruídos externos (rua / trânsito / música)	39,53%
Barulho da Quadra Poliesportiva	37,21%
Conversas em outras salas	6,98%
Diversos	2,33%

Obs: Para a pergunta acima manifestaram-se 82,70% dos alunos.

Tabela 12 - *Por favor, classifique o grau de incômodo pelos ruídos externos:*

Não incomoda	21,15%
Incomoda pouco	28,85%
Incomoda mediantemente	28,85%
Incomoda muito	21,15%

Tabela 13 - *Com qual frequência ele (ruído externo) ocorre?*

Nunca	1,92%
Eventualmente	55,77%
Freqüentemente	38,46%
Sempre	3,85%

Tabela 14 - *Em caso de provocar incômodo você procura superar o problema?*

SIM	44,23%
NÃO	55,77%

Tabela 15 - *Em caso de resposta positiva, consegue resolver a questão?*

SIM	21,74%
-----	--------

NÃO	4,35%
PARCIALMENTE	73,91%

Tabela 16 - *Há ruídos internos na sala de aula que são percebidos por você durante as atividades didáticas?*

SIM	71,15%
NÃO	23,08%
EM BRANCO	5,77%

Tabela 17 - *Quais são?*

Conversas paralelas	86,49%
Barulho do ventilador	10,81%
Carteiras sendo arrastadas	16,22%
Barulho de celular tocando	8,11%

Obs: Para as duas perguntas acima manifestaram-se 71,15% dos alunos.

Tabela 18 - *Por favor, classifique o grau de incômodo pelos ruídos internos:*

Não incomoda	26,92%
Incomoda pouco	25,00%
Incomoda mediamente	25,00%
Incomoda muito	23,08%

Tabela 19 - *Com qual frequência ele (ruído interno) ocorre?*

Nunca	15,38%
Eventualmente	34,62%
frequentemente	32,69%
Sempre	17,31%

Tabela 20 - *Em caso de provocar incômodo você procura superar o problema?*

SIM	42,11%
NÃO	57,89%

Tabela 21 - *Em caso de resposta positiva, você consegue resolver a questão?*

SIM	25,00%
NÃO	18,75%
PARCIALMENTE	56,25%

## 5. CONCLUSÕES

### 5.1 Análise dos Dados

Os usuários da sala tem dificuldade em ouvir e/ou compreender as palavras dos professores e dos colegas; beiram os 20% para curta e 50% para a média distância. Para ambos os casos

50% dos entrevistados manifestaram ações no sentido de tentar superar o problema; aproximar-se do professor ou do colega é a mais comum delas. Destes, afirmam não conseguir superá-lo aproximadamente 8% dos alunos com relação ao professor e 12% quanto ao colega. A mais comum das respostas é a superação parcial da questão; é marcante a soma das respostas que indicam a não resolução e a parcial, que chegam para ambos os casos em aproximadamente de 65 a 70% do total de alunos da sala.

Situação similar é descrita quanto à percepção do aluno de dificuldades do entendimento de suas palavras pelos professores. Em curta distância 25% afirmam senti-la e em média distância 55%. “Falar mais alto” é a ação mais freqüente na tentativa de superar o problema. Afirmam resolvê-lo 42% dos alunos que tentam superá-lo, enquanto 11% afirmam que não. Lembramos que a dimensão máxima da sala de aula é 9,85m – e que as perguntas estabelecem os 4,0m como limite entre a curta e média distâncias.

Quanto a ruídos de fundo, tanto internos quanto externos são identificados pela grande maioria (respectivamente entre 70 e 80%), sendo que os alunos dividem-se praticamente ao meio entre os que procuram superá-los e os que não procuram. Destes, entre 25 e 20% afirmam superar o incômodo causado. Para ambos os casos praticamente 50% dos alunos consideram graus médios ou altos de incômodo. As freqüências também são significativas.

Concluimos que a ampliação da prospecção acústica do ambiente é necessária, deve-se passar a utilizar medições, ensaios e análises relacionadas tanto ao controle de som no ambiente quanto ao isolamento sonoro.

## 6. REFERÊNCIAS

- 
- [1] B. Seep; *Acústica das Salas de Aula. Revista acústica e vibrações n<sup>o</sup>29*. Florianópolis, Brasil, Julho, 2.002.
  - [2] Ministério da Educação e Cultura. *Portaria N<sup>o</sup> 1.770*. Brasília, Brasil, Dezembro, 1.994.
  - [3] C. S. de Marco; *Elementos da Acústica Arquitetônica*. Ed. Nobel, São Paulo, 1.982.
  - [4] L. R. Tommasi; *Estudo de impacto Ambiental*. Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo, 1.994.
  - [5] F. Pereira, O. Ruttkay e L. Bittencourt; *Contribuição da ABEA para a Implantação de Laboratórios em Faculdades de Arquitetura e Urbanismo*. Santa Catarina, Brasil, Outubro, 1.999.
  - [6] F. Pereira, O. Ruttkay e L. Bittencourt; *Contribuição da ABEA para a Implantação de Laboratórios em Faculdades de Arquitetura e Urbanismo*. Santa Catarina, Brasil, Outubro, 1.999.
  - [7] I. C. P. Russo; *Revista acústica e vibrações n<sup>o</sup>16*. Florianópolis, Brasil, Dezembro 1.995.