



## **O CONFORTO ACÚSTICO NO UNILESTEMG – ENSINO PELA EXPERIMENTAÇÃO**

**GARCIA, DANIELLY B.**

Laboratório de Conforto Ambiental – LACAM. Centro Universitário do Leste de Minas Gerais – UNILESTEMG. Av. Presidente Tancredo de Almeida Neves, 3500. Bairro Universitário. Coronel Fabriciano – MG. (31) 3846 7965. E-mail: [danielly\\_garcia@yahoo.com.br](mailto:danielly_garcia@yahoo.com.br)

### **RESUMO**

Este trabalho trata da metodologia do ensino de acústica utilizada no curso de arquitetura do UnilesteMG, tendo em vista os novos currículos dos cursos de arquitetura, que não possuem disciplinas de matemática e física. O trabalho realizado no UnilesteMG visa o aprendizado do aluno a partir de práticas de objetos sonoros, experimentação de materiais, que em muitos casos precedem a teoria ou até mesmo saltam etapas no aprendizado. Espera-se com este trabalho que o ensino de acústica e até mesmo de conforto ambiental não seja somente um amontoado de teorias e formulações, mas que, através do contato próximo com formas, materiais e posicionamentos, os arquitetos que se formarão possam projetar pensando em acústica desde a implantação do edifício, e não agregando a questão do ruído e condicionamento acústico como projeto complementar.

### **ABSTRACT**

This essay is about the teaching methodology of the acoustic course that takes place at the architecture school of UnilesteMG University in Minas Gerais, Brazil, from the point of view of the new architecture school curriculums which do not show traditional subjects such as mathematics or physics. This new approach which is the one used in UnilesteMG University intends to direct the learning process of the students parting from the practice with sound objects or the experimentation of new materials preceding, in many opportunities, the theoretical approaches and/or even skipping some degrees of the traditional learning process. The objective of this new methodology is to free the students from learning just a large sum of theories or formulations about environmental comfort, but to make sure that they have a very close contact with new forms, materials and even new design methods so that the new graduated architects could design their buildings, from the very beginning, with the acoustic concept always in their minds and not only bringing some noise issues later on in the design or construction process just as an eventual or complementary project.

### **1. INTRODUÇÃO**

De acordo com GRILLO (1994), a reforma curricular dos cursos de arquitetura em 1930, que contemplou a inserção de disciplinas provenientes das engenharias, voltou o conhecimento do arquiteto para questões tecnológicas. Entretanto estas disciplinas passaram a serem lecionadas tal como nos cursos de engenharia e não com uma visão voltada para a arquitetura em decisões projetuais. Recentemente uma nova reforma curricular classificou os cursos de arquitetura e urbanismo como

Ciências Sociais Aplicadas e não mais em Ciências Exatas, reduzindo a carga horária de disciplinas das engenharias e tecnologia.

A partir de então, o estudo e ensino de disciplinas da área de tecnologia em escolas de arquitetura enfrenta resistências junto às novas grades curriculares, onde disciplinas de matemática e física foram abolidas. Assim como as disciplinas que derivam da engenharia, a acústica é muitas vezes vista como mais uma disciplina que exige conhecimentos profundos de cálculo e é tratada como complementar ou secundária. Disciplinas de conforto ambiental, sejam térmica, acústica ou lumínica, são específicas aos estudantes de arquitetura e têm o seu aprendizado prejudicado pela falta de embasamento e algumas vezes pela incompreensão dos educadores quanto a pouca intimidade do aluno com cálculos e conhecimentos de física. Partindo do pressuposto que a arquitetura envolve questões diversas, acredita-se que a acústica deve preceder o projeto de arquitetura e ser apreendida, num primeiro momento, de forma conceitual, trazendo soluções integradas a outros condicionantes da atividade projetual.

Além disso, os condicionantes ambientais atuais necessitam de soluções arquitetônicas que se baseiem em princípios de isolamento sonoro e condicionamento acústico. A concepção do projeto deve contemplar situações que minimizem a questão do ruído em edificações. As cidades estão cada vez mais “ruidosas”, demandando decisões dos arquitetos que minimizem a situação tornando as edificações e a própria cidade ambientes menos estressante quanto ao ruído.

## **2. CONTEÚDO**

O ensino de conforto ambiental no curso de arquitetura e urbanismo do UnilesteMG inicia-se no primeiro período e consolida-se no sexto período. Uma disciplina de fundamentação em tecnologia de arquitetura e urbanismo introduz as disciplinas de tecnologias que serão cursadas, contemplando também a questão do conforto ambiental através de experimentações que envolvem situações de conforto e desconforto térmico, formas de manipulação da luz, umidade e som. O conforto higrotérmico e lumínico é tratado no segundo e quarto períodos respectivamente e no sexto período a disciplina de Conforto Ambiental III – Som é ministrada.

O conceito que rege todo o curso de arquitetura do UnilesteMG parte de disciplinas de tecnologia e teoria de arquitetura que apóiam as disciplinas de projeto através de trabalhos complementares, de forma que o conteúdo daquelas disciplinas seja aplicado no projeto em desenvolvimento. Desta forma os alunos percebem a aplicabilidade dos conceitos das disciplinas de tecnologia e teoria da arquitetura no projeto arquitetônico.

O primeiro trabalho desenvolvido trata do estudo de “objetos sonoros”. O resultado é a modificação do som tornando ambientes silenciosos, livres de reverberação, com som amplificado ou direcionado. O objetivo deste trabalho é o entendimento e a diferenciação entre materiais de isolamento, de absorção, de amortecimento do ruído de impacto, de reflexão, além de aliar as propriedades dos materiais às formas que direcionem, difundem ou amplifiquem do som. Cada grupo deve desenvolver um objeto para modificação do som e os testes são feitos através do medidor de pressão sonora e da fonte sonora (ruído rosa ou tom puro em 1000Hz), dependendo da modificação. Estes grupos trabalham objetos que isolem o ruído aéreo, amortecem o ruído de impacto, direcionem o som, absorvam a reverberação ou reflexão excessiva e que amplifiquem o som. A partir daí as analogias são naturalmente feitas em cada situação.

O grupo que trabalha o isolamento do ruído aéreo, precisa identificar materiais que reflitam o ruído externo, como uma barreira de ruído ambiental, possuam massa para isolamento ou componentes que se comportem como massa-mola-massa, além de um elemento que permita visibilidade para a medição da diferença de níveis sonoros, sem se tornar um ponto frágil no isolamento sonoro (Fig. 1 e 2). O primeiro equívoco é a utilização de elementos absorventes, como espuma para isolamento. Com os testes, fica claro quais são os elementos adequados para o isolamento sonoro, além da importância de uma montagem perfeita para evitar a ocorrência de flancos, pontos de escapes do som. Na figura 1 é apresentado um elemento de isolamento, composto de papel alumínio externamente, madeirite+espuma de pouca densidade+madeirite e na parte do visor um vidro duplo com sílica gel

entre os vidros. O objeto da figura 2 é uma caixa de madeira + serragem + madeirite com menor espessura.



**Figuras 1 e 2 – Objetos de isolamento do ruído aéreo.**

É importante notar o empenho na criação de objetos com pouca massa, através de paredes formadas de painéis finos e rígidos, preenchidos internamente com materiais absorventes. Na verdade o desenvolvimento de materiais de pouca massa e alto desempenho de isolamento sonoro vêm sendo apresentado no mercado através de sistemas de gesso acartonado, painéis de PVC e lã de rocha, entre outros. A criação do micro-ambiente, através do objeto de isolamento sonoro observado nas figuras 1 e 2, repercute no projeto de arquitetura popular desenvolvido na disciplina de projeto do mesmo semestre. Os alunos buscam soluções alternativas e de menor custo para “vedar” as habitações que estão expostas ao ruído.

No grupo que trabalha a absorção sonora, o primeiro conceito a ser aprendido pelos alunos é que o trabalho de absorção visa à inteligibilidade do som gerado em um ambiente para os ouvintes do mesmo ambiente. Ou seja, o principal objetivo é reduzir as reflexões múltiplas ocorridas devido à reflexibilidade dos materiais e ao paralelismo destas superfícies. O trabalho resulta, normalmente, na analogia da câmara anecóica (Fig.3) – uma forma simples de se conceber um espaço “surdo” – ou aos atenuadores utilizados em grupos geradores (Fig. 4).



**Figuras 3 e 4 – Objetos de absorção sonora.**

Mas o principal desafio deste grupo é a pesquisa de materiais alternativos que tenham o desempenho absorvente de materiais industrializados. A importância deste e de outros objetos é desmistificar o tratamento acústico como algo oneroso ao projeto. Como o UnilesteMG está inserido em uma região de clima muito quente e úmido – o Vale do Aço – existe uma tendência clara em buscar soluções que permitam a ventilação natural (Fig. 3). O trabalho da figura 3 foi montado como uma caixa de madeira e espumas finas e projetadas para o interior da caixa, assim como um ambiente interno. O elemento da

figura 4 apresenta um atenuador sonoro formado com aletas de espuma que revestem placas de madeira.

Os objetos que visam o direcionamento e amplificação do som são quase complementares. A função principal destes é o entendimento dos materiais e formas que refletem o som e o concentrem em um ponto específico ou que difundem o som. O material utilizado tanto para difundir quanto para direcionar, deve funcionar como a lógica oposta da absorção, enquanto esta absorve as ondas, os outros dois devem refletir. O objeto direcionador capta o som e o direciona para um ponto específico que não necessariamente é linear a este, como mostrado nas figuras 5 e 6. O óbvio, como direcionar o som de um elemento convexo para o centro do círculo originário, deve ser evitado. O objeto mostrado na figuras 5 e 6 é um direcionador do som onde este entra por um orifício que está a 90 graus da saída do mesmo. É uma esfera em isopor conectada a um cone e revestida internamente com papel alumínio. Elementos como o papelão côncavo e convexo é utilizado para direcionar o som para o tubo de PVC. Apesar da superfície obtida com o papel alumínio não ser totalmente lisa e reflexiva - o que ocorre principalmente pela dificuldade de execução do revestimento em alumínio - a utilização deste material conjugado com as formas esféricas, calotas côncavas e convexas e o tubo de PVC - como tubo reverberante - atendeu ao requisito de direcionador do som.



**Figuras 5 e 6 – Objetos direcionadores do som.**



**Figuras 7 e 8 – Objetos amortecedores de impacto.**

No objeto de isolamento do ruído do impacto é necessário que além do próprio objeto, a fonte impactante seja também confeccionada. O objeto possui a peculiaridade de possuir resultado percebido através de comparações, entre elementos que amortecem mais ou menos o ruído de impacto e de derrubar alguns “pré-conceitos” como aumento de massa para reduzir o ruído de impacto. Para isso os alunos simulam algumas situações de piso, cobertura e através de bolinhas de gude, ou pesos que simulam o grau de amortecimento. Este objeto é importante para mostrar o efeito de uma solução regional utilizada para o isolamento do ruído de impacto que é a laje dupla com preenchimento de restos de carvão. A conclusão dos alunos é clara sobre o desempenho deste elemento: não funciona



como amortecedor, mas como isolante de ruído aéreo. No objeto da figura 7 criou-se uma fonte sonora que é um peso de chumbo que cai sobre os diversos tipos de placas, como madeira simples, madeira revestida com uma camada de borracha, camada dupla de madeira com carvão moído entre duas placas. Já o objeto da figura 8 é inspirado no jogo de “pinball”, onde uma bolinha de gude é inserida na caixa através de tubos de PVC e esta se choca com elementos diferenciados. Cada elemento simula situações cotidianas como: piso elevado em madeira com e sem borracha por trás, piso simples, telha metálica pura e telha metálica sanduíche, piso emborrachado e cobertura jardim ou cobertura de argila.

Para este primeiro trabalho os alunos utilizam os “pré-conceitos” de acústica e o conceito de nível de pressão sonora, como a não linearidade na queda dos níveis de pressão sonora e os efeitos do mesmo no ser humano. As simulações são aliadas à pesquisa de formas e materiais que possam ser utilizados e funcionam como ferramentas para o aprendizado de conceitos básicos de acústica. A partir daí a teoria da acústica aplicada às edificações começa a ser apresentada em sala de aula.

Ao final do curso, já com o domínio de isolamento sonoro, níveis de critérios de ruído aceitáveis de acordo com normas brasileiras como a NBR 10151 e 10152, outro trabalho prático de aplicação junto à disciplina de projeto é realizado através de protótipos. Numa primeira etapa os alunos fazem um zoneamento sonoro da área de abrangência do projeto proposto no semestre. Este zoneamento é feito pela estimativa e medição de algumas fontes principais in loco e a relação da redução dos níveis de pressão sonora com a distância e o resultado de mais de uma fonte em um ponto específico. É feita uma discretização do terreno e calculado os níveis nos nós, desconsiderando barreiras existentes.

Um ambiente do projeto é utilizado como modelo para o protótipo. O objetivo é conseguir um isolamento sonoro além de ventilação e insolação adequadas, que atenda à NBR 10152 e que utilize materiais alternativos. O nível sonoro externo utilizado é o calculado no zoneamento para o ponto do ambiente em questão. Cada grupo se encarrega de um componente de vedação e as interfaces dos mesmos devem ser bem resolvidas para que o isolamento previsto por um grupo não seja prejudicado pelo outro. Os resultados são alternativas de vedação, esquadrias e portas, utilizando materiais de baixo custo e que atendam aos requisitos mínimos de conforto acústico. As figuras 9 e 10 apresentam a vedação desenvolvida com parede em caixas de leite, preenchidas com raspa de pneu e revestida com papel cartão e cola de outdoor, janela feita em tela e saquinhos preenchidos com água, brises revestidos de materiais absorventes e porta feita de taboa, bambu e EVA.



**Figuras 9 e 10 – Vedações alternativas para isolamento sonoro.**

### **3. CONCLUSÕES**

A experiência que está sendo aplicada à disciplina de acústica no Curso de Arquitetura e Urbanismo do UnilesteMG, vêm trazendo para os alunos a própria vivência de situações de incômodo gerado pelo ruído e a busca de soluções que independem de uma especialização profunda em acústica. A importância deste trabalho é conscientizar os alunos, futuros arquitetos e urbanistas, que a acústica faz parte do projeto desde o partido arquitetônico, escolha de materiais, disposição de ambientes em

planta. Através desta conscientização podem resolver questões simples e problemas cada vez mais comuns, que não existiriam se o arquiteto pensasse na exposição ao ruído ao projetar uma edificação ou um novo espaço.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Acústica – Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade*.2000. (NBR – 10151).

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Níveis de ruído para o conforto acústico*. 1987. (NBR – 10152).

GRILLO, Antônio Carlos. O ensino das estruturas para estudantes de arquitetura – considerações a partir da disciplina de sistemas estruturais. Belo Horizonte: PUC MG, *Cadernos de Arquitetura e Urbanismo*, n.1, 1994.