



6 a 8 de outubro de 2010 - Canela RS

**ENTAC 2010**

XIII Encontro Nacional de Tecnologia  
do Ambiente Construído

## **AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES ACÚSTICAS DA ALA ADMINISTRATIVA E DE GABINETES DE UMA UNIDADE ACADÊMICA NUMA IFES**

**Júlia Barros Valadão (1); Antônio Cleber Gonçalves Tibiriçá (2)**

(1) Departamento de Engenharia Civil – Universidade Federal de Viçosa, Brasil –  
e-mail: juliavaladao@yahoo.com.br

(2) Departamento de Arquitetura e Urbanismo – Universidade Federal de Viçosa, Brasil –  
e-mail: tibirica@ufv.br

### **RESUMO**

As decisões de projeto, os processos e os materiais utilizados na construção de edifícios acadêmicos são aspectos relevantes ao comportamento de edifícios em uso, notadamente, aqueles destinados às atividades de ensino, o que demonstra a necessidade de se realizarem pesquisas cujo objeto seja o ambiente acadêmico. Nesse sentido, o presente trabalho objetivou analisar as condições acústicas existentes numa área destinada às atividades administrativas e de pesquisas numa Instituição Federal de Ensino Superior – IFES. Para tanto, foram identificadas as características construtivas do local, e, posteriormente, realizadas medições acústicas que determinaram as isofons e o nível de pressão sonora equivalente – LAeq – o que possibilitou um exame do desempenho acústico e do seu impacto nas condições de conforto auditivo dos ambientes objetos do estudo. Constatou-se, assim, que o edifício não apresenta boas condições de audibilidade e inteligibilidade, o que dificulta a comunicação e o entendimento entre as pessoas, podendo-se propor, então, alterações e correções que visam melhorar as aludidas condições acústicas, reduzindo as necessidades de adaptações dos usuários. Dessa forma, as conclusões formuladas auxiliarão na elaboração de projetos e no desenvolvimento de soluções construtivas mais apropriadas, tecnologicamente, para ambientes construídos em condições similares.

Palavras-chave: conforto acústico; avaliação acústica pós-ocupação; condicionamento acústico.

## **1 INTRODUÇÃO**

Segundo Vianna (2005), conforto é o estado mental que expressa a satisfação do homem com o ambiente que o circunda para a realização de uma determinada tarefa, seja ele acústico, térmico ou lumínico. Esta sensação de conforto é subjetiva e varia para cada pessoa de acordo, principalmente, com a faixa etária, gênero e aspectos culturais. O corpo humano interpreta essa relação com o meio ao qual estão inseridos através de estímulos que são transformados em sensações, que posteriormente geram a sensação de bem-estar ou não ao indivíduo, sensação de conforto.

Sendo assim, a arquitetura desempenha um importante papel ao possibilitar a sensação de conforto aos usuários através da concepção de edificações que produzam uma boa integração e relação do homem com o meio que se encontram através do uso e emprego de materiais construtivos que minimizem os efeitos gerados pelo meio externo e/ou interno.

Em alguns casos, de acordo com a finalidade da edificação, será necessário o tratamento acústico do recinto. É o processo pelo qual se procura dar a um recinto condições que permitam a boa audição às pessoas presentes neste recinto ou finalidade a que se destina. Este tratamento compreende o isolamento e o condicionamento acústico.

Com o isolamento acústico procura-se evitar a penetração ou a saída de ruídos ou sons, em um determinado recinto. Compreende a proteção contra ruídos ou sons aéreos e ruídos ou sons de impacto. Já o condicionamento acústico busca-se garantir em um recinto o tempo ótimo de reverberações e, se for o caso, também a boa distribuição do som (ABNT:NBR 12179/1992).

O som pode ser definido como toda e qualquer vibração ou onda mecânica que se propaga num meio dotado de forças internas (elástico, viscoso), capaz de produzir uma sensação auditiva (ABNT:NBR 12179/1992).

Conforme COSTA, 2003, a energia que compõem o som pode ser restituída ao meio de duas formas: cede parte da sua quantidade de movimento, energia, a um obstáculo, o qual entra em vibração; e, transforma o restante da energia sonora em calor, devido ao meio ao qual se propaga. A onda longitudinal de pressão, ocasionada pela fonte sonora, toma o nome de onda sonora, e pode ser distinguida pela altura, timbre e intensidade. A altura se relaciona com a sequência das vibrações sonoras, isto é, com a frequência do som e nos diz se um som é agudo ou grave. O timbre se relaciona com a composição harmônica da onda sonora, ou seja, sua forma. A intensidade do som diz respeito à amplitude da onda sonora, que caracteriza a variação de pressão do meio em que se verifica a sua propagação, medida em potência sonora, propagada por unidade de superfície, chamada de intensidade energética.

A frequência é o número de vibrações completas executadas por uma onda sonora em um segundo, em Hertz (Hz). A faixa de frequência correspondente as ondas ou vibrações normalmente audíveis pelo homem está compreendida entre 15 a 20.000 Hertz.

O tempo de reverberação é o tempo necessário para que um som deixe de ser ouvido, após a extinção da fonte sonora, expresso em segundos. É medido como o tempo necessário para que o som sofra um decréscimo de intensidade de 60dB. Já o tempo ótimo de reverberação é o tempo de reverberação considerado ótimo para um determinado recinto e determinada atividade, expresso em segundos.

O ruído é definido como toda mistura de sons cujas frequências não seguem nenhuma lei precisa, e que diferem entre si por valores imperceptíveis ao ouvido humano. É todo som indesejado. É aéreo quando é produzido e transmitido através do ar, tais como buzinas, alto-falantes, vozes; e de impacto quando é produzido por percussão sobre um corpo sólido e transmitido através do ar, como queda de objetos, ruídos de passos, marteladas, instrumentos de percussão.

## **2 OBJETIVO**

O objetivo deste artigo é avaliar as condições acústicas existentes num edifício destinado a atividades administrativas e de pesquisas numa IFES.

## **3 METODOLOGIA**

### **3.1 Métodos de pesquisa utilizados**

Utilizou-se métodos exploratórios através de observações, levantamentos de campo e de arquivos do

edifício, tais como as plantas dos diversos projetos, caderno de encargos e planilha de orçamentos, com o objetivo de identificar, em linhas gerais, como os espaços se organizam fisicamente, sob que tipo de partido arquitetônico foi estruturado a edificação, além de se obter quais foram os materiais empregados.

O método de observação consistiu na avaliação visual do ambiente construído, e possibilitaram identificar a intensidade de uso dos espaços, bem como os traços físicos que indicam como os usuários e funcionários se manifestam. Permitiram avaliar o desempenho físico dos ambientes selecionados (walkthrough), fornecendo além de dados técnico-construtivos, dados das atividades dos usuários e as relações necessárias para suportar essas atividades, as regularidades de comportamento, os usos esperados, novos usos e mau uso dos espaços, bem como as oportunidades e restrições de usos propiciados pelo ambiente.

Por conseguinte, o método quantitativo foi aplicado através da realização de medições acústicas dos ambientes, em que os dados coletados serviram como base de cálculo para verificar quais são as condições ambientais em que os usuários do edifício se encontram.

A análise dos dados foi feita de acordo com o especificado na ABNT:NBR 10151 – Acústica: Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade – Procedimento, ABNT:NBR 10152 – Níveis de ruído para conforto acústico e ABNT:NBR 12179 – Tratamento acústico em recintos fechados.

Para a análise do edifício, foram escolhidos quatro gabinetes de professores, em orientações opostas dentro do edifício, e o *hall* de circulação e secretaria. Os gabinetes, de uma forma geral, são os ambientes de maior utilização e permanência dos professores, e o *hall*, além de circulação, funciona como concentrador de pessoas.

### **3.2 Objeto de estudo**

O edifício em estudo localiza-se em rua perpendicular à avenida principal da instituição, onde o trânsito não é intenso, próximo a dois outros edifícios destinados a pesquisa, um pela lateral direita e outro posterior. Do outro lado da rua funciona uma creche, e pelo lado direito há estacionamento e área gramada.

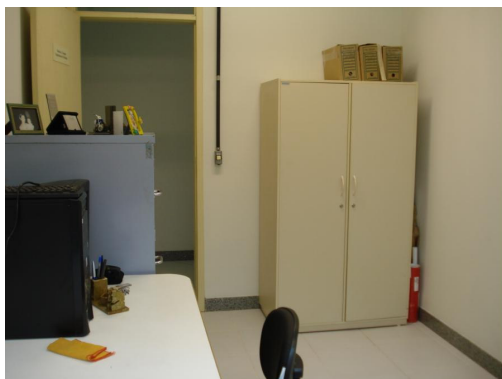
O partido do edifício foi constituído a partir de linhas retas, com volumetria simples e planta racional, buscando aproveitar o terreno disponível, com dois pavimentos. Ao chegar ao primeiro pavimento, pela escada principal, que se situa na lateral direita do edifício; na lateral oposta têm-se os laboratórios, auditório e o corredor que dá acesso ao interior deste. Este corredor interliga toda a parte interna através de um *hall* principal, que possui átrio central com iluminação zenital e abertura no piso para iluminação do pavimento térreo. Na parte frontal, depois do corredor, há secretaria, sala de pequenas reuniões, dois gabinetes para professores, sala de coordenação de curso, sala para chefia de Departamento, sanitários e depósito.

Pelo lado direito do átrio, há corredor que interliga toda a parte posterior do edifício. Pelo lado esquerdo há sala de computação, os dez gabinetes para professores e a saída de emergência. E pelo lado direito há sala de estudo, sala destinada à pesquisa, laboratório e sanitários.

#### **3.2.1 Materiais utilizados para a construção**

Vários materiais e componentes foram utilizados para a construção da edificação, inseridos em diferentes locais, de acordo com o uso do ambiente. Para a identificação destes foi consultado o caderno de encargos e a planilha orçamentária da obra, bem como o projeto arquitetônico. Entretanto, há discordância entre as especificações dos materiais e os três arquivos consultados. Para tanto, o desenvolvimento do trabalho, foi feito levando em consideração, as especificações de materiais que eram iguais entre os arquivos, e as que são diferentes, foram definidas com base em observações (walkthrough) na edificação, sendo: estrutura em concreto armado, alvenaria em tijolo cerâmico 9 furos de dimensões 120x200x250mm; emboço em argamassa mista de cimento, cal hidratada e areia média ou grossa sem peneirar no traço 1:2:9, espessura 20mm; chapisco com argamassa de cimento e areia no traço 1:3, espessura 5 mm; forro em placas de gesso de 60x60 cm suspenso com arame galvanizado, com juntas no perímetro das paredes; janela de alumínio anodizado na cor prata, perfil série 25; portas tipo prancheta em madeira pintada em tinta PVA cor creme; piso em cerâmica PEI 5,

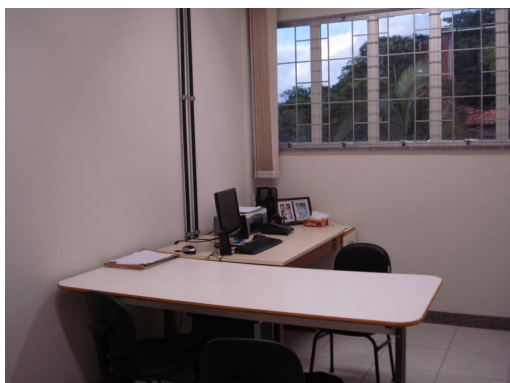
cor branca; vidro cristal fumê liso em portas e janelas, espessura mínima de 4mm; teto e paredes pintados em tinta PVA- latéx cor branco.



(a)



(b)



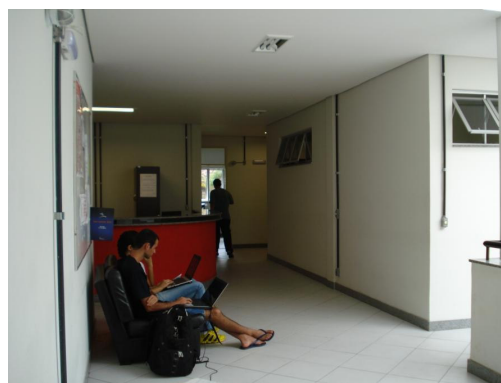
(c)



(d)



(e)



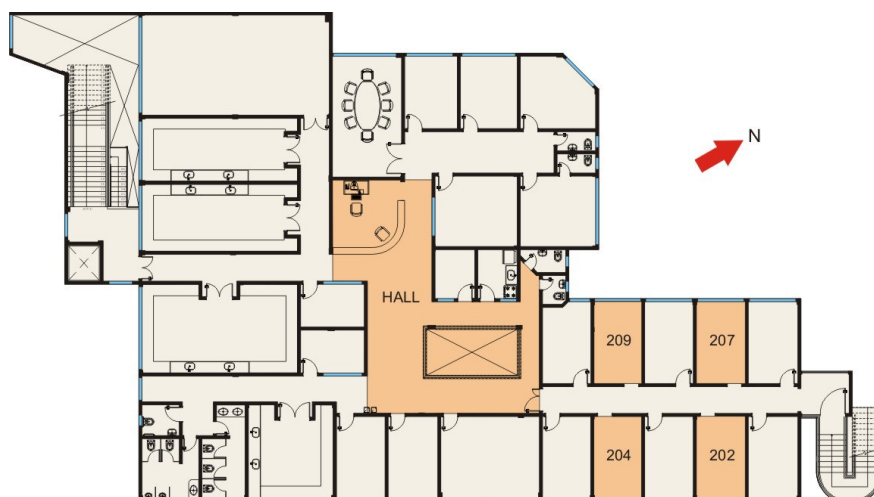
(f)

**Figura 1** – Gabinete 202 (a), 204 (b), 207 (c), 209 (d) e *hall* de circulação e secretaria (e, f)

### 3.3 Delineamento experimental

Para análise, primeiramente definiu-se em quais as áreas seriam realizadas as medições e a partir disso, levantou-se quais os horários de menor trânsito do edifício e uso dos ambientes para a definição e programação das melhores datas para realizar o levantamento. Foram feitas três medições diárias, no período da manhã, tarde e noite, nos dias 11/11/09, 12/11/2009, 16/11/2009, 18/11/2009 e 19/11/2009. Os ambientes escolhidos foram os gabinetes 202, 204, 207, 209 e o *hall* de circulação e secretaria.

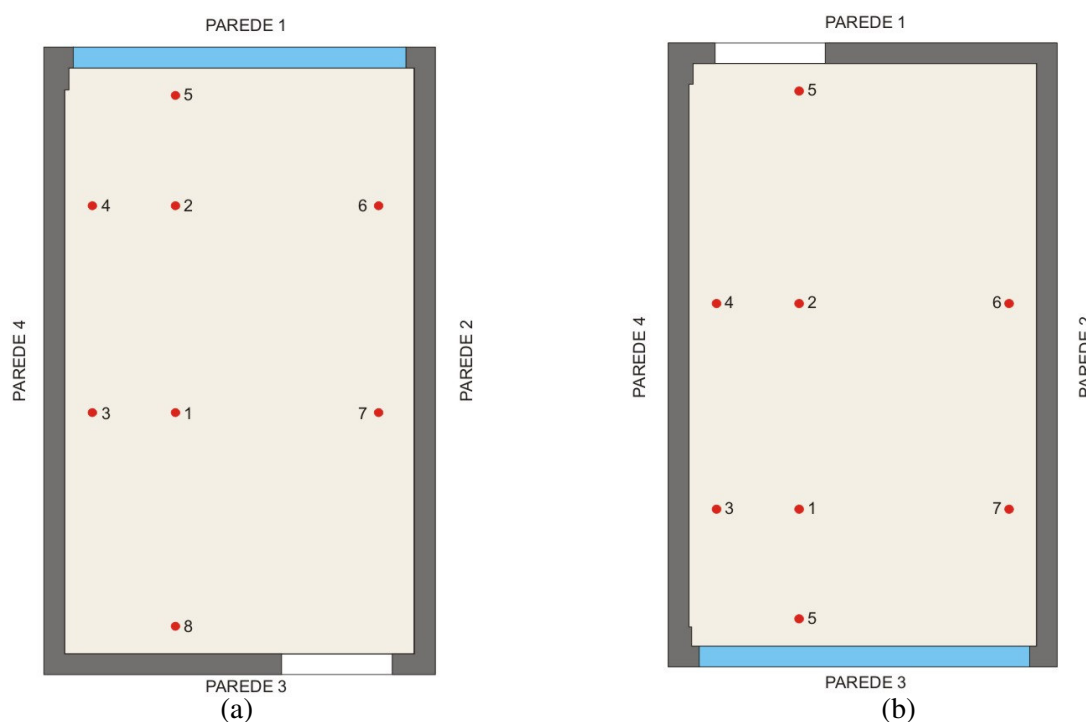
Feito isso, definiu-se uma malha em cada ambiente de acordo com o plano de trabalho e o especificado nas normas técnicas utilizadas como parâmetro.



**Figura 2** – Planta esquemática do pavimento analisado. Detalhe para os ambientes analisados, em laranja.

Para os gabinetes dos professores foram escolhidos dois pontos horizontais, 1 e 2, considerando a altura de trabalho, aproximadamente a 0,75m do piso, e seis pontos verticais, de 3 a 8, que foram traçados nos alinhamentos dos pontos horizontais, originando a malha.

Para o hall de circulação e secretaria foi definido um ponto horizontal, 10, localizado em uma das extremidades da clarabóia, e nove pontos verticais, de 1 a 9.

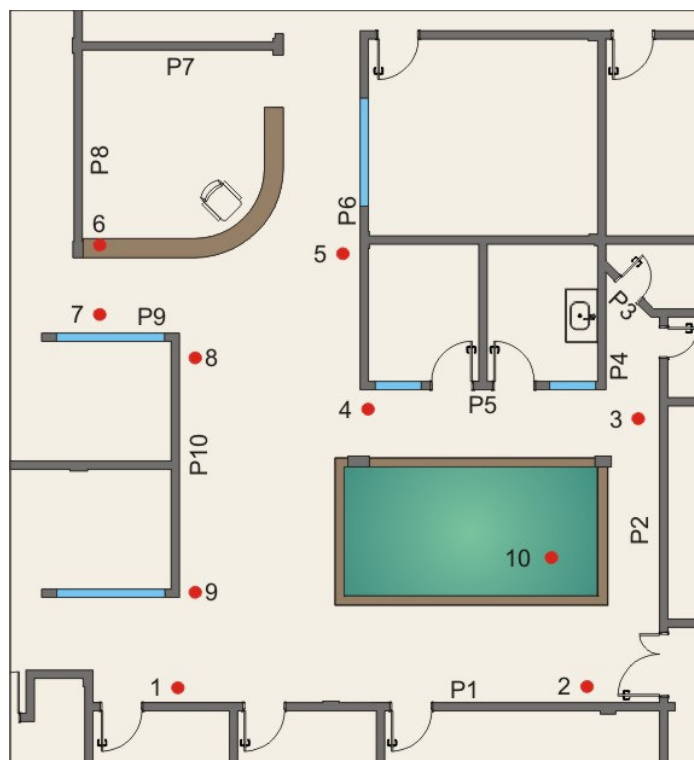


**Figura 3** – Malha de pontos gabinetes 204, 207 e 209 (a) e gabinete 202 (b)

Para as medições acústicas utilizou-se o decibelímetro, Lutron SL-4001, a 1,20 do piso, considerando a altura média do ouvido de uma pessoa sentada. Para cada ponto foi feita três leituras, espaçadas a cada 15 segundos. As condições de medição para os gabinetes foram:

- Portas e janelas abertas, luzes e equipamentos desligados, para o dia;
- Portas e janelas fechadas, luzes e equipamentos desligados, para o dia
- Portas e janelas abertas, luzes ligadas e equipamentos desligados, para a noite.

Somente para o gabinete 207, as medições foram realizadas com o computador ligado, situação encontrada no local, no início das medições.



**Figura 4 – Malha de pontos hall**

Para o *hall* de circulação e secretaria, por motivos de impossibilidade de fechamento de portas e janelas e isolamento do ambiente para o levantamento, devido ao fluxo de pessoas e uso da área, a condição de medição foi apenas de:

- Portas e janelas abertas, e luzes acesas somente no balcão de atendimento, para o dia; e
- Portas e janelas fechadas e luzes acesas, para a noite.

Para a tabulação dos dados acústicos, foram agrupados em uma única planilha eletrônica todos os dados obtidos em todos os dias, filtrados considerando a condição de medição, hora e tipo de céu. Para o descarte de alguns dados discrepantes, foi analisada a interferência que fazia entre as três leituras realizadas, tomando como base de referência o desvio-padrão e a média entre estas. A partir disso calculou-se o nível de pressão sonora equivalente (LAeq) de cada ambiente, e posteriormente, com esses mesmos dados foi retirada a média de cada ponto, para cada condição de medição, para constituírem as isofons.

O tempo de reverberação e as propostas para condicionamento acústico dos ambientes foram feitas a partir do levantamento de arquivos e do local, considerando os materiais de construção utilizados e acabamento das superfícies.

## **4 RESULTADOS, DISCUSSÕES E PROPOSTAS**

### **4.1 Níveis de pressão sonora equivalente (LAeq)**

Considerou-se para análise dos níveis de pressão sonora equivalente dos ambientes, os níveis definidos para conforto, de acordo com a ABNT:NBR 10152, para tipologia de escolas – bibliotecas, salas de música, salas de desenho.

Dessa forma, os níveis de pressão sonora equivalente dos gabinetes dos professores, para o período diurno, para a condição de medição – portas e janelas abertas e equipamentos e luzes desligados, de uma forma geral, ultrapassam os níveis de conforto estabelecidos e os toleráveis.

Para a condição de medição – portas e janelas fechadas e equipamentos e luzes desligados, os níveis de pressão sonora se aproximam dos limites toleráveis pela mesma norma técnica, para os gabinetes 202 e 209. Para os de número 204 e 207, o nível encontra-se acima do estabelecido.

A maior contribuição desfavorável para o período diurno, para o lado Sudeste, gabinetes 202 e 204, é o compressor situado na edificação localizada atrás do edifício em estudo, que funciona de forma intermitente, durante o período diurno e noturno. Para o lado Noroeste, gabinetes 207 e 209, a proximidade com rua e a creche são os maiores perturbadores.

Além disso, os gabinetes situados próximos ao *hall* de circulação e secretaria do edifício, como o 204 e 209 são mais suscetíveis ao desconforto provocado pelos ruídos originados deste local, já que é um ambiente que, além de circulação, funciona como concentrador de pessoas, principalmente de alunos.

Em específico para o gabinete 207, as medições foram realizadas com o computador ligado, o que comprova a discrepância entre os dados obtidos. Com isso, comparando-se os quatro gabinetes, pode-se dizer que para a condição de portas e janelas fechadas, quando os equipamentos eletrônicos estão desligados, os níveis de pressão sonora equivalente se aproximam do nível tolerável. Quando estão ligados, se aproximam muito dos níveis obtidos com a condição de portas e janelas abertas. Sendo assim, percebe-se a influência e alteração do nível de pressão sonora dos ambientes devidos aos computadores, o que é comum para todos os gabinetes.

Para o período noturno, todos os quatro gabinetes encontram-se dentro do limite tolerável.

Já para o *hall* de circulação e secretaria, o nível de pressão sonora equivalente para o período diurno excede muito o máximo tolerável, o que é ocasionado pela geometria do ambiente, já que concentra uma grande quantidade de aberturas para os ambientes adjacentes, possui poucas aberturas para ventilação e muitas superfícies refletoras, o que contribui para o aumento do ruído de fundo. Já no noturno, o mesmo nível encontra-se dentro do limite aceitável.

Apesar de todos os ambientes em análise excederem o permitido para conforto, durante o dia, de acordo com o anexo 1 da NR 15, considerando uma jornada de trabalho de 8 horas diárias, o excesso de ruído não causa dano ou prejuízo à saúde, em que o máximo permitido é de 85 dB(A), para este tempo de exposição, mas causa desconforto e estresse pelo excesso de ruído, e, conseqüentemente, redução de rendimento do trabalho.

**Tabela 1 – Nível de pressão sonora equivalente**

AMBIENTE	LAeq dB(A)		
	PJA	PJF	NOITE
Gabinete 202	50,2	43,8	41,0
Gabinete 204	52,1	46,3	41,1
Gabinete 207	51,6	50,9	41,6
Gabinete 209	51,2	45,0	41,3
Hall	69,2	x	41,8

## 4.2 Condicionamento acústico

O condicionamento acústico dos ambientes foi proposto de acordo com o especificado na ABNT:NBR 12179. Para as propostas de condicionamento foram consideradas as frequências de 500Hz, 1000Hz e 2000Hz, já que as duas primeiras aproximam-se mais das frequências normais de fala humana e a última devido aos ruídos provenientes de fontes externas às edificações, como máquinas e equipamentos diversos. Os coeficientes de absorção sonora considerados para cálculo são os contidos na tabela 2 da ABNT:NBR 12179, e a biblioteca de dados do Acústico 3.0 desenvolvido pela Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo.

A partir do estudo geométrico dos gabinetes percebe-se que possuem forma retangular e superfícies altamente refletoras, o que proporciona muita reflexão das ondas sonoras, e prejudica as condições de audibilidade das mesmas. Este último fato pode ser confirmado através do tempo de reverberação calculado, através da fórmula de Sabine, para cada ambiente, que está acima no tempo de reverberação ótimo, de acordo com o gráfico de Bolt Beranek e Newman.

**Tabela 2 – Tempo de reverberação ótimo e calculado**

AMBIENTE	TEMPO DE REVERBERAÇÃO			
	ÓTIMO	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
Gabinete 202	0,38	1,16	0,89	0,89
Gabinete 204	0,38	1,14	0,87	0,87
Gabinete 207	0,38	1,16	0,89	0,89
Gabinete 209	0,38	1,14	0,87	0,87

A partir disso, foi proposto o condicionamento acústico dos gabinetes, de forma a proporcionar condições ideais de audibilidade e inteligibilidade. Procurou-se manter um mesmo tipo de tratamento entre os ambientes, já que são destinados a um mesmo uso, e pertencerem à mesma edificação. Dessa forma, os tratamentos propostos quanto aos materiais foram iguais, e diferenciam-se somente quanto à área de material empregado, buscando aproximar-se do tempo de reverberação ótimo.

Para as paredes 2 e 4 foi proposto alternância entre superfície refletora pintada e revestimento em chapa leve de lã de madeira, de 25mm, com espaço de 2,4cm, coberta com folha sintética perfurada.

Para a parede 3, parede da janela, para toda a área de alvenaria, peitoril e verga, também, foi proposta a utilização de revestimento em chapa leve de lã de madeira, de 25mm, com espaço de 2,4cm, coberta com folha sintética perfurada. Para a esquadria em alumínio da janela, propriamente dita, não foi proposto isolamento acústico, pois, considerou-se que os ambientes são utilizados com as janelas abertas, para que permitam condições de ventilação natural.

E, por fim, foi proposto para o piso, tapete, com área de 0,96m<sup>2</sup>, de 5mm sobre base de feltro de 5mm. A tabela abaixo apresenta os valores dos coeficientes de absorção de cada material citado.

**Tabela 3 – Materiais utilizados para o condicionamento acústico dos gabinetes**

MATERIAIS	COEFICIENTES DE ABSORÇÃO ( $\alpha$ )		
	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
Chapa leve de lã de madeira, de 25mm, com espaço de 2,4cm, coberta de folha sintética perfurada	0,48	0,44	0,72
Tapete de 5mm sobre base de feltro de 5mm	0,57	0,68	0,81

**Tabela 4 – Tempo de reverberação após condicionamento**

AMBIENTE	TEMPO DE REVERBERAÇÃO [s]			
	ÓTIMO	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
Gabinete 202	0,38	0,39	0,37	0,27
Gabinete 204	0,38	0,38	0,37	0,27
Gabinete 207	0,38	0,39	0,37	0,27
Gabinete 209	0,38	0,40	0,38	0,28

Já para o *hall* de circulação e secretaria, o estudo geométrico indicou que o recinto possui forma de paralelepípedo, com átrio que comunica com o pavimento térreo e fechado com cobertura translúcida sem área para ventilação, muitas portas que dão para ambientes adjacentes e vãos abertos que dão acesso a outros corredores, que são geradores de ruído de fundo, poucas aberturas para ventilação, e muitas superfícies refletoras, o que influencia negativamente nas condições de audibilidade e inteligibilidade do local.

O tempo de reverberação calculado, também, apresentou-se muito acima do tempo de reverberação ótimo, pelo gráfico de Bolt Beranek e Newman.



**Tabela 5** – Tempo de reverberação ótimo e calculado - *Hall*

AMBIENTE	TEMPO DE REVERBERAÇÃO [s]			
	ÓTIMO	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
<i>Hall</i>	0,6	1,15	1,21	1,08

Sendo assim, para o tratamento proposto, procurou-se uniformizar com o proposto para os gabinetes, como forma de manter uma mesma linguagem e comunicação arquitetônica entre todo o edifício.

Para as paredes 7 e 10 foi proposto o revestimento em chapa leve de lã de madeira, de 25mm, com espaço de 2,4cm, coberta com folha sintética perfurada. E, para o teto da secretaria, 27m<sup>2</sup>, onde há forro em gesso, foi proposta a troca do revestimento por chapa de aço perfurado, com 22% de porosidade, com 4,5cm de lã mineral. Os coeficientes de absorção de cada material podem ser verificados de acordo com a tabela abaixo.

**Tabela 6** – Materiais utilizados para o condicionamento acústico do *hall*

MATERIAIS	COEFICIENTES DE ABSORÇÃO ( $\alpha$ )		
	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
Chapa leve de lã de madeira, de 25mm, com espaço de 2,4cm, coberta de folha sintética perfurada	0,48	0,44	0,72
Chapa de aço perfurada, porosidade de 22%, com 4,5cm de lã mineral	0,93	0,86	0,84

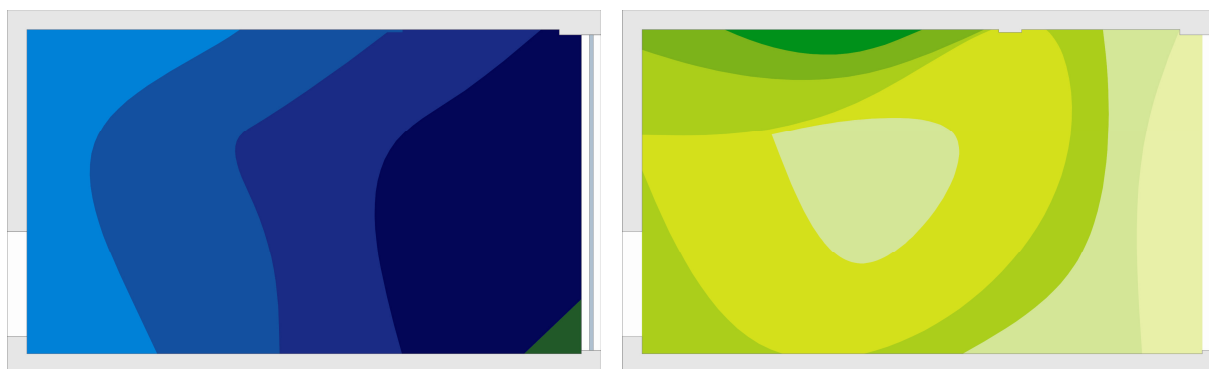
**Tabela 7** – Tempo de reverberação após condicionamento - *Hall*

AMBIENTE	TEMPO DE REVERBERAÇÃO [s]			
	ÓTIMO	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
<i>Hall</i>	0,6	0,6	0,64	0,56

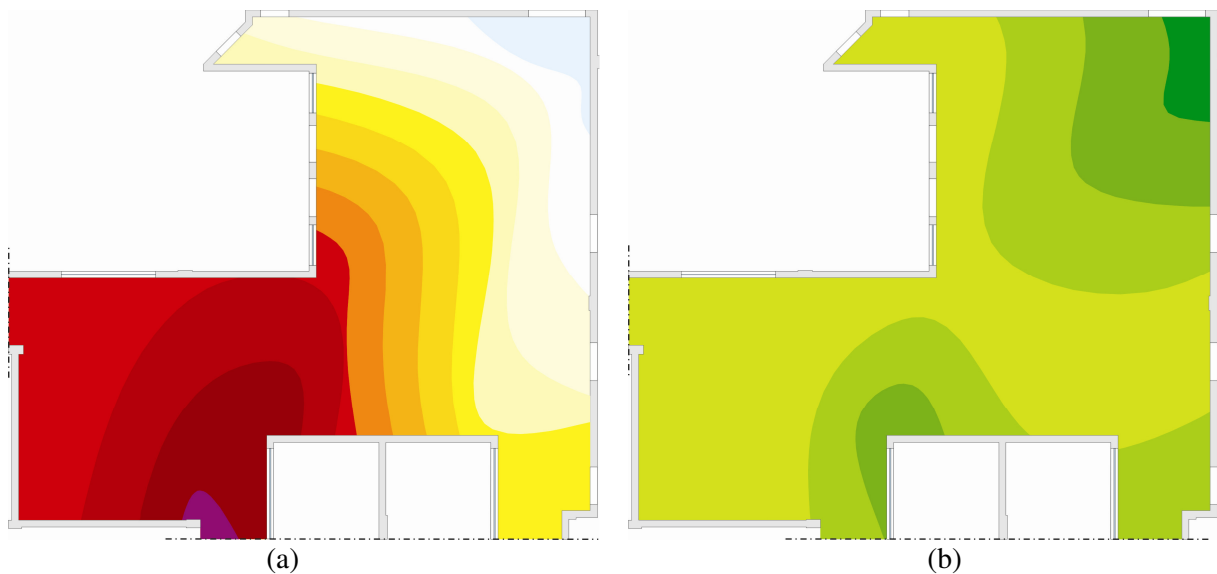
### 4.3 Isofons

Para cada ambiente foram feitas as isofons de cada condição de medição realizada, de acordo com os dados obtidos. Para cada ponto medido foram considerados os mesmos valores utilizados para o cálculo do nível de pressão sonora equivalente (LAeq), que posteriormente, foi retirada a média de cada um desses pontos. Esses valores médios foram utilizados para a confecção das isofons, que, para os gabinetes as condições de medição foram: portas e janelas abertas; portas e janelas fechadas, para o dia e, portas e janelas abertas para a noite. A Figura 5 exemplifica as isofons geradas para cada gabinete.

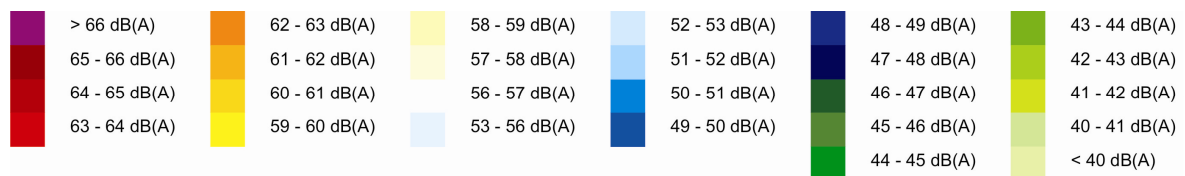
Para o *hall* de circulação e secretaria a isofon gerada para o dia foi para a condição de medição de portas e janelas abertas, e noturna com portas e janelas fechadas (Figura 6).



(a) (b)  
**Figura 5** – Isofons gabinete 209 com portas e janelas abertas. Dia (a) e Noite (b).



**Figura 6** – Isofons hall. Portas e janelas abertas para o dia (a) e portas e janelas fechadas para a noite (b).



**Figura 7** – Legenda das isofons.

## 5 CONCLUSÃO

A partir das análises acústicas realizadas em alguns ambientes da edificação, percebe-se que não houve compatibilização entre as diversas etapas e projetos, ainda em fase de concepção da edificação, e que também não foram priorizadas a variável de conforto acústico.

O conforto ambiental torna-se de fator imprescindível, para esta etapa de projeto, visando a um melhor conforto dos usuários com maior eficiência energética, e de forma que possibilite a realização das tarefas com segurança, evitando-se, assim, adaptações corretivas após a conclusão da obra. Dessa forma, o edifício apresenta carência, quanto à variável analisada. Através dos tempos de reverberação calculados, conclui-se que o edifício não apresenta boas condições de audibilidade e inteligibilidade, acarretando em dificuldade de comunicação e de entendimento entre as pessoas.

A partir disso, as propostas de alterações e correções na edificação descritas no item 4, proporcionariam uma melhoria das condições de conforto acústico encontradas, visando a menores necessidades de adaptações dos usuários.

## 6 REFERÊNCIAS

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

\_\_\_\_\_. **NBR 10152**: Níveis de ruído para conforto acústico. Rio de Janeiro: ABNT, 1987.

\_\_\_\_\_. **NBR 12179**: Tratamento acústico em recintos fechados. Rio de Janeiro: ABNT, 1992.

COSTA, E. C. **Acústica técnica**. São Paulo: Edgard Blücher, 2003.

VIANNA, N. S. **Acústica e arquitetura**. II Seminário de acústica arquitetônica contemporânea. 2005.