

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL**



**AVALIAÇÃO DO CONFORTO ACÚSTICO**  
**DE CONSULTÓRIOS ODONTOLÓGICOS**

**Adriana Aparecida Carneiro Rosa**

**Campinas - SP**

**2003**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL**

**AVALIAÇÃO DO CONFORTO ACÚSTICO**  
**DE CONSULTÓRIOS ODONTOLÓGICOS**

**Adriana Aparecida Carneiro Rosa**

**Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr.<sup>a</sup> Stelamaris Rolla Bertoli**

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Campinas, como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil

Área de Concentração: Edificações

**Campinas - SP**

**2003**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL**

**AVALIAÇÃO DO CONFORTO ACÚSTICO  
DE CONSULTÓRIOS ODONTOLÓGICOS**

**Adriana Aparecida Carneiro Rosa**

**Dissertação de Mestrado aprovada pela banca examinadora  
constituída por:**

---

**Prof<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup> Stelamaris Rolla Bertoli  
Presidente e Orientadora – FEC – UNICAMP**

---

**Prof<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup> Doris C. C. K. Kowaltowski  
FEC – UNICAMP**

---

**Prof. Dr. José Geraldo Querido  
Universidade de Guarulhos**

**Campinas, 24 de Fevereiro de 2003**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA  
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA - BAE - UNICAMP

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| R71a | <p>Rosa, Adriana Aparecida Carneiro</p> <p>Avaliação do conforto acústico de consultórios<br/>odontológicos / Adriana Aparecida Carneiro Rosa.--<br/>Campinas, SP: [s.n.], 2003.</p> <p>Orientador: Stelamaris Rolla Bertoli.</p> <p>Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de<br/>Campinas, Faculdade de Engenharia Civil.</p> <p>1. Ruido. 2. Acustica. I. Bertoli, Stelamaris Rolla.<br/>II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de<br/>Engenharia Civil. III. Título.</p> |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

*“A mais pura glória do mestre consiste não em formar  
discípulos que o sigam, mas em forjar sábios.”*

*Ramon Y. Cajal*

Aos meus pais, Eduardo e Malu  
e ao meu marido Gustavo.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus pelas bênçãos que permitiram a realização deste trabalho.

Ao meu marido Gustavo, pela preciosa ajuda, pelo grande incentivo e infindável companheirismo.

À toda minha família pela grande torcida e fundamental apoio.

À minha orientadora Prof<sup>ra</sup>. Dr.<sup>a</sup> Stelamaris Rolla Bertoli, pela infinita paciência, incontestável didática e grande amizade.

Aos amigos Obadias, Daniel e Maurício pela grande ajuda com as medições.

A todos os profissionais dentistas que abriram as portas de seus consultórios para realização deste trabalho.

A todos os meus professores, desde o primário, pela capacidade de ensino e dedicação.

Aos amigos da UNICAMP, em especial aos “meninos da Stela”: Fátima, Sérgio, Obadias, Geraldo e Christian.

À minha tia Maitê pelo inicial apoio e constante admiração.

Aos amigos de sempre pelo carinho e estima.

## SUMÁRIO

|                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Lista de Tabelas</b>                                               | i  |
| <b>Lista de Figuras</b>                                               | ii |
| <b>Resumo</b>                                                         | iv |
| <b>Abstract</b>                                                       | v  |
| <b>1. Introdução</b>                                                  | 1  |
| <b>2. Objetivos</b>                                                   | 4  |
| 2.1. Objetivo Geral                                                   | 4  |
| 2.2. Objetivo Específico                                              | 4  |
| <b>3. Ruído e o consultório odontológico</b>                          | 5  |
| 3.1. Caracterização e percepção do ruído                              | 6  |
| 3.2. Ruídos no consultório odontológico                               | 9  |
| 3.3. Efeitos do ruído sobre uma atividade                             | 12 |
| 3.4. Controle de ruído no consultório odontológico                    | 12 |
| <b>4. Aspectos ergonômicos do consultório odontológico</b>            | 15 |
| 4.1. Áreas de trabalho no consultório odontológico                    | 15 |
| 4.2. Dimensões básicas de um consultório odontológico                 | 17 |
| 4.3. Legislações e normas de condições ideais de trabalho             | 18 |
| 4.3.1. Anexo I da portaria n.º 1884/GM de 11-11-94                    | 19 |
| 4.3.2. Resolução SS-317, de 24-5-94                                   | 19 |
| 4.3.3. Resolução SS-15, de 18-1-99                                    | 20 |
| 4.3.4. Portaria CVS-11, de 4-7-95                                     | 20 |
| 4.3.5. Ruído Ocupacional                                              | 20 |
| <b>5. A acústica e o ambiente</b>                                     | 21 |
| <b>6. Avaliação acústica das salas</b>                                | 27 |
| 6.1. NBR 10152 – Níveis de ruído para conforto acústico               | 27 |
| 6.2. Curvas NC (noise criterion curves)                               | 28 |
| 6.3. SIL – Nível de interferência na fala (Speech Interference Level) | 30 |
| 6.4. Curvas RC (room criterion curves)                                | 31 |
| 6.5. Tempo de reverberação – TR                                       | 33 |



|               |                                                                                              |    |
|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>6.6.</b>   | Isolamento aéreo.....                                                                        | 33 |
| <b>7.</b>     | <b>Materiais e métodos.....</b>                                                              | 35 |
| <b>7.1.</b>   | Pesquisa de campo.....                                                                       | 35 |
| <b>7.1.1.</b> | Definição da amostra.....                                                                    | 35 |
| <b>7.1.2.</b> | Planilha de informações e medidas.....                                                       | 36 |
| <b>7.1.3.</b> | Procedimento de medida.....                                                                  | 37 |
| <b>8.</b>     | <b>Resultados e discussão.....</b>                                                           | 39 |
| <b>8.1.</b>   | Apresentação dos consultórios odontológicos.....                                             | 39 |
| <b>8.2.</b>   | Resultados e análise das medidas acústicas.....                                              | 47 |
| <b>8.2.1.</b> | Espectros sonoros.....                                                                       | 47 |
| <b>8.2.2.</b> | Tempo de reverberação.....                                                                   | 51 |
| <b>8.2.3.</b> | Isolamento sonoro.....                                                                       | 53 |
| <b>8.2.4.</b> | Curvas NC.....                                                                               | 55 |
| <b>8.2.5.</b> | Nível de interferência na fala (SIL) .....                                                   | 57 |
| <b>8.3.</b>   | Subsídios para conforto acústico de consultórios odontológicos.....                          | 59 |
| <b>8.4.</b>   | Considerações segundo os profissionais entrevistados.....                                    | 60 |
| <b>9.</b>     | <b>Conclusão.....</b>                                                                        | 61 |
| <b>10.</b>    | <b>Referências bibliográficas.....</b>                                                       | 63 |
| <b>11.</b>    | <b>Bibliografias consultadas.....</b>                                                        | 67 |
|               | <b>Anexo 1 – Relação da Quantidade de Profissionais Dentistas por Bairros de Campinas...</b> | 69 |
|               | <b>Anexo 2 – Planilha de Coleta de Dados dos Consultórios Odontológicos Analisados.....</b>  | 71 |
|               | <b>Anexo 3 – Questionário Aplicado aos Profissionais Dentistas.....</b>                      | 72 |
|               | <b>Anexo 4 – Fotografias de Alguns Consultórios Odontológicos Avaliados.....</b>             | 73 |
|               | <b>Anexo 5 – Valores numéricos relativos aos gráficos dos espectros.....</b>                 | 77 |

## **LISTA DE TABELAS**

**Tabela 3.1** – Bandas de frequências utilizadas em medidas acústicas

**Tabela 3.2** – Níveis de pressão sonora para alguns tipos de ruídos percebidos

**Tabela 3.3** – Impressão subjetiva para alguns níveis de ruído

**Tabela 3.4** – Níveis de pressão sonora e a interferência na comunicação

**Tabela 3.5** – Medidas dos níveis de ruídos de canetas de alta rotação

**Tabela 4.1** – Dimensões sugeridas para ambientes de uma clínica odontológica

**Tabela 6.1** – Nível de conforto em dB(A) e em NC, segundo a NBR 10152

**Tabela 6.2** – Níveis de pressão sonora em dB das curvas NC

**Tabela 8.1** – Área da sala de consulta dos consultórios avaliados

**Tabela 8.2** – Tempos de reverberação (T2) medidos nas salas de espera dos consultórios

**Tabela 8.3** – Níveis de pressão sonora (L1) das salas de consulta dos consultórios avaliados

**Tabela 8.4** – Níveis de pressão sonora (L2) das salas de espera dos consultórios avaliados

**Tabela 8.5** – Níveis de ruído de fundo (B2) das salas de espera dos consultórios avaliados

**Tabela 8.6** – Valores de  $R'$  em função da frequência e valores dos índices de isolamento ( $R'_w$ )

**Tabela 8.7** – Resultados das curvas NC calculados segundo seu critério e níveis de pressão sonora

**Tabela 8.8** – Resultados de SIL calculados segundo espectros medidos nas salas (SC) e (SE)

## LISTA DE FIGURAS

**Figura 4.1** – Gráfico ISO/FDI indicando posições básicas de trabalho

**Figura 4.2** – Área ótima de trabalho e linhas máximas e mínimas de pega

**Figura 6.1** – Valores das curvas NC em bandas de 1/1 oitava

**Figura 6.2** – Níveis de interferência na fala em função das distâncias entre duas pessoas

**Figura 6.3** – Exemplos de curvas RC em bandas de 1/1 oitava

**Figura 8.1** – Planta do consultório C01 localizado no bairro Flamboyant (pré-teste) e adaptado para o uso de consultório odontológico

**Figura 8.2** – Planta do consultório C02 localizado no bairro Nova Campinas e construído especificamente para o uso de consultório odontológico

**Figura 8.3** – Planta do consultório C03 localizado no centro da cidade e adaptado para o uso

**Figura 8.4** – Planta do consultório C04 localizado no bairro Botafogo e construído especificamente para o uso

**Figura 8.5** – Planta do consultório C05 localizado no bairro Flamboyant e construído especificamente para o uso de consultório odontológico

**Figura 8.6** – Planta do consultório C06 localizado no bairro Chácara da Barra e adaptado para o uso odontológico

**Figura 8.7** – Planta do consultório C07 localizado no bairro Castelo e adaptado para o uso odontológico

**Figura 8.8** – Planta do consultório C08 localizado no bairro Proença e adaptado para o uso

**Figura 8.9** – Planta do consultório C09 localizado no bairro Guanabara e construído especificamente para o uso

**Figura 8.10** – Planta do consultório C10 localizado no bairro Taquaral e adaptado para o uso

**Figura 8.11** – Planta do consultório C11 localizado no bairro Cambuí e construído especificamente para o uso

**Figura 8.12** – Espectros (a) Sala de Consulta (SC) e (b) Sala de Espera (SE) do consultório C01

**Figura 8.13** – Espectros (a) Sala de Consulta (SC) e (b) Sala de Espera (SE) do consultório C02

**Figura 8.14** – Espectros (a) Sala de Consulta (SC) e (b) Sala de Espera (SE) do consultório C03

**Figura 8.15** – Espectros (a) Sala de Consulta (SC) e (b) Sala de Espera (SE) do consultório C04

**Figura 8.16** – Espectros (a) Sala de Consulta (SC) e (b) Sala de Espera (SE) do consultório C05

**Figura 8.17** – Espectros (a) Sala de Consulta (SC) e (b) Sala de Espera (SE) do consultório C06

**Figura 8.18** – Espectros (a) Sala de Consulta (SC) e (b) Sala de Espera (SE) do consultório C07

**Figura 8.19** – Espectros (a) Sala de Consulta (SC) e (b) Sala de Espera (SE) do consultório C08

**Figura 8.20** – Espectros (a) Sala de Consulta (SC) e (b) Sala de Espera (SE) do consultório C09

**Figura 8.21** – Espectros (a) Sala de Consulta (SC) e (b) Sala de Espera (SE) do consultório C10

## **RESUMO**

Os ruídos encontrados na sociedade moderna podem gerar efeitos no ser humano que vão desde o desconforto acústico até danos físicos. As atividades e os equipamentos utilizados na odontologia são ruidosos. O objetivo deste trabalho é avaliar o conforto acústico de consultórios odontológicos. Identificou-se dois tipos de consultórios: os consultórios construídos especificamente para o uso e os adaptados. Foram analisadas as salas de consulta e as salas de espera dos consultórios. Nestes ambientes foram medidos o nível de pressão sonora em dB(A) e em função da frequência (espectros) o tempo de reverberação e o isolamento aéreo entre as salas. Foram avaliados os níveis de interferência na fala e as curvas NC. Os resultados mostram que na maioria dos casos os consultórios são confortáveis mas que nem sempre atendem a todos os parâmetros acústicos. Assim foi possível identificar fatores favoráveis ou desfavoráveis do projeto em função de cada parâmetro acústico.

## **ABSTRACT**

The noises found on the modern society may be produce effects on the human being that go since the acoustics discomfort until physics injury. The activities and the equipment useful on the dentistry are noisy. The objective of this work is to evaluate the acoustics comfort of the dentistry clinics. It was identify two kinds of clinics: the clinics built specifically to the dentistry use and those adapted. The surgical rooms and the waiting rooms of the clinics were analyzed. In these environments, the sound pressure level in dB(A) and in function of the frequency (spectrals), the reverberation time and the aerial isolation between the rooms were measure. The speech interference level and the NC curves were evaluated. The results show that on the major of the cases the clinics are comfortable, but not always attend at all acoustics parameters. In such case it was possible to identify favorables and unfavorables factories of the projects in fact of each acoustics parameter.

### 1 - INTRODUÇÃO

Na sociedade atual o ser humano está sujeito a inúmeros estímulos sonoros provenientes de várias atividades tais como: lazer, trabalho, transporte, etc. Os meios sonoros destes estímulos variam de tal forma que seus efeitos podem ir do desconforto a perdas auditivas.

Embora a avaliação de percepção sonora tenha uma conotação bastante subjetiva, é possível através da aplicação correta dos conceitos de Acústica Arquitetônica a observação da finalidade ao qual o projeto se destina, criando projetos de edificações acusticamente adequados.

Muitos dos sons que ouvimos carregam em si aspectos psicológicos como alegria, tristeza ou medo. O exemplo bastante comum é o ruído gerado pelo “motorzinho” no consultório odontológico.

O consultório odontológico é o ambiente utilizado pelos dentistas para exercer sua profissão. Pelo fato do profissional permanecer grande parte do tempo nas salas do consultório, estas devem reunir um conjunto de condições propícias de conforto e ergonomia para que o seu trabalho seja produtivo e sejam evitadas as enfermidades ocupacionais.

Por outro lado passam por esses ambientes diferentes tipos de pessoas que se submetem a tratamentos odontológicos os mais diversos. É fato que para a grande maioria das pessoas a visita ao dentista tem uma conotação psicológica bastante negativa. Assim é importante que o consultório odontológico propicie ao paciente uma sensação agradável de proteção e satisfação.

Os projetos de consultórios odontológicos têm então que atender aspectos ergonômicos e ambientais (ruído, calor e qualidade do ar) que permita ao profissional exercer com qualidade o seu trabalho e aos pacientes condições psicológicas positivas durante o tratamento.

Os ruídos intensos tendem a prejudicar as tarefas que exigem concentração mental e principalmente as tarefas que exigem atenção, velocidade e precisão de movimentos. Os resultados tendem a piorar também com o aumento do tempo de exposição ao ruído. Através de vários estudos, realizados por BARROS (1991), o ruído foi apontado pelos dentistas como um fator gerador de estresse no

exercício da odontologia. Para trabalhos com exigência de concentração mental, recomenda-se que o nível médio de ruído não ultrapasse os 65 dB (decibels).

Conforto Acústico não é luxo, é condição de saúde e bem estar para as pessoas. Não é só o ruído externo ao ambiente que pode comprometer a tranquilidade do local de trabalho no dia a dia, como em um consultório odontológico. A influência do barulho interno também precisa ser levado em conta, quando se busca uma condição adequada de conforto acústico.

É no projeto da edificação que se determina o bom desempenho acústico dos ambientes. A questão de uma boa acústica está associada as formas arquitetônicas, a maneira como as superfícies atuam na reflexão ou absorção sonora, a distribuição uniforme do som através de uma boa difusão e a um adequado isolamento. Todo esse conjunto de variáveis tem como objetivo final o conforto acústico do ambiente.

Analisando o comportamento dos materiais de construção quanto a absorção sonora, o projeto acústico deve permitir a distribuição dos sons nos recintos e contribuir na adequação do tempo de reverberação. Quanto ao isolamento, os materiais devem contribuir na minimização do ruído entre ambientes e/ou o ambiente e o meio exterior. Desta forma é de grande importância obter informações corretas sobre o desempenho dos materiais existentes e usados nas construções, para relacioná-los as suas características acústicas, forma de aplicação e disponibilidade para o consumo, pois eles podem alterar os níveis sonoros e a distribuição do som nos ambientes.

Existem dois ambientes básicos que compõe o consultório odontológico: a sala de consulta e a sala de espera. A sala de consulta (SC) é o ambiente onde o paciente recebe o tratamento odontológico. A sala de espera (SE) é o ambiente onde os pacientes têm o primeiro contato com o consultório e onde aguardam para serem atendidos. Embora em geral existam outros ambientes de serviço dentro do consultório, este trabalho caracterizou acusticamente a sala de consulta e a sala de espera dos consultórios, visando determinar a qualidade acústica de sala, (conforto e inteligibilidade) bem como os possíveis defeitos acústicos.



Não só o uso inadequado dos materiais de construção e sua aplicação equivocada, mas também o projeto interferem na qualidade acústica desses ambientes. Verifica-se a necessidade de estudar o conforto acústico dos consultórios odontológicos já existentes para coletar subsídios de projetos e técnicas construtivas referentes a esses ambientes, para melhorar sua qualidade acústica tanto sob ponto de vista ocupacional como também do usuário.

A percepção do som é bastante subjetiva e sua avaliação objetiva (medidas acústicas) nem sempre reflete os aspectos psicológicos associados ao estímulo sonoro. Sabe-se que em se tratando de consultório odontológico, as pessoas são induzidas pelo seu comportamento psicológico a uma aversão ao ruído causado pelo “motor do dentista”, canetas de alta e baixa rotação, tornando-as arredias ao tratamento odontológico. Na verdade, o que deve ser trabalhado é a sensação psicológica do paciente, ao entrar no consultório odontológico, lugar este onde a arquitetura muitas vezes pode contribuir para melhorar este aspecto psicológico.

Este trabalho estudou os aspectos de conforto acústico de alguns consultórios odontológicos de Campinas, através de coleta e catalogação de projetos. Também foi feita uma avaliação, em campo, de parâmetros acústicos. Com a análise dos resultados obtidos foi possível qualificar acusticamente esses ambientes e estabelecer indicativos favoráveis e desfavoráveis de projeto para uma boa acústica.

## **2 - OBJETIVOS**

### **2.1 - Objetivo geral**

O presente trabalho tem como objetivo geral avaliar o conforto acústico relativo aos espaços destinados a consultórios odontológicos, através de medidas de parâmetros acústicos e obter através de análise dos resultados a sistematização do conhecimento técnico e científico, para elaboração de projetos acústicos adequados a esse fim.

### **2.2 - Objetivos específicos**

Classificar algumas tipologias de construção de consultórios odontológicos instalados em Campinas, através de um levantamento de plantas e tipos de materiais construtivos empregados.

Avaliar o conforto acústico de alguns consultórios odontológicos de Campinas, analisando os dados coletados de plantas e medidas em campo de parâmetros acústicos.

Identificar fatores favoráveis e desfavoráveis ao desempenho acústico dos ambientes concebidos ou adaptados para consultórios odontológicos.

### **3 – RUÍDO E O CONSULTÓRIO ODONTOLÓGICO**

Os sentidos humanos permitem ao homem identificar o meio que vive. Luz, som e calor são percebidos e dependendo da sua intensidade podem causar desde sensação de desconforto até danos físicos.

É o ouvido que determina os limites de sensação acústica, isto é, até onde se ouve naturalmente e/ou qual o momento em que o ruído passa a agredi-lo. Os ruídos são irradiados através do ar, detectados pelos ouvidos e assimilados pelo cérebro. O cérebro humano é capaz de detectar as limitações do sistema auditivo para todos os sinais acústicos (BERGLUND, 1995).

Os efeitos do ruído no ser humano dependem da exposição ao ruído, isto é, de combinação de intensidade e o tempo de exposição. Estes efeitos podem ser de ordem física ou psicológica, gerando desde desconforto até perdas auditivas (BERGLUND, 1995).

Sabe-se que a perda auditiva induzida pelo ruído (PAIR) é uma enfermidade irreversível, de alta incidência mundial e é preciso que se faça um trabalho de conscientização sobre o problema. Para reduzi-lo não basta apenas alertar, é necessário indicar aos trabalhadores o caminho da prevenção. Algumas pesquisas mostram que as práticas de atendimentos odontológicos geram efeitos do ruído no profissional como perda auditiva e alterações neuro-psíquicas, como ansiedade, inquietude, desconfiança, insegurança, pessimismo, depressão e alteração no ritmo sono-vigília. (BERBARE, 1999).

Análises audiométricas em frequências de 250Hz a 16000Hz indicaram perdas auditivas induzidas por ruído em odontólogos e alunos de odontologia e que foram atribuídos ao ruído de motores de alta rotação (BERBARE, 2001).

Segundo GLOAG (1980) existe uma associação natural do comportamento do ser humano para os efeitos do ruído com relação ao seu aspecto psicológico. O ruído emitido pelo motor do dentista não é apenas irritante, mas causa uma intimidação individual nas pessoas. A intimidação do ruído é

muito reconhecida dentro dos consultórios odontológicos, no entanto o efeito psicológico do ruído nas pessoas tem sido muito pouco considerado nesse ambiente.

### **3.1 – Caracterização e percepção do ruído**

Em termos gerais, pode-se afirmar que os sons são produzidos por vibração. Qualquer que seja a fonte emissora, entretanto, para ser percebida, ela precisa de um meio de propagação e de um meio receptor. O meio de propagação é o ar, enquanto o receptor é o ouvido humano. Dentre as várias definições de ruído tem-se que, ruído é o som na ocasião imprópria em lugar impróprio (SING, APUD BARROS, 1993), e para (SAPPINTON, APUD BARROS, 1993) ruído é o som indesejável.

Os fenômenos audíveis pelo homem são vibrações transmitidas via aérea ou sólida cuja frequência se situa entre 20 e 20000 Hz e cuja intensidade mínima corresponde a uma pressão de  $2 \cdot 10^{-5} Pa$  ou potência de  $10^{-16} W / cm^2$ . Os ruídos caracterizam-se por sua intensidade global e pela sua composição espectral, isto é, sua intensidade em cada uma das diferentes frequências ou faixas de frequências que as compõem. As faixas de frequências padronizadas e mais utilizadas são denominadas de bandas de frequência de 1/1 oitava ou 1/3 de oitava. As bandas de frequências abrangem uma faixa delimitada pelas frequências inferior e superior e são denominadas pelas frequências centrais. Na tabela 3.1 são apresentadas as frequências centrais, inferiores e superiores das bandas de frequências em 1/1 e 1/3 de oitava.

Tabela 3.1 – Bandas de frequências utilizadas em medidas acústicas.

| Banda de 1/1 oitava Hz |               |                | Banda de 1/3 oitava Hz |               |                |
|------------------------|---------------|----------------|------------------------|---------------|----------------|
| $f_{inferior}$         | $f_{central}$ | $f_{superior}$ | $f_{inferior}$         | $f_{central}$ | $f_{superior}$ |
| 11                     | 16            | 22             | 14,1                   | 16,0          | 17,8           |
|                        |               |                | 17,8                   | 20,0          | 22,4           |
|                        |               |                | 22,4                   | 25,0          | 28,2           |
| 22                     | 31,5          | 44             | 28,2                   | 31,5          | 35,5           |
|                        |               |                | 35,5                   | 40,0          | 44,7           |
|                        |               |                | 44,7                   | 50,0          | 56,2           |
| 44                     | 63            | 88             | 56,2                   | 63,0          | 70,8           |
|                        |               |                | 70,8                   | 80,0          | 89,1           |
|                        |               |                | 89,1                   | 100,0         | 112,0          |
| 88                     | 125           | 177            | 112,0                  | 125,0         | 141,0          |
|                        |               |                | 141,0                  | 160,0         | 178,0          |
|                        |               |                | 178,0                  | 200,0         | 224,0          |
| 177                    | 250           | 355            | 224,0                  | 250,0         | 282,0          |
|                        |               |                | 282,0                  | 315,0         | 355,0          |
|                        |               |                | 355,0                  | 400,0         | 447,0          |
| 355                    | 500           | 710            | 447,0                  | 500,0         | 562,0          |
|                        |               |                | 562,0                  | 630,0         | 708,0          |
|                        |               |                | 708,0                  | 800,0         | 891,0          |
| 710                    | 1000          | 1420           | 891,0                  | 1000,0        | 1122,0         |
|                        |               |                | 1122,0                 | 1250,0        | 1413,0         |
|                        |               |                | 1413,0                 | 1600,0        | 1778,0         |
| 1420                   | 2000          | 2840           | 1778,0                 | 2000,0        | 2239,0         |
|                        |               |                | 2239,0                 | 2500,0        | 2818,0         |
|                        |               |                | 2818,0                 | 3150,0        | 3548,0         |
| 2840                   | 4000          | 5680           | 3548,0                 | 4000,0        | 4467,0         |
|                        |               |                | 4467,0                 | 5000,0        | 5623,0         |
|                        |               |                | 5623,0                 | 6300,0        | 7079,0         |
| 5680                   | 8000          | 11360          | 7079,0                 | 8000,0        | 8913,0         |
|                        |               |                | 8913,0                 | 10000,0       | 11220,0        |
|                        |               |                | 11220,0                | 12500,0       | 14130,0        |
| 11360                  | 16000         | 22720          | 14130,0                | 16000,0       | 17780,0        |
|                        |               |                | 17780,0                | 20000,0       | 22390,0        |

[Fonte: GERGES (1992)]

A grandeza física detectada pelo ouvido humano como sensação auditiva é a pressão sonora. A faixa de pressão sonora percebida pelo ouvido humano é grande, variando de  $2 \cdot 10^{-5} Pa$  a  $20Pa$ . Como a percepção do ouvido é logarítmica a avaliação do ruído é feita pelo nível de pressão sonora medido em decibel (dB). Para a faixa de pressão sonora de  $2 \cdot 10^{-5} Pa$  a  $20Pa$  os níveis de pressão sonora correspondem ao intervalo de 0 a 140 dB.

Na tabela 3.2 são exemplificados alguns tipos de ruídos percebidos e os valores de nível de pressão sonora correspondentes.

Tabela 3.2 – Níveis de pressão para alguns tipos de ruídos.

| Nível de pressão sonora (dB) | Fontes                                       |
|------------------------------|----------------------------------------------|
| 120 – 130                    | Próximo de uma avião a jato decolando (100m) |
| 100                          | Próximo de uma britadeira                    |
| 80 – 90                      | Interior de carro de corrida                 |
| 60                           | Escritório                                   |
| 40                           | Ambiente silencioso                          |
| 10 – 20                      | Zona rural                                   |
| 0                            | Limiar de audição                            |

[Fonte: Adaptado de GINN (1978)]

Na tabela 3.3 está indicada a impressão subjetiva percebida para diferentes faixas de nível de pressão sonora.

Tabela 3.3 – Impressão subjetiva para alguns níveis de ruído.

| Nível de pressão sonora (dB) | Impressão subjetiva           |
|------------------------------|-------------------------------|
| 100 – 120                    | Suportável por breve instante |
| 85 – 100                     | Ruídos penosos                |
| 70 – 85                      | Suportável, mas ruidoso       |
| 45 – 65                      | Ruídos normais                |
| 25 – 45                      | Silencioso                    |
| Inferior a 25                | Muito silencioso              |

[Fonte: Adaptado de LAVILLE (1977)]

A interferência na comunicação depende dos níveis de pressão sonora. Na tabela 3.4 são apresentados alguns intervalos dos níveis de pressão sonora e a respectiva interferência na comunicação.

Tabela 3.4 – Níveis de pressão sonora e a interferência na comunicação.

| Nível de pressão sonora – NPS | Conversação    |
|-------------------------------|----------------|
| Acima de 110                  | Impossível     |
| 95 - 110                      | Gritando       |
| 75 - 95                       | Difícil        |
| 60 - 75                       | Voz alta       |
| 30 - 50                       | Voz normal     |
| Menor que 30                  | Voz sussurrada |

[Fonte: Adaptado de LAVILLE (1977)]

Os ruídos percebidos num ambiente podem ser de origem interna ou externa. A transmissão de ruídos para o interior dos ambientes pode ser feita através do ar e da estrutura da edificação. Em geral são oriundos de portas, janelas e aberturas. A reflexão sonora pelas paredes e o tempo de reverberação do ambiente podem influenciar nos níveis sonoros observados no interior dos ambientes. Reflexão e reverberação estão associados aos materiais de revestimento das superfícies.

### **3.2 – Ruídos no consultório odontológico**

Os ruídos percebidos num consultório provêm de fontes internas e externas. São consideradas fontes sonoras internas os sons devido a utilização dos instrumentos do profissional, tais como: motores, compressores de ar, canetas de baixa e alta rotação, condicionadores de ar e sugadores que ocorrem especificamente na sala de consulta. Já na sala de espera, são consideradas fontes internas os sons de conversação e sons de diversas procedências, como: telefones, campainhas, bater de portas, passos, condicionadores de ar, etc. Quanto aos ruídos provenientes de fontes externas mais comuns são aqueles gerados por tráfego de veículos, construção civil e atividades industriais e comerciais próximas ao local de implantação do consultório.

Os níveis sonoros gerados pelos equipamentos odontológicos variam muito. Os resultados dependem do ambiente onde estes equipamentos estão operando. SORAINEN e RYTKONEN (2002) avaliaram os níveis de ruído de equipamentos odontológicos mais comuns em condições controladas. Os níveis de pressão sonora medidos em dB(A) encontrados ficaram entre 76 e 82dB(A) para atividades normais, 75 a 77dB(A) para atividades de sucção e 83dB(A) para limpeza com ultrassom.

ALTINOZ et al (2001) estudaram o ruído emitido por 6 tipos de motores odontológicos em 8 condições diferentes de trabalho. Os resultados mostraram que estatisticamente não havia diferença significativa nas frequências entre os diferentes trabalhos e os diferentes motores. Os resultados também indicaram que em condições de trabalho, as frequências dos motores em alta rotação podem causar perda auditiva.

As avaliações de ruído de equipamentos têm quase sempre o objetivo de identificar danos causados ao profissional. Os efeitos de ruído em dentistas e recomendações de proteção ao profissional foram descritos no trabalho de HINZE (1999).

Sobre níveis sonoros encontrados em clínicas dentárias SETCOS e MAHYUDDIN (1998) mediram níveis sonoros em 4 salas de práticas e 3 laboratórios dentários. Para todos os ambientes os níveis foram inferiores a 85dB(A) e considerados abaixo do limite de risco de perda auditiva.

O ruído interfere no desempenho de atividade do dentista. Analisando a exposição ao ruído dentro de um consultório, BARROS (1993) observou que logo no início da exposição ao ruído de curta duração, o desempenho cai, mas se o ruído for mantido, o desempenho retorna ao nível que estava antes dele começar. Portanto, dentro de certos limites, parece que não é propriamente o ruído, mas sua intermitência (interrupção momentânea do ruído, ou descontinuação) que provoca alterações do desempenho.

Nas salas de consulta dos ambientes odontológicos, onde operam as canetas de alta rotação, o nível de pressão sonora é excessivamente alto. BARROS (1993) fez uma pesquisa onde mediu os níveis de ruído, gerados por canetas de alta rotação. Algumas marcas de canetas de alta rotação foram avaliadas em duas épocas distintas. Mediu-se o nível de ruído gerado por elas em duas distâncias diferentes. Como mostra a tabela 3.3, constatou-se que existe uma diferença considerável dos valores medidos dos níveis de ruído com relação a distância.



Tabela 3.5 – Medidas dos níveis de ruídos de canetas de alta rotação.

|                                        | Distância |          |
|----------------------------------------|-----------|----------|
|                                        | 10 cm     | 30 cm    |
| 1958                                   | 90 dB     | 84 dB    |
| SSW-Borden                             | 98 dB     | 90 dB    |
| Alston                                 | 93 dB     | 89 dB    |
| Kavo                                   |           |          |
| 1977                                   | 88 dB     | 82 dB    |
| SSW-Borden                             | 96 dB     | 85 dB    |
| Alston                                 | 72 dB     | 65 dB    |
| Kavo-Airtorque                         |           |          |
| 1978 (medidas em aparelhos de colegas) |           |          |
| All-Air                                | 75-82 dB  | 69-75 dB |
| Borden 70                              | 79-85 dB  | 72-76 dB |
| Castellini                             | 75-83 dB  | 70-81 dB |

[Fonte: BARROS (1993)]

No consultório odontológico é comum o ruído das turbinas a ar que ao entrarem em funcionamento, apresentam um forte silvo. Para muitos pacientes esses sons são desagradáveis e também podem interferir no desempenho dos profissionais. Já existem turbinas a colchão de ar que diminuem consideravelmente o ruído em relação as turbinas antigas de rolemãs.

A turbina a colchão de ar substituiu as turbinas com rolemãs por uma corrente de ar que mantém em suspensão a turbina propriamente dita. Isto permite o livre giro do motor, perfeitamente centrado dentro da carcaça. Posteriormente, o rotor com palhetas foi substituído por um sistema de discos planos. Isto trouxe vantagens, como a diminuição da vibração, o aumento da velocidade, a eliminação da lubrificação, e uma sensível diminuição do ruído.

Têm-se também sugadores de sangue e saliva potentes que promovem a retirada de líquidos da boca de uma forma mais rápida e eficiente, porém, estes também, via de regra, apresentam quando funcionam, um ruído bem desagradável, principalmente ao paciente.

### **3.3 – Efeitos dos ruídos sobre uma atividade**

Segundo LAVILLE (1977), são considerados ruídos não significativos, aqueles que não têm um conteúdo informativo, que podem provocar um distúrbio ou incômodo. Esses efeitos estão relacionados com a intensidade do ruído, e outros fatores como: o caráter inesperado, quando se trata de ruídos breves, aleatórios no tempo, que perturbarão uma tarefa que exija atenção; os ruídos contínuos perturbam a execução de tarefas mentais complexas. Já os ruídos significativos, como por exemplo a palavra falada, interferem nas tarefas mentais complexas, mas podem atenuar os efeitos repetitivos das tarefas simples, fazendo com que a pessoa que executa esta tarefa não seja totalmente desconcentrada para finalizá-la.

Ruídos independentes de qualquer nível de pressão sonora promovem a desconcentração de atividade. Ruídos contínuos superiores a 65 dB(A) interferem na concentração.

### **3.4 – Controle de ruído no consultório odontológico**

Os relatos dos principais problemas gerados pelo ruído demonstram que as soluções para a adequação do ambiente sonoro não são unívocas. Em alguns casos, é preciso proteger o operador das fontes de ruído; em outros, simultaneamente, é preciso reforçar os sinais sonoros úteis à execução do trabalho para atenuar as incertezas ou ambigüidades na recepção das informações. As técnicas de controle de ruído baseiam-se na intervenção do profissional na fonte, trajetória ou receptor.

Os meios a serem utilizados para melhorar o ambiente sonoro passam por diferentes enfoques:

1. Urbanismo: quando se trata de separar zonas muito barulhentas de zonas onde se exige calma (habitações, fábricas, rodovias, ferrovias, aeródromos);
2. Arquitetura: isolar os locais dos ruídos externos ou isolar ruído entre ambientes para separar e adequar internamente os ambientes através da escolha apropriada de ambientes;
3. Técnicas de controle de ruído: para isolar uma fonte de ruído ou diminuir a propagação de ruídos (enclausurar a fonte, distanciá-la dos ambientes, fazer manutenção permanente dos instrumentos ruidosos);

Para o controle de ruído na trajetória, os materiais acústicos têm desempenhos variados e podem ser bons, desde que utilizados adequadamente para o fim que se deseja. De uma maneira geral, entretanto, deve certificar-se de que o produto escolhido, reúna além das propriedades acústicas desejadas, também as seguintes qualidades: longa durabilidade, imunidade ao fogo, resistência mecânica, estabilidade e elasticidade, facilidade de colocação e de manutenção, funcionalidade e beleza estética.

Os materiais acústicos podem atuar na absorção ou no isolamento do som. A contribuição do uso de materiais absorventes no controle de ruído se dá no aspecto de controlar o tempo de reverberação, podendo também reduzir os níveis sonoros do som reverberante. Quanto aos materiais acústicos que atuam no isolamento do som, são em geral os materiais pesados que ajudam a reduzir a parcela de energia sonora que passa para o outro ambiente.

O emprego de determinados revestimentos de paredes, portas e janelas, não devem ser indiscriminados. O ideal é que a escolha seja feita por um especialista.

Técnicos em isolamento acústico revelam que as superfícies inferiores das sacadas e marquises que protegem as fachadas de alguns consultórios, atuam como elementos refletores de barulho. Consegue-se reduzir este efeito revestindo estas sacadas e marquises com materiais que possuam coeficientes elevados de absorção EGAN (1988). Entre ambientes o isolamento deve ser feito com materiais pesados.

Para controlar o ruído, em primeiro lugar, deve-se localizar todas as fontes geradoras, internas e externas e avaliar com precisão os sons gerados por cada uma das fontes. Depois, deve-se escolher o método e as técnicas mais indicadas de redução e controle sonoro.

Bons resultados podem ser obtidos para se reduzir o ruído no consultório através de alguns procedimentos genéricos:

1. Eliminando quando possível as campainhas e substituindo-as por sistemas de intercomunicação de sinais óticos (como botões de cor e intermitência);
2. Abafando parcialmente as campainhas dos telefones;
3. Pedindo para que fale em voz baixa;

4. Colocando fechaduras automáticas nas portas para impedir que batam e lubrificando estas e as dobradiças;
5. Forrando o chão com materiais apropriados para isolamento de impacto;
6. Recobrindo de borracha os pés das cadeiras, pondo rodas nas cadeiras giratórias e lubrificando as molas;
7. Fechando, na medida do possível, as portas que dão para os corredores e as janelas que dão para rua;
8. Empregando materiais acústicos;
9. Prevendo ante salas;
10. Optando por lugares silenciosos, quando possível.

#### **4 – ASPECTOS ERGONÔMICOS DO CONSULTÓRIO ODONTOLÓGICO**

As relações entre o homem e o seu trabalho podem ser perturbadas pelos meios físicos. A Ergonomia aplica-se, então, para determinar as características ótimas desses meios, de acordo com os tipos de atividades executadas. O meio físico constitui-se numa fonte de informação para o homem no trabalho, um ruído pode informá-lo sobre as condições de funcionamento de uma máquina, um clarão pode deformar, disfarçar ou revelar um detalhe de determinado objeto.

Em 2000 numa pesquisa realizada em Belo Horizonte junto aos dentistas, a Senso-Consultoria em Saúde entrevistando 450 dentistas relatou que 92% dos profissionais sentiam dor ou incômodo físico relacionados ao exercício da profissão, 96,85% consideravam a profissão estressante e 46,78% trabalhavam acima de 8 horas por dia (MINAS GERAIS, 2000).

Um ambiente bem condicionado às condições de trabalho do profissional, traz um grau de bem estar ao seu usuário, dando-lhe conforto e proporcionando-lhe condição de trabalho mais agradável. Ao paciente o ambiente adequado pode reduzir o estresse e aspectos psicológicos negativos relativos ao tratamento odontológico.

Embora o objetivo deste trabalho seja o estudo do conforto acústico dos consultórios odontológicos, esse estudo complementar sobre ergonomia que fornece informações sobre dimensões, são necessárias para a avaliação do nível de interferência na fala – SIL.

##### **4.1 – Áreas de trabalho no consultório odontológico**

Buscou-se na literatura informações específicas sobre projetos de consultórios odontológicos como a existência de área de trabalhos, disposição de equipamentos e dimensões recomendadas para embasar a avaliação dos projetos.

Considera-se dentro de um consultório odontológico, como profissionais, o cirurgião dentista (operador) e sua secretária (assistente), podendo existir mais de uma assistente, quando necessário.

A disposição do conjunto de equipamentos do dentista, chamado de equipo, com a posição da cadeira de operação e do cirurgião dentista foi padronizada. A International Standard Organization (ISO) e a Federação Dentária Internacional (FDI) estabeleceram um gráfico em forma de relógio, que sistematiza as principais posições que o dentista pode adotar em relação ao paciente.

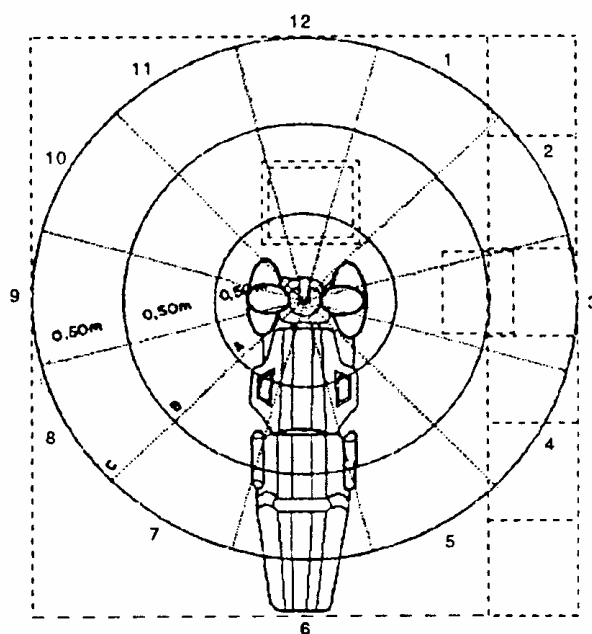


Figura 4.1 – Gráfico ISO/FDI indicando posições básicas de trabalho.

[Fonte: MINAS GERAIS (2000)]

A figura 4.1 apresenta a forma de um relógio, onde no centro da circunferência posiciona a cadeira de operação do dentista, fazendo coincidir o lugar onde fica a cabeça do paciente, exatamente com o centro da referida circunferência. De acordo com essa figura, observa-se um raio de 1,50m, formando um ambiente de trabalho pouco maior que 9m<sup>2</sup>. Assim, torna-se fácil a percepção de cada posição adotada pelas organizações ISO/FDI já citadas, tomando como referencia cada hora do relógio. Para o profissional destro, prevalece as posições do relógio consideradas, igual a 7, 9 e 11 horas, enquanto o profissional canhoto trabalha nas posições consideradas 1, 3 e 5 horas. Observando ainda esta mesma figura, percebe-se uma segunda pessoa ao redor da cadeira de operação posicionada de frente para o dentista. Esta pessoa é a assistente do profissional, que geralmente fica de frente para ele.

Segundo a literatura para um bom aproveitamento do tempo de trabalho, é conveniente que os equipamentos utilizados pelo dentista estejam sempre a seu alcance, sem exigir dele grandes esforços. Como mostra a figura 4.2, existe uma área considerada área mínima de pega, onde toma-se como referência o braço do profissional esticado, formando-se em seu antebraço um raio mínimo de alcance, enquanto que a sua mão faz-se um raio máximo de alcance chamada linha máxima de pega.

Estando os dois membros da equipe sentados corretamente, eles têm todos os materiais e instrumentos a um alcance mínimo, o que logicamente, permite que quanto menor o movimento, menor o desgaste de energia, menor o tempo gasto e maior a produtividade.

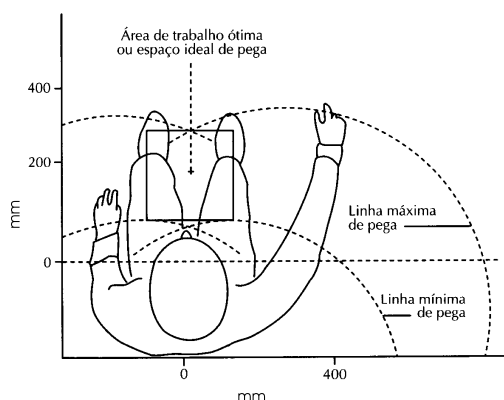


Figura 4.2 – Área ótima de trabalho e linhas máxima e mínima de pega.

[Fonte: BARROS (1999)]

### 4.2 – Dimensões básicas de um consultório odontológico

Um consultório odontológico considerando o trabalho de um único profissional na sala, tem a área física bastante reduzida. A área física necessária para executar um trabalho odontológico é bem próxima àquela que o profissional utilizará para manter seus equipamentos o mais próximo de si, devido a facilidade em alcançar um material sem se levantar de seu banco (mocho).

As dimensões deverão ser escolhidas de maneira a proporcionar conforto ao dentista, à sua equipe de trabalho e ao paciente. O tamanho mínimo ideal para se trabalhar com auxiliar, em uma sala clínica, deve ser 9m<sup>2</sup>, geralmente 3m x 3m. Pode-se também ter um consultório de 3m x 4m, que

funciona muito bem quando se trabalha com duas auxiliares, BARROS (1993). Salas especiais para atendimento de 3, 5 até 8 pacientes têm dimensões mínimas sugeridas de 44,10m<sup>2</sup>, 64,97m<sup>2</sup> e 85,14m<sup>2</sup> respectivamente.

Segundo BARROS (1993), existem algumas sugestões de dimensões para outros ambientes de uma clínica odontológica, que estão mostradas na tabela 4.1:

Tabela 4.1 – Dimensões sugeridas para ambientes de uma clínica odontológica.

|                                 |                    |                              |                    |
|---------------------------------|--------------------|------------------------------|--------------------|
| sala de recepção                | 12,0m <sup>2</sup> | copa/cozinha                 | 6,0m <sup>2</sup>  |
| sala de secretária              | 9,0m <sup>2</sup>  | Estacionamento               | 32,0m <sup>2</sup> |
| sanitário paciente              | 2,0m <sup>2</sup>  | câmara escura                | 1,5m <sup>2</sup>  |
| sanitário dentista              | 4,0m <sup>2</sup>  | sala de máquinas             | 3,0m <sup>2</sup>  |
| escritório administração        | 8,0m <sup>2</sup>  | Almoxerifado                 | 3,0m <sup>2</sup>  |
| escritório privativo/biblioteca | 8,0m <sup>2</sup>  | Lavanderia                   | 4,0m <sup>2</sup>  |
| sala de consulta                | 9,0m <sup>2</sup>  | oficina manutenção           | 4,0m <sup>2</sup>  |
| laboratório de prótese          | 6,0m <sup>2</sup>  | vestiário masculino/feminino | 3,0m <sup>2</sup>  |

[Fonte: BARROS (1993)]

#### 4.3 – Legislações e normas de condições ideais de trabalho

Existem algumas recomendações para instalação de consultórios odontológicos as quais têm como principal objetivo orientar os profissionais responsáveis pelo estabelecimento na melhor concepção física e definir cada uso específico como forma de legalizar junto a prefeitura, cujo órgão fará valer o alvará de funcionamento.

A seguir serão mostrados algumas orientações para a instalação do estabelecimento odontológico adquiridos do site [http://www.saude.sp.gov.br/html/fr\\_legi.htm](http://www.saude.sp.gov.br/html/fr_legi.htm) (SÃO PAULO, 1999).



#### **4.3.1 – Anexo I da portaria n.º 1884/GM de 11-11-94**

Para o conforto acústico, há uma série de princípios arquitetônicos gerais que controlam acusticamente os ambientes, isolando-os de sons produzidos externamente. O objetivo é isolar as pessoas das fontes de ruído e atenuar os limites de níveis sonoros estabelecidos por normas brasileiras e internacionais. As normas relacionadas com controle acústico existentes no Brasil, até o momento, são as seguintes:

1. A Portaria do Ministério do Trabalho n.º 3.214 de 08/06/78, que define na norma regulamentadora de Segurança e Medicina do Trabalho, a NR 15, em seu Anexo 1, traz para fins ocupacionais os limites de tolerância para ruído contínuo ou intermitente e no Anexo 2 os limites de tolerância para ruídos de impacto (ATLAS, 1992).
2. A NBR 10152, trata-se dos níveis de ruído para conforto acústico, estabelecendo os níveis de ruído aceitáveis para diferentes atividades (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – NB 10152, 1987).
3. A NB 101, que fixa os critérios fundamentais para execução de tratamentos acústicos em recintos fechados (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – NB 101, 1988).

#### **4.3.2 – Resolução SS 317, de 24-5-94**

Essa resolução aprova norma técnica que dispõe sobre o diagnóstico da Perda Auditiva Induzida por Ruído e a Redução e Controle do Ruído nos Ambientes e Postos de Trabalho. A presente norma técnica tem por objetivos:

1. dentro de uma política estadual de promoção da saúde, estabelecer diretrizes referentes a questão do ruído nos ambientes e postos de trabalho;
2. regulamentar as ações e procedimentos de diagnósticos da PAIR (perda auditiva induzida pelo ruído);
3. regulamentar as ações e procedimentos de redução e controle do ruído nos ambientes e postos de trabalho. (SÃO PAULO, 1994)

#### **4.3.3 – Resolução SS-15, de 18-1-99**

Essa resolução aprova norma técnica que estabelece condições para instalação e funcionamento de estabelecimentos de assistência odontológica, e dá providências correlatas. Esta norma técnica objetiva:

1. definir o perfil dos estabelecimentos de assistência odontológica, de acordo com suas características físicas e de funcionamento;
2. instrumentalizar as equipes técnicas em nível loco-regional para atuação em vigilância sanitária dos estabelecimentos de assistência odontológica;
3. contribuir para a melhoria das condições de atendimento dos estabelecimentos de assistência odontológica. (SÃO PAULO, 1999)

#### **4.3.4 – Portaria CVS-11, de 4-7-95**

Essa portaria dispõe sobre condições ideais de trabalho relacionadas ao controle de doenças transmissíveis em estabelecimentos de assistência odontológica. A diretoria técnica do Centro de Vigilância Sanitária fez algumas considerações baseadas em leis estaduais, para estabelecer procedimentos no controle de doenças transmissíveis em estabelecimentos de assistência odontológica do estado de São Paulo, cujas visitas aos estabelecimentos se faz regularmente (SÃO PAULO, 1995).

#### **4.3.5 – Ruído Ocupacional**

A Portaria do Ministério do Trabalho n.º 3.214 de 08/06/78, que define na norma regulamentadora de Segurança e Medicina do Trabalho, a NR 15, em seu Anexo 1, traz para fins ocupacionais os limites de tolerância para ruído contínuo ou intermitente e no Anexo 2 os limites de tolerância para ruídos de impacto, onde expõe seu valor crítico para ruído ocupacional igual a 85 dB(A) (ATLAS, 1992).

## 5 – A ACÚSTICA E O AMBIENTE

Para NEPOMUCENO (1968), a acústica arquitetônica tem por finalidade o estudo das condições acústicas aceitáveis nas edificações e é também conhecida como acústica das construções já que sua principal finalidade é exatamente orientar acusticamente a construção de edifícios. A acústica de ambientes tem por escopo o estudo da forma e tratamento das salas de modo a torná-los acusticamente satisfatórias. A acústica de edificações tem por finalidade o isolamento do barulho, visando o conforto, isolando uma sala da outra e a acústica arquitetônica tem por finalidade melhorar as condições de cada sala considerada, observando a absorção, o layout e os materiais aplicados. O autor considera o barulho como todo e qualquer som indesejável, e ainda todo e qualquer distúrbio à tranquilidade, devido a efeitos auditivos. Muitas vezes se usa a palavra ruído para designar o barulho como algo importuno, um mesmo som pode ser ou não um barulho dependendo do ponto de vista sob o qual é observado, sendo pois classificado de maneira subjetiva.

De acordo com DE MARCO (1982), a simples existência de fechamentos num recinto dá origem aos sons refletidos e implica no surgimento da “intensidade reverberante”. O fenômeno chama-se reverberação e depende de três aspectos na distribuição do som no recinto:

- som reverberante persiste um certo tempo no local, depois da fonte deixar de emitir som; (isto torna-se uma característica muito importante do ponto de vista do arquiteto, pois se a reverberação persiste muito tempo depois da extinção do som direto, isso virá a perturbar a clara percepção do som, a inteligibilidade de uma fala);
- absorção, dos diferentes materiais, seletiva com relação a frequência e o espectro do som direto;
- distribuição dos materiais absorventes colocados de maneira heterogênea no recinto;

O isolamento acústico, segundo PAYA (1994), consiste em impedir que os sons se propaguem de um lado para o outro de uma partição, ou pelo menos, que ao transmitir-se percam a maior parte da sua intensidade. O tratamento ou correção acústica refere-se à melhoria da audição dos sons que nos interessam. Além de se multiplicarem os ruídos devido a mecanização do ambiente, com a adoção muito generalizada do concreto armado, os edifícios constituem verdadeiros conjuntos monolíticos por onde se propagam com a maior facilidade todos os tipos de vibrações. Por outro lado, ao serem

geralmente muito reduzidas as espessuras das paredes, estas formam uma proteção muito pouco eficaz contra os ruídos do exterior. Um fato importante é que as autoridades médicas de todo o mundo são unânimes em reconhecer que as doenças nervosas vêm aumentando nestes últimos trinta anos e não vacilam em atribuir em grande parte este aumento, especialmente, à influência da interferência do ruído entre ambientes. Numerosas experiências têm demonstrado claramente que o rendimento de uma pessoa, que exerce a atividade ou trabalho no meio de um ruído intenso, diminui em grandes proporções tanto em quantidade como em qualidade.

Para FILHO (1995), a acústica geométrica, leva em conta as dimensões dos recintos, a área superficial dos absorventes acústicos e seus respectivos coeficientes de absorção, os quais são medidos experimentalmente. Para cálculo de absorção acústica do resultado aproximado estatisticamente, as fórmulas só proporcionam resultados precisos sob determinadas condições de comportamento dos sons dentro do recinto. São essas condições que viabilizam a aplicação de um modelo estatístico ao problema da acústica. Tais condições normalmente são obtidas com a quebra das simetrias nos formatos do recinto e/ou qualquer outro artifício que leve as ondas sonoras a se propagarem em todas as direções dentro do recinto com mesma probabilidade. Essa distribuição uniforme de probabilidade para direção de propagação das ondas de som é uma das condições de validação do modelo estatístico. Não obstante a essas limitações associadas à aplicação do modelo estatístico, as condições que validam esse modelo são desejáveis não somente por possibilitarem a simples aplicação das fórmulas estatísticas em projetos arquitetônicos, mas principalmente, porque essas condições coincidem com o que é desejável sob o ponto de vista da qualidade acústica dos recintos. Isso acontece porque a condição de ergocidade, pode ser entendida como um movimento completamente aleatório de ondas sonoras, na distribuição da energia sonora dentro da sala, por exemplo, assegura que um ouvinte receba a mesma intensidade de energia sonora em qualquer posição no interior dessa sala. SABINE (1964), observou que a qualidade acústica desse ambiente estava vinculada ao intervalo de tempo entre o desligamento da fonte sonora e a extinção correspondente do som remanescente dentro do ambiente. A esse intervalo de tempo, ele atribuiu o termo “tempo de reverberação”. Mais tarde, esse parâmetro foi melhor definido como o intervalo de tempo no qual a intensidade sonora cai para a milionésima parte da intensidade original (queda de 60 dB) que corresponde, na prática, à extinção dos sons habituais de média intensidade.

De acordo com KINSLER (1982), se uma fonte de ruído é operada continuamente em um ambiente fechado, a absorção desse ambiente e as superfícies do meio impedem que a amplitude da pressão acústica se torne infinitamente alta. Em um ambiente de tamanho pequeno e médio, a absorção no meio é desprezível até que o aumento da amplitude e o seu valor final sejam controlados pela absorção da superfície. Se a absorção total do ruído for grande, a amplitude da pressão atinge rapidamente um último valor somente com pequeno excesso daquela produção de energia pela direção de uma única onda. Ao contrário, se a absorção é pequena, o tempo necessário até atingir o valor final, atinge significativamente, um valor mais alto de amplitude. Salas desse tipo são conhecidas como salas vivas ou reverberantes, e a aplicação da teoria de raio acústico para avaliação das salas concordam razoavelmente com as medições experimentais. Quando uma fonte de ruído é ligada numa sala viva, reflexões das paredes produzem uma distribuição do ruído que se torna cada vez mais uniforme com o aumento do tempo. Finalmente, exceto próximo da fonte ou das superfícies de absorção, a distribuição de energia pode ser assumida para ser completamente uniforme e ter essencialmente uma distribuição local aleatória de fluxo.

Para BERANEK (1971), o nível de pressão sonora em decibel é a quantidade física que é usualmente medida para descrever quantitativamente ondas sonoras. Para descrever a potência de uma fonte de ruído, o nível de pressão sonora sozinho não é a quantidade satisfatória porque varia com a distância entre a fonte e o observador e com o meio entre eles. Duas quantidades são necessárias para descrever completamente a potência de uma fonte, o nível de potência sonora e a diretividade. O nível de potência sonora mede a potência sonora irradiada pela fonte em todas as direções e é usualmente expressa em função da frequência. Diretividade é uma medida da diferença da irradiação com a direção e é usualmente expressa em função da posição angular ao redor do centro da fonte acústica, e também em função da frequência. Obviamente uma descrição completa das características ruidosas de uma fonte sofisticada, tal como um motor a jato, requer dados consideráveis. Algumas fontes irradiam sons quase uniformes em todas direções e são chamadas de fontes não diretivas. Geralmente, tais fontes são de pequenas dimensões comparadas com o comprimento de onda do som que irradiam. A maioria das fontes são de alguma forma diretivas, em outras palavras, elas irradiam mais som em algumas direções do que em outras. O conceito de nível de potência sonora e índice de diretividade torna possível o cálculo dos níveis de pressão sonora criado por uma fonte em um meio acústico. Entretanto, o nível de potência sonora sozinho é usado

na comparação de potências relativas de diferentes fontes ruidosas. Infelizmente, qualquer método para quantificar uma fonte ruidosa não é totalmente único, porque tanto as potências sonoras irradiadas e a diretividade são influenciadas pelas superfícies reflexivas ao redor, tal como chão e paredes. Também, se uma fonte estiver próxima a uma superfície e rigidamente ligada a ela, pode gerar uma potência sonora irradiada maior do que se a fonte estivesse isolada.

O nível sonoro em dB(A) exprime quão fortemente os sons, vozes e ruídos impressionam o sistema auditivo. A letra A, entre parênteses, refere-se a uma escala de ajuste dos dados colhidos pelo aparelho de medição, levando-se em conta, de modo aproximado, o comportamento médio do ouvido humano. Em função da frequência, proceder a medida na escala A tem muito a ver com que estamos ouvindo efetivamente.

Segundo a publicação da ABCI (1991), sobre poluição sonora, é perfeitamente plausível prognosticar que em menos de uma década, afortunados serão os que, fechando as janelas (e portas), passam a ter tranqüilidade e possam realizar um trabalho profícuo em suas clínicas. Havendo ruído intenso no meio externo, ou sons e vozes perturbadores nos recintos contíguos, somente o desempenho acústico adequado das edificações que os estiverem abrigando, nesses tempos futuros, poderão garantir-lhes esta regalia. Devemos sim evitar o mero desconforto, termo que vem disfarçando a problemática acústica das edificações, e ainda, impedir que cresçam também exponencialmente os contingentes de cidadãos descondicionados para o exercício normal de suas funções, por enervante exposições a sons e ruídos, nos locais em que trabalham. Cabe aos arquitetos, engenheiros e demais profissionais da construção civil, que tem em suas “pranchetas” os projetos dos edifícios de amanhã, tomar consciência do fundamental e necessário conforto humano dentro das edificações.

Para BARING (1989), como os cidadãos brasileiros, principalmente dos centros mais desenvolvidos, caminham decididamente para uma maior consciência e cobrança dos seus direitos, não tardarão a surgir os primeiros casos de demanda em grupo sobre as construtoras para a execução de reformas em prédios, que por terem sido mal projetados do ponto de vista acústico, acabaram depreciados pelo ruído. As janelas são os pontos mais fracos das fachadas, em matéria de resistência sonora. Não se pode esquecer que as posições do usuário próximas à face interna da janela, implica

num cuidado, exigindo uma melhor ambientação acústica, mais para o interior dos recintos, onde a absorção sonora dos revestimentos, como carpetes e cortinas, ou mesmo de móveis e objetos, ou ainda de outras pessoas presentes, acaba garantindo níveis em dB(A) menores do que junto à janela. Como prevenção e controle sonoro pela janela, a gravidade da poluição sonora se avalia em função das alterações que causam no comportamento, no equilíbrio emocional e em certas disfunções orgânicas das pessoas, no seu estado geral de saúde, disposição e desempenho. Primeiro é preciso determinar, ou prever o contexto sonoro que as janelas terão do outro lado, para que se possa estabelecer que tipo usar, qual deve ser seu “coeficiente de transmissão sonora”, e assim por diante. E o primeiro dado a ser estabelecido é se a situação avaliada tende a permanecer como está ou pode se agravar. Informar-se sobre as tentências, ou mesmo planos de desenvolvimento urbano para a área em questão, é aconselhável.

Considerando ambientes internos, do ponto de vista de GERGES (1992), estes devem satisfazer condições acústicas dependendo de seus objetivos. Se uma fonte opera continuamente em uma sala, somente a absorção nas paredes e no ar permitirá um estado estacionário dentro das salas. Nesta condição a energia emitida pela fonte é igual a energia absorvida pelas paredes e pelo ar. Para salas pequenas a absorção do ar é negligenciada, especialmente em baixas frequências, e o nível de intensidade acústica e seu crescimento até o estado estacionário dentro de uma sala são controlados pela absorção das paredes. Se a energia absorvida é grande, o estado estacionário estabiliza-se rapidamente. Por outro lado, se a energia absorvida é pequena, o crescimento da intensidade é lento. Para a medição de ruído de uma determinada sala, considerando esta um campo semi-reverberante, torna-se difícil a definição da posição adequada dos microfones e fontes. Entretanto, visando o conforto acústico e a proteção da audição, as medições devem simplesmente ser tomadas na posição normal dos ouvidos. Neste caso, as reflexões são parte do campo sonoro que se deseja medir.

Note que a adição de absorção num ambiente melhora suas características acústicas internas tais como, redução da reverberação e aumento da inteligibilidade, que são fatores ligados à qualidade do som e sua distribuição em salas. Por exemplo, quando duas pessoas conversam perto uma da outra, a influência da sala é irrelevante, porque cada uma recebe um campo direto. No entanto, quando N pessoas estão conversando em grupos separados, a pressão acústica do campo reverberante (ruído de fundo) aumentará de  $10 \log N$  e a conversação fica mais difícil pelo aumento do ruído de fundo.

Portanto, cada um vai tentar falar mais alto e conseqüentemente o ruído de fundo aumenta e a inteligibilidade diminui. Este fenômeno é chamado efeito coquetel. Falando ainda sobre adição de absorção num ambiente, as barreiras e divisórias são tão efetivas dentro de ambientes internos quanto externos. As barreiras usadas em ambientes internos podem atingir a mesma atenuação de barreiras externas. Nos ambientes internos, as barreiras devem ser revestidas com materiais de absorção do lado da fonte, incluindo as bordas, e o revestimento das bordas tem por objetivo atenuar a parcela de energia sonora desviada por difração.



## **6 – AVALIAÇÃO ACÚSTICA DE SALAS**

Não existe um critério único para avaliar a qualidade acústica de salas, existem vários parâmetros a serem medidos, procedimentos e análises que aplicados à sala, podem qualificar seu desempenho acústico.

Parâmetros como o nível de ruído de fundo de uma sala medidos em dB(A), espectro sonoro, classificação do ruído de fundo segundo as curvas NC, avaliação do nível de interferência na fala (SIL), tempo de reverberação e grau de isolamento dos sons entre ambientes são talvez os parâmetros mais comuns usados para avaliação do desempenho acústico de salas. Existem outros parâmetros com aplicações específicas para outros tipos de ambientes como teatros, salas de concertos, que não se aplicam para avaliação do ambiente escolhido nesta dissertação.

Com relação a acústica, a normalização do Brasil não é muito abrangente. Para conforto acústico existe a Norma NBR 10152 – Níveis de ruído para conforto acústico, cujos pontos principais serão apresentados neste capítulo. Ainda neste capítulo, apresentamos o critério de nível de interferência na fala, o critério NC e o RC e também são discutidos os parâmetros de tempo de reverberação e isolamento aéreo.

### **6.1 – NBR 10152 – Níveis de ruído para conforto acústico**

A Norma NBR-10152, Níveis de Ruído para Conforto Acústico (1987), da Associação Brasileira de Normas Técnicas, fixa os níveis de ruído compatíveis com o conforto acústico em ambientes diversos, embora a aplicação desta Norma não exclui as recomendações básicas referentes às demais condições de conforto. Nota-se na Norma que não há especificamente indicações sobre o nível de conforto de consultórios odontológicos e o que poderia ser considerado mais próximo é o ambiente hospitalar. Na tabela 6.1 são apresentados os valores de nível de pressão sonora e os valores das curvas NC, (nível de conforto), recomendados para conforto de ambientes relativos a hospitais.

Assim para efeito de análise dos resultados desta pesquisa adotou-se os valores de nível de pressão sonora global recomendados para ambientes hospitalares, que variam de 35 a 55 dB(A) e para os

valores de NC, os valores recomendados variam de 30 e 50 segundo a Norma. O valor inferior da faixa representa o nível sonoro para conforto, enquanto que o valor superior significa o nível sonoro aceitável para o ambiente. Os níveis superiores aos estabelecidos, são considerados de desconforto, sem necessariamente implicar em risco de danos à saúde.

Tabela 6.1 – Nível de conforto em dB(A) e em NC, segundo a NBR 10152.

| Hospitais                                                | dB(A) | NC    |
|----------------------------------------------------------|-------|-------|
| Apartamentos, enfermarias, berçários, centros cirúrgicos | 35-45 | 30-40 |
| Laboratórios, áreas para uso do público                  | 40-50 | 35-45 |
| Serviços                                                 | 45-55 | 40-50 |

[Fonte: Extraído da NBR 10152 (1987)]

## 6.2 – Curvas NC (noise criterion curves)

Um ambiente pode ser classificado acusticamente por um número único obtido através das chamadas curvas NC (noise criterion curves). Estas curvas foram estabelecidas após vários estudos e desenvolvidas para análise de níveis de ruído de fundo.

Na figura 6.1 estão mostrados as curvas e os valores que elas representam. E, na tabela 6.2 são apresentados os níveis de pressão sonora em dB nas frequências de 63 a 8000Hz em cada banda de 1/1 oitava dos valores das curvas NC.

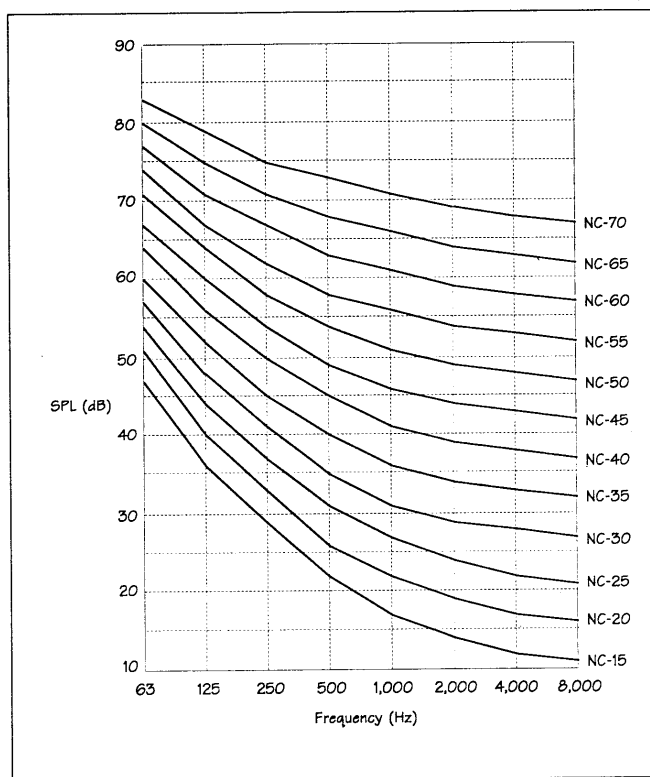


Figura 6.1 – Valores das curvas NC em bandas de 1/1 oitava.

[Fonte: adaptada de MEHTA (1999)]

Tabela 6.2 – Níveis de pressão sonora em dB das curva NC.

| NC Value | Frequency (Hz) |     |     |     |       |       |       |       |
|----------|----------------|-----|-----|-----|-------|-------|-------|-------|
|          | 63             | 125 | 250 | 500 | 1,000 | 2,000 | 4,000 | 8,000 |
| NC-15    | 47             | 36  | 29  | 22  | 17    | 14    | 12    | 11    |
| NC-20    | 51             | 40  | 33  | 26  | 22    | 19    | 17    | 16    |
| NC-25    | 54             | 44  | 37  | 31  | 27    | 24    | 22    | 21    |
| NC-30    | 57             | 48  | 41  | 35  | 31    | 29    | 28    | 27    |
| NC-35    | 60             | 52  | 45  | 40  | 36    | 34    | 33    | 32    |
| NC-40    | 64             | 56  | 50  | 45  | 41    | 39    | 38    | 37    |
| NC-45    | 67             | 60  | 54  | 49  | 46    | 44    | 43    | 42    |
| NC-50    | 71             | 64  | 58  | 54  | 51    | 49    | 48    | 47    |
| NC-55    | 74             | 67  | 62  | 58  | 56    | 54    | 53    | 52    |
| NC-60    | 77             | 71  | 67  | 63  | 61    | 59    | 58    | 57    |
| NC-65    | 80             | 75  | 71  | 68  | 66    | 64    | 63    | 62    |
| NC-70    | 83             | 79  | 75  | 73  | 71    | 69    | 68    | 67    |

[Fonte: adaptada de MEHTA (1999)]

Para avaliar um ambiente segundo a curva NC, mede-se o nível de pressão sonora em frequências da banda de 1/1 oitava de 63 a 8000 Hz. Aplica-se os valores medidos no gráfico da figura 6.1, faz-se a análise do posicionamento destes valores medidos, procurando a curva que estiver mais próxima destes valores, porém acima de todos eles. Desloca-se a curva para baixo até que se obtenha uma tangente em função do valor mais próximo. O valor da curva NC menos o valor deslocado representa o valor de classificação NC deste ambiente. Este critério é indicado na Norma NBR 10152.

### **6.3 – SIL – Nível de interferência na fala (Speech Interference Level)**

A qualidade da comunicação da fala dentro de um ambiente fechado, deve ser boa e agradável, porém é uma das atividades mais críticas na maioria dos ambientes internos.

É através de uma média aritmética dos níveis de pressão sonora obtidos nas respectivas frequências da banda de 1/1 oitava: 500, 1000, 2000 e 4000 Hz, que se determina o valor do nível de interferência na fala, denominado SIL (Speech Interference Level).

O gráfico da figura 6.2 relaciona o SIL com a distância fonte-ouvinte e indica o grau de incômodo do ruído de fundo na comunicação. Isto é, com o valor de SIL e a distância fonte-ouvinte estabelece-se o tipo de tom de voz esperado para que a comunicação seja entendida.

Para o caso específico desta pesquisa são avaliados casos que o grau de conversação ocorre na comunicação entre dentista e paciente na sala de consulta e paciente e recepcionista e/ou paciente e paciente na sala de espera.

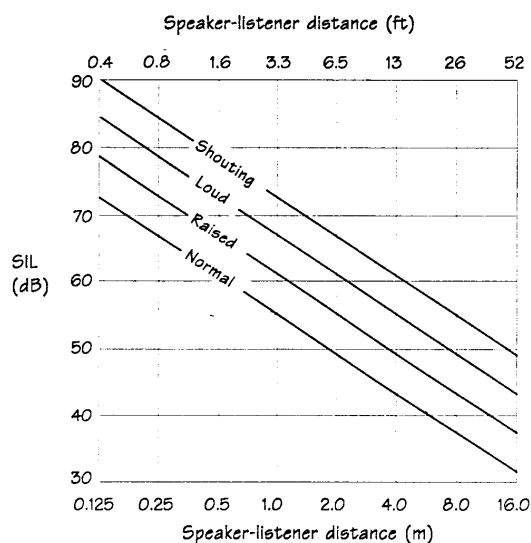


Figura 6.2 – Níveis de interferência na fala em função das distâncias entre duas pessoas.

[Fonte: MEHTA (1999)]

Quando se trata de uma voz feminina, segundo MEHTA (1999), subtrai-se 4 dB do valor de SIL obtido, pois estes 4 dB representam a diferença entre as médias dos níveis das falas feminina e masculina.

#### 6.4 – Curvas RC (room criterion curves)

Uma outra família de curvas chamadas de curvas RC (room criterion curves) foram desenvolvidas para analisar níveis de ruído específicos de salas com ar condicionado ligado.

Para a avaliação RC, da mesma forma que para usar a avaliação NC, é necessário medir o nível de pressão sonora em função da frequência de bandas de 1/1 oitava porém numa faixa de frequência mais baixa. O intervalo recomendado é de 16 a 4000 Hz, devido aos níveis do ar condicionado ocorrerem mais nas baixas frequências. Na verdade, estas curvas RC não são bem curvas, mas linhas retas obtidas com inclinações de 5 dB por oitava. Cada “curva” é designada por um número como mostra a figura 6.3:

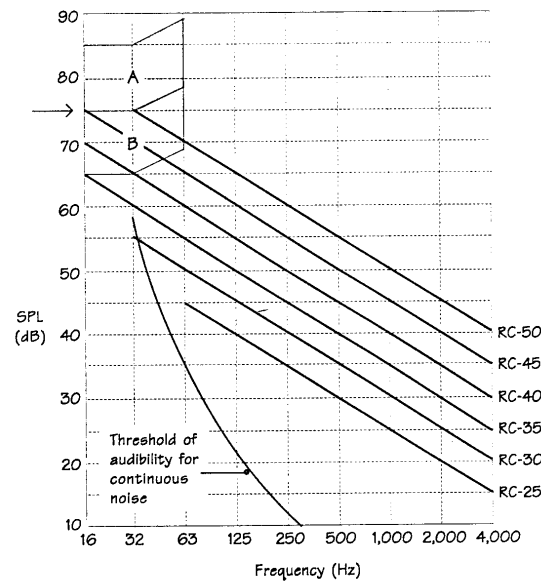


Figura 6.3 – Exemplos de curvas RC em bandas de 1/1 oitava.

[Fonte: MEHTA (1999)]

Observa-se que o número associado a cada “curva”, é o mesmo valor do nível de pressão sonora na frequência de 1000 Hz. Para determinar o valor RC de um ambiente, faz-se a média aritmética dos níveis de pressão sonora nas frequências de 500, 1000 e 2000 Hz. Começando do valor em 1000 Hz traça-se uma reta com uma inclinação de 5 dB por banda de 1/1 oitava. O próximo passo é classificar o ambiente como neutro, *hissy*<sup>1</sup> (alta frequência) ou *rumbly*<sup>2</sup>, (baixa frequência), de acordo com o valor obtido.

Um critério aceitável para ruído de ar condicionado, é ser baixo o suficiente para não mascarar ruídos ocupacionais, ou os chamados ruídos agradáveis. O ideal é que os ruídos de ar condicionado estejam pelo menos 10 dB abaixo dos ruídos ocupacionais em todas as oitavas.

<sup>1</sup> hissy – como se fosse um som “chiado”

<sup>2</sup> rumbly – tem um aspecto de som “abafado”

## **6.5 – Tempo de reverberação – TR**

O tempo de reverberação é o intervalo de tempo entre o desligamento da fonte sonora e o tempo em que o som leva para se extinguir dentro do ambiente, ou melhor, é o intervalo de tempo no qual a intensidade sonora cai para a milionésima parte da intensidade original, o que corresponde à uma queda de 60 dB no intervalo de tempo.

Para se prever o tempo de reverberação dentro de uma sala, é necessário saber o volume da sala, a área das superfícies e o coeficiente de absorção de cada revestimento. O cálculo pode ser feito segundo a equação de Sabine (GERGES, 1992).

Para a medida do tempo de reverberação o procedimento é feito através de equipamento específico que gera um nível de ruído elevado, desliga após um tempo e mede o tempo de decaimento desse nível. O valor adequado de TR depende do volume da sala e do tipo de uso e é dado pelo tempo ótimo de reverberação, disponível na literatura (DE MARCO, 1982).

## **6.6 – Isolamento aéreo**

O nível de ruído de uma sala depende fortemente da interferência dos ruídos dos ambientes contíguos, assim o isolamento aéreo tem uma importância fundamental no desempenho acústico de um ambiente. O valor adequado de isolamento depende do uso e do valor de nível de ruído de fundo desejado no interior da sala a ser estudada.

Existem equipamentos específicos que permitem avaliar o isolamento de partições em campo. Em geral o procedimento da medida do isolamento, depende de quatro tipos de medidas: nível de pressão sonora medido na sala onde é colocada a fonte – (L1), nível de pressão sonora medido na sala onde fica o receptor – (L2), ruído de fundo medido na sala receptora – (B2) e tempo de reverberação medido também na sala receptora – (T2).

Com os valores de  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $B_2$  e  $T_2$  medidos, o volume ( $V$ ) da sala da fonte e área da parede ( $S$ ) que separa as duas salas, pode-se prever para esta parede o isolamento aéreo do ruído ( $R'$ ) através da equação:

$$R' = L_1 - L_2 + 10 \cdot \log \frac{S \cdot T_2}{0,16 \cdot V}$$

Já que os valores de  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $T_2$  e  $B_2$  são medidos em função da frequência, o isolamento também é conhecido em função da frequência. É possível associar a esse conjunto de números a um único número denominado de índice de isolamento  $R'_w$  que corresponde a classe de isolamento desse material (também conhecido como  $STC = \text{Sound Transmisson Class}$ ).

Na aplicação desse método neste trabalho a sala de consulta será considerada a sala da fonte e a sala receptora será a sala de espera.



## **7 - MATERIAIS E MÉTODOS**

Conforme já apresentado neste texto, o objetivo deste trabalho é avaliar o desempenho acústico de consultórios odontológicos e detectar os principais fatores de projetos (arquitetônicos ou construtivos) que interferem favoravelmente ou não a adequação acústica desses ambientes.

A melhora do conforto acústico dos ambientes odontológicos contribui para causar uma boa sensação ao paciente, considerando seu aspecto psicológico e melhor condição de trabalho para o profissional.

O desenvolvimento deste trabalho aconteceu segundo os procedimentos metodológicos que serão detalhados a seguir.

### **7.1 – Pesquisa de campo**

A pesquisa de campo envolveu medições dos parâmetros acústicos de alguns consultórios odontológicos de Campinas, identificação dos materiais de construção utilizados, observação da forma de distribuição dos equipamentos nas salas analisadas, (sala de consulta e sala de espera), levantamento das dimensões das salas, sua orientação, aberturas e influências do meio externo.

#### **7.1.1 – Definição da amostra**

Em 2001, através do Conselho Regional de Odontologia do Estado de São Paulo (CRO-SP), obteve-se uma relação dos profissionais dentistas de Campinas, que perfaziam um número igual a 2505 profissionais da área de odontologia.

Numa primeira análise da listagem observou-se a existência de dois tipos de consultórios. O primeiro referia-se a casas adaptadas, não construídas especificamente para uso de consultório dentário. O segundo tipo eram salas comerciais construídas especialmente para o atendimento odontológico.

A seguir os consultórios foram agrupados segundo os bairros de Campinas, apresentado no Anexo 1. Calculou-se o número aproximado de consultórios por bairro e nos bairros onde a porcentagem foi superior a 1%, escolheu-se aleatoriamente 1 consultório. Desse novo grupo escolheu-se 10 consultórios sendo que metade deles representam edificações construídas especificamente para o uso de consultório e a outra metade representam casas adaptadas para esse fim.

### 7.1.2 –Planilha de informações e medidas

Informações específicas sobre a edificação e as medidas de campo foram arquivadas em planilha elaborada especialmente para a coleta de dados. O exemplo da planilha utilizada nas medidas está apresentada no Anexo 2. As informações requeridas foram:

1. local e data em que a medida foi realizada;
2. área construída;
3. croqui do consultório analisado e a localização do compressor;
4. identificação e classificação dos materiais empregados;
5. estudos de layout interno;
6. identificação dos elementos construtivos (piso, fechamentos laterais, como janelas, portas e a própria alvenaria, e teto);
7. área ótima de trabalho;
8. posição do equipamento de medição;

Ainda como complemento da planilha, aplicou-se um questionário aos profissionais dentistas, avaliando questões como:

1. período de trabalho, número de pessoas envolvidas e tempo de funcionamento dos equipamentos;
2. grau de incômodo do ruído dentro do consultório;
3. a relação com o lado psicológico do paciente;
4. registros de inovações introduzidas com relação ao ruído;
5. aceitabilidade pelo público alvo;

Um exemplo deste questionário aplicado nas medidas está apresentado no Anexo 3.

O encaminhamento do questionário aos profissionais, foi efetivado no ato da medida, acompanhado de um documento esclarecendo o objetivo da pesquisa e a importância do retorno das informações pleiteadas.

### **7.1.3 – Procedimento de medida**

Foram selecionados 10 consultórios odontológicos, onde em 50% da amostra são de edificações específicas para uso de consultórios odontológicos, enquanto a outra metade de casas adaptadas para o devido fim.

A visita às clínicas selecionadas para realização das medidas acústicas, foi feita utilizando um roteiro preliminarmente elaborado, complementado pela documentação fotográfica dos aspectos considerados, quando necessário.

Verificou-se também a preocupação dos profissionais dentistas com relação ao aspecto psicológico dos pacientes, relatando que isso geralmente ocorre com grande frequência apenas no uso do motor, embora os outros instrumentos de trabalho como o sugador e o aparelho de ultra som também emitam ruído, segundo os dentistas é somente no uso do motor (canetas de alta e baixa rotação) que existe uma associação à dor.

As medidas foram feitas segundo as recomendações da Norma NBR 10152, em horário comercial, porém com as salas vazias.

Para as medidas de isolamento e tempo de reverberação utilizou-se o sistema Building Acoustics constituído de uma fonte geradora de ruído, o medidor de nível de pressão sonora, *Investigator* 2260D da Brüel & Kjaer e um amplificador. Com esse conjunto foram medidos os níveis de pressão sonora da sala de consulta e sala de espera, o nível de ruído de fundo e o tempo de reverberação da sala de espera. Os valores de isolamento e tempo de reverberação são calculados pelo próprio equipamento.

Mediu-se os espectros sonoros em três situações: (a) o não funcionamento dos ambientes, (b) ar condicionado ou ventilador ligado, (c) ar condicionado ou ventilador ligado, mais o uso do motor.

Nos casos onde não havia ar condicionado foi mantida a janela aberta. As frequências medidas foram em bandas de 1/1 oitava entre 63 a 8000 Hz e o equipamento utilizado foi também o *Investigator 2260D* da Brüel & Kjaer, mas na função de analisador em tempo real. Todos os dados foram anotados em planilhas, organizados e catalogados de acordo com cada consultório.

## 8 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo, são apresentados os resultados e a avaliação dos parâmetros acústicos, obtidos nas medidas realizadas nos 10 consultórios pesquisados. Inicialmente são apresentados os resultados do levantamento de algumas características construtivas dos consultórios, plantas e disposição dos equipamentos e móveis das salas avaliadas. A seguir são apresentados os resultados dos espectros sonoros medidos nas salas de espera e de consulta, dos tempos de reverberação em função da frequência na sala de consulta e o isolamento em função da frequência entre a sala de espera e a sala de consulta. Os resultados das análises de NC e SIL também constam neste capítulo.

### 8.1 – Apresentação dos consultórios odontológicos

Para a avaliação acústica, foram escolhidos 10 consultórios para realização das medidas, sendo 5 construídos especificamente para o uso odontológico e os outros 5 adaptados para consultórios, porém antes destas medidas, foi realizado um pré-teste, para o exame de qualificação, onde foi avaliado um consultório odontológico. As plantas são apresentadas nas figuras de 8.1 a 8.11 e mostram apenas as salas analisadas, isto é, a sala de consulta (SC) e a sala de espera (SE). As outras dependências da edificação não foram objetos de estudo desta pesquisa.

O primeiro parâmetro acústico medido foi o espectro da sala de consulta, denominada também neste trabalho de sala da fonte. O espectro representa os níveis de pressão sonora em função da frequência e foi medido de 63 a 8000Hz, com o equipamento *Investigator 2260D* da Brüel & Kjaer. Também foram medidos os espectros sonoros da sala de espera, que também é denominada de sala receptora. Em ambas as salas foi medido o ruído de fundo<sup>1</sup>, conforme recomendação da Norma NBR 10152. O tempo de reverberação foi medido somente na sala de espera e também foi medido o isolamento sonoro entre a sala de consulta e a de espera, ambas através do *Investigator 2260D*.

Nas plantas é apontado o norte magnético (NM), onde em cada figura ocupa um lado diferente da planta, porém a posição que ele ocupa na planta é a mesma da posição da rua com relação a

---

<sup>1</sup> Ruído de fundo – o ruído ou som inerente ao ambiente, exceto o ruído da fonte a ser avaliada.

edificação. Para efeito de simplificação os consultórios serão denominados neste texto por um código (C01, C02, C03, C04, C05, C06, C07, C08, C09, C10 e C11).

O consultório C01 está representado na planta da figura 8.1. A avaliação deste consultório foi no pré-teste, medida realizada para o exame de qualificação. Foi implantado em uma casa do bairro Flamboyant e adaptado para o uso de consultório dentário.

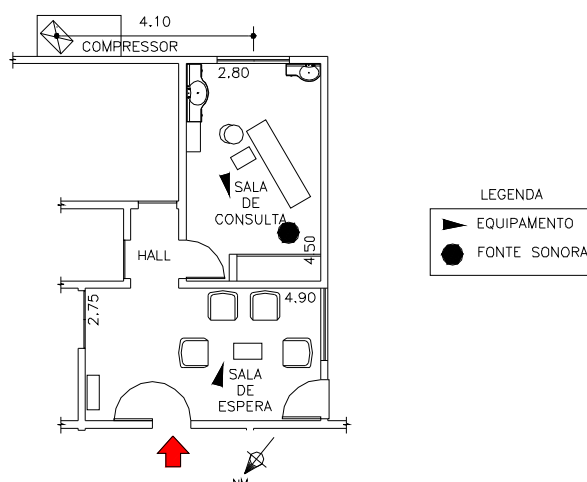


Figura 8.1 – Planta do consultório C01 localizado no bairro Flamboyant (pré-teste) e adaptado para o uso de consultório odontológico.

A figura 8.1 mostra a localização dos equipamentos necessários para medir os parâmetros acústicos, localizados na sala de consulta e na sala de espera, tais como: a fonte geradora de ruído, em forma de bola, e o equipamento *Investigator 2260D*, em forma de triângulo. Esses símbolos se repetirão nas outras plantas.

O consultório C02, cuja planta aparece na figura 8.2, foi construído em 2001 para o uso de atendimento dentário. Ele é conjugado com a residência da dentista, apresentando uma aparência de arquitetura residencial, tem materiais de acabamento do tipo granito e apresenta um agradável paisagismo na entrada (vide fotografia no Anexo 4). O consultório fica localizado no bairro Nova Campinas.

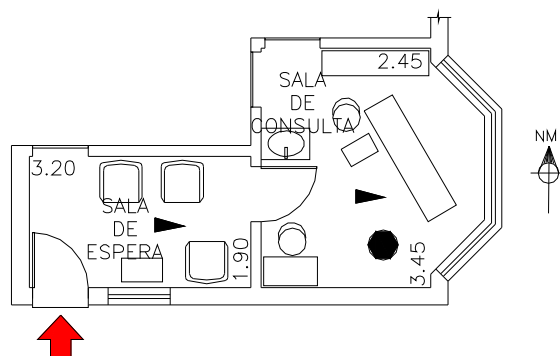


Figura 8.2 – Planta do consultório C02 localizado no bairro Nova Campinas e construído especificamente para o uso de consultório odontológico.

Na figura 8.3 está representada a planta do consultório C03, implantado em um prédio no centro da cidade e adaptado para o uso de consultório dentário. A planta mostra a localização do compressor do consultório, localizado dentro de um lavabo próximo a sala de espera. Esse foi o único caso estudado em que o compressor não fica fora da edificação. O consultório está instalado em um prédio antigo da cidade e a sala de consulta foi totalmente adaptada. Um exemplo desta adaptação é o ponto de água que não existia na sala de consulta. A tubulação hidráulica foi colocada posteriormente e fica exposta na parede, abaixo das janelas da rua, ligando a água do lavabo até a sala de consulta.

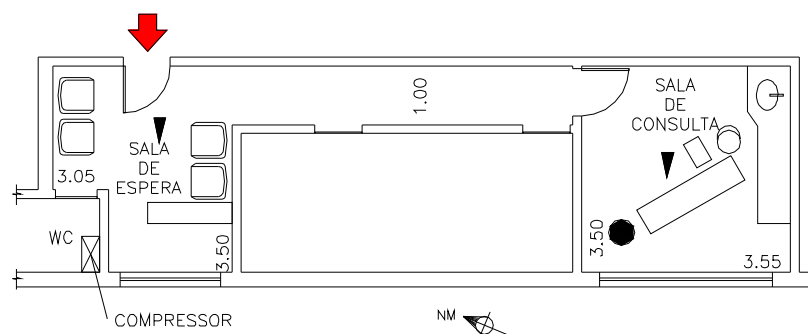


Figura 8.3 – Planta do consultório C03 localizado no centro da cidade e adaptado para o uso.

A planta da figura 8.4 representa o consultório C04, que foi construído especificamente para o uso de atendimento dentário. É uma clínica composta de várias salas, com arquitetura moderna e bem definida e uma lanchonete conjugada com a sala de espera.

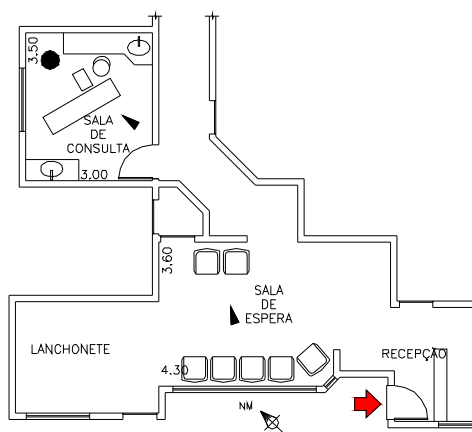


Figura 8.4 – Planta do consultório C04 localizado no bairro Botafogo e construído especificamente para o uso.

A planta da figura 8.5 mostra o consultório C05 implantado num prédio construído especificamente para o uso de atendimento dentário. Assim como no exemplo anterior, este consultório fica dentro de uma clínica, onde existem vários outros consultórios dentários. Esta clínica apresenta uma arquitetura com ambientes agradáveis como mezanino e jardim de inverno e utiliza vidros temperados. A edificação é bem estruturada para fins da área de saúde.

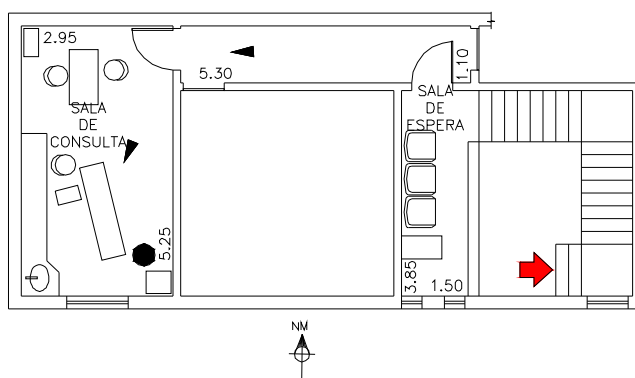


Figura 8.5 – Planta do consultório C05 localizado no bairro Flamboyant e construído especificamente para o uso de consultório odontológico.



O consultório C06 está representado na planta da figura 8.6. Foi implantado em uma casa do bairro Chácara da Barra e adaptado para o uso de consultório dentário. Sua arquitetura apresenta um aspecto totalmente residencial e seu interior é aconchegante.

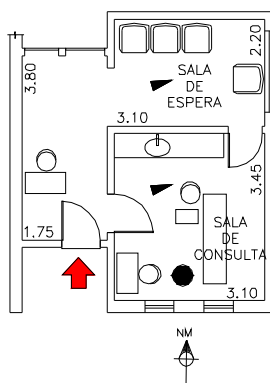


Figura 8.6 – Planta do consultório C06 localizado no bairro Chácara da Barra e adaptado para o uso odontológico.

A planta do consultório C07 está mostrada na figura 8.7. O consultório foi implantado em uma casa do bairro Castelo e adaptado para o uso. Tem um bom acabamento e utiliza materiais como granito, vidros temperados. Seu aspecto externo é de um sobrado residencial.

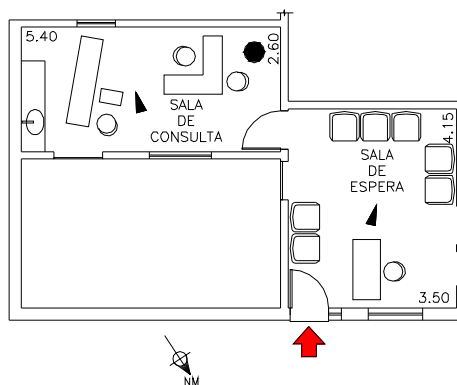


Figura 8.7 – Planta do consultório C07 localizado no bairro Castelo e adaptado para o uso odontológico.

Na figura 8.8 observa-se a planta do consultório C08, que foi implantado em uma casa do bairro Proença e adaptado para uso dentário. A arquitetura é simples, porém é um consultório com um excelente espaço interno comparado com os outros avaliados.

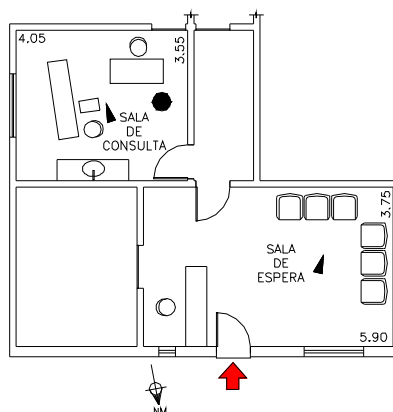


Figura 8.8 – Planta do consultório C08 localizado no bairro Proença e adaptado para o uso.

A planta da figura 8.9 representa o consultório C09, construído em casa térrea especificamente para o uso de atendimento da área de saúde. Sua arquitetura é agradável, possuindo em seu interior, jardins de inverno com vidros temperados.

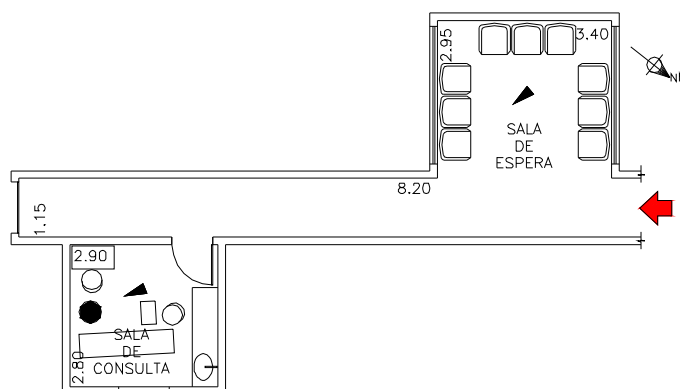


Figura 8.9 – Planta do consultório C09 localizado no bairro Guanabara e construído especificamente para o uso.

O consultório C10 tem sua planta indicada na figura 8.10. Foi adaptado para o uso quando implantado em uma casa do bairro Taquaral. Localizado numa rua bastante movimentada, sua arquitetura é antiga. Destaca-se dos outros por ser o único caso que apresenta piso de madeira na sala de espera, tornando um ambiente agradável.

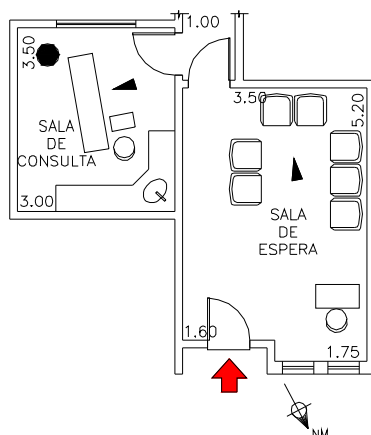


Figura 8.10 – Planta do consultório C10 localizado no bairro Taquaral e adaptado para o uso.

E finalmente está na planta da figura 8.11 o consultório C11, construído num prédio especificamente para o uso de atendimento da área de saúde. Apresenta uma arquitetura bastante arrojada, moderna e bem acabada. Faz parte de uma clínica com várias salas, apresenta materiais de construção de alto padrão, como: granito, gesso, textura, tijolo de vidro, sanca, e acessórios com design bastante criativo.

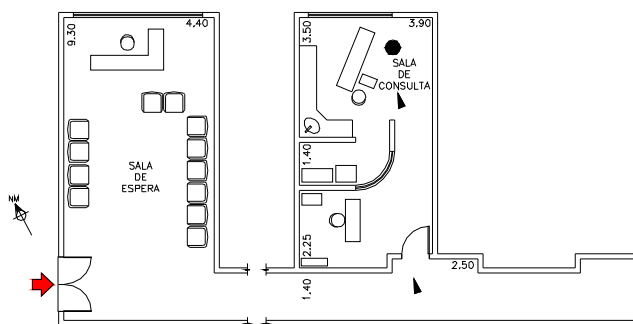


Figura 8.11 – Planta do consultório C11 localizado no bairro Cambuí construído especificamente para o uso.

Segundo BARROS (1993) a área mínima recomendada para a sala de consulta é de  $3 \times 3 = 9\text{m}^2$ . Na tabela 8.1 são apresentadas as áreas de cada consultório e as indicações se atende ou não a especificação.

Tabela 8.1 – Área da sala de consulta dos consultórios avaliados.

| Consultório | Área (m <sup>2</sup> ) | Recomendação |
|-------------|------------------------|--------------|
| C01         | 12,53                  | atende       |
| C02         | 10,23                  | atende       |
| C03         | 12,43                  | atende       |
| C04         | 10,50                  | atende       |
| C05         | 15,49                  | atende       |
| C06         | 10,69                  | atende       |
| C07         | 14,04                  | atende       |
| C08         | 14,38                  | atende       |
| C09         | 8,12                   | não atende   |
| C10         | 10,50                  | atende       |
| C11         | 13,65                  | atende       |

Da amostra estudada com exceção do consultório C09 todos atendem a área recomendada. Interessante observar que este consultório foi construído especificamente para o uso.

Com relação ainda as dimensões da sala de consulta fez-se um levantamento das relações X e Y da área ótima de trabalho desta sala nos consultórios analisados. As variáveis X e Y esquematizadas e apresentadas na planilha do Anexo 2, indicam se a área de trabalho do dentista está otimizada ou não.

Os valores de X1 variaram de 0,30 a 0,50m, os de X2 de 0,50 a 0,80m, os de Y1 de 0,30 a 0,50m e os de Y2 de 0,50 a 0,80m. Essas dimensões indicam sem exceção que as áreas de trabalho são otimizadas permitindo um trabalho ágil e sem problemas ergonômicos.

É importante retratar que os móveis constituídos dentro da sala de consulta dos consultórios analisados são: o equipo e uma bancada, cujas superfícies são revestidas com fórmica. Em alguns casos também havia uma mesa e uma cadeira. Na sala de espera haviam cadeiras, porém somente alguns consultórios apresentam também mesa, balcão e bebedouro.

E com relação a disposição do equipo dentro da sala de consulta, todas as cadeiras do paciente são orientadas para a janela, cujas dimensões são apresentadas nas plantas. Este posicionamento favorece a distração do paciente.

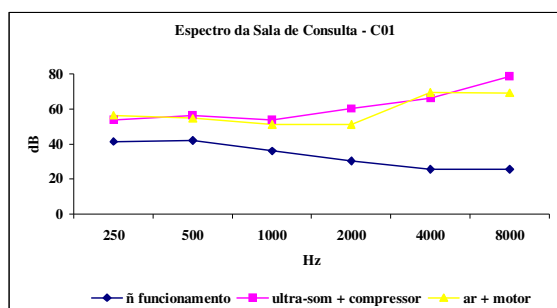
## 8.2 – Resultados e análise das medidas acústicas

Neste item apresenta-se os resultados dos espectros medidos nas salas de consulta e de espera em diferentes situações, das medidas do tempo de reverberação da sala de espera e do isolamento entre a sala de consulta e de espera.

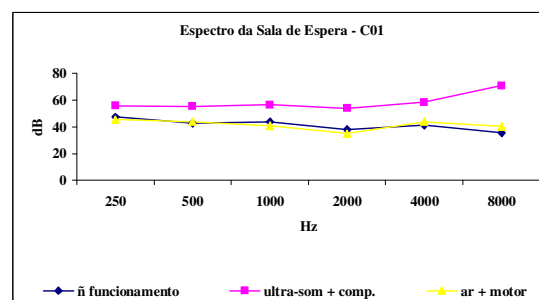
### 8.2.1 – Espectros sonoros

Na grande maioria dos estudos de conforto acústico, o ruído dos ambientes é avaliado pelo nível de pressão sonora (NPS) medido em dB(A). Sabe-se porém que com diferentes distribuições de níveis sonoros em função da frequência (espectros) é possível conseguir o mesmo valor em dB(A) de nível sonoro e representar diferentes sensações sonoras. Por isso a avaliação espectral pode trazer mais contribuição para a análise do conforto acústico de um ambiente do que somente o valor do NPS em dB(A). Assim optou-se por medir os espectros sonoros nas frequências de 63 a 8000Hz, das salas de consulta (SC) e de espera (SE) em diferentes situações. As situações escolhidas foram: a) nada funcionando, b) ar condicionado e/ou ventilador ligados (quando existiam) e c) tudo funcionando (inclusive motorzinho)

Nas figuras de 8.12 a 8.21 são apresentados os espectros sonoros das salas de consulta (SC) e de espera (SE), nas 3 situações indicadas para os consultórios escolhidos para a avaliação.

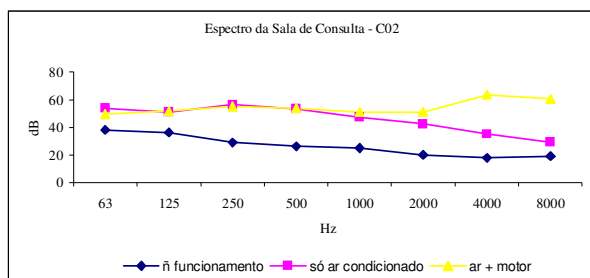


(a) Espectro da SC –C01

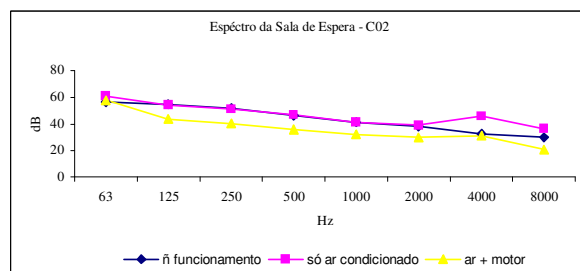


(a) Espectro da SE –C01

Figura 8.12 – Espectros (a) Sala de Consulta (SC) e (b) Sala de Espera (SE) do consultório C01.

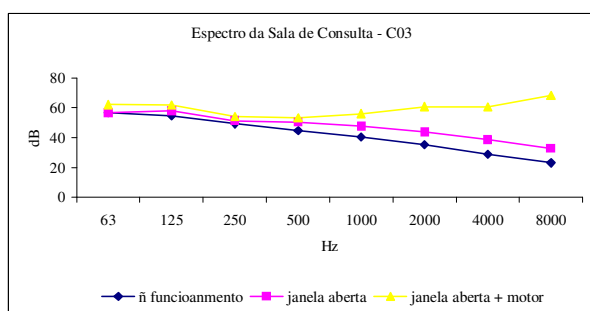


(a) Espectro da SC –C02

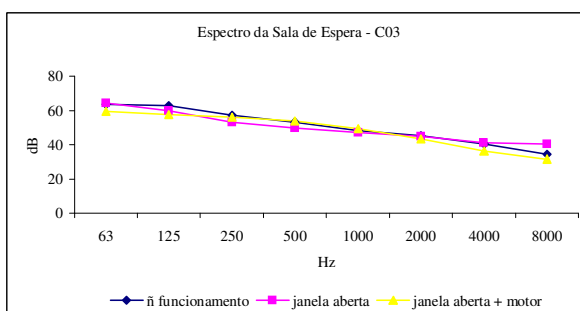


(b) Espectro da SE – C02

Figura 8.13 – Espectros (a) Sala de Consulta (SC) e (b) Sala de Espera (SE) do consultório C02.

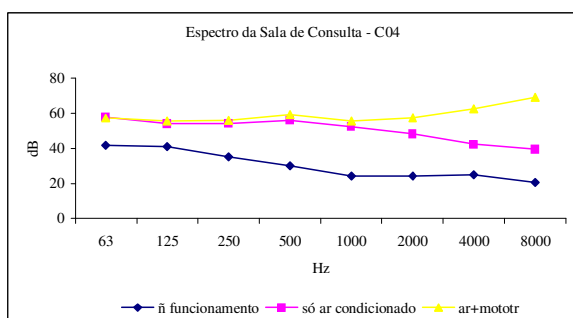


(a) Espectro da SC –C03

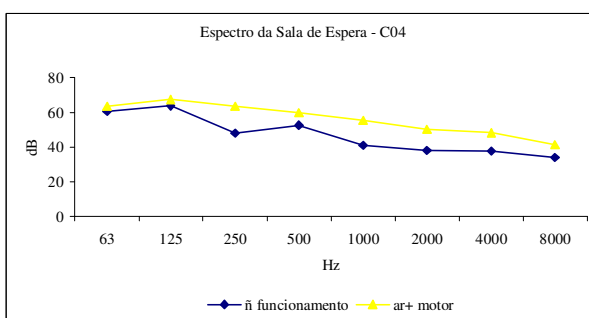


(b) Espectro da SE – C03

Figura 8.14 – Espectros (a) Sala de Consulta (SC) e (b) Sala de Espera (SE) do consultório C03.

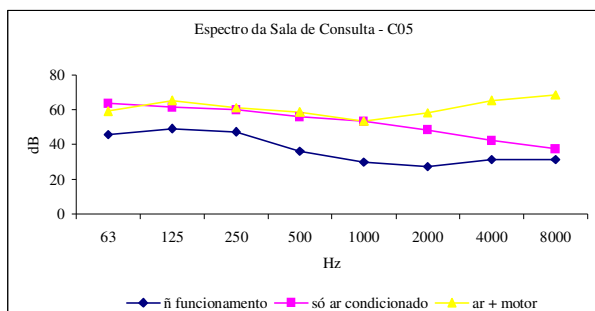


(a) Espectro da SC –C04

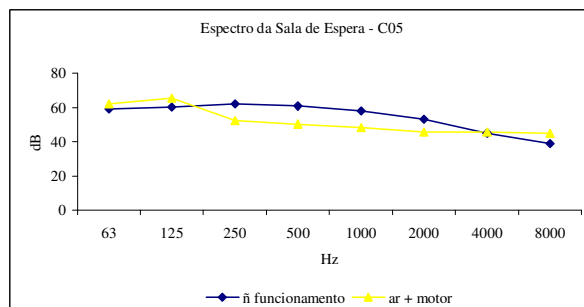


(b) Espectro da SE – C04

Figura 8.15 – Espectros (a) Sala de Consulta (SC) e (b) Sala de Espera (SE) do consultório C04.

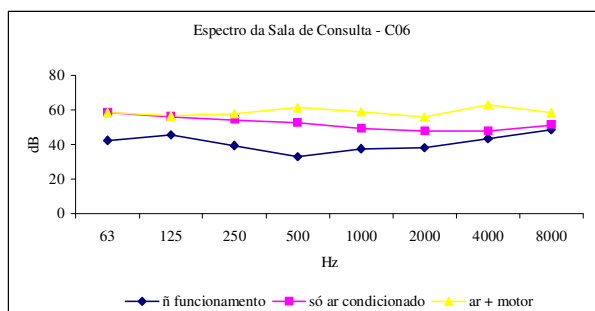


(a) Espectro da SC – C05

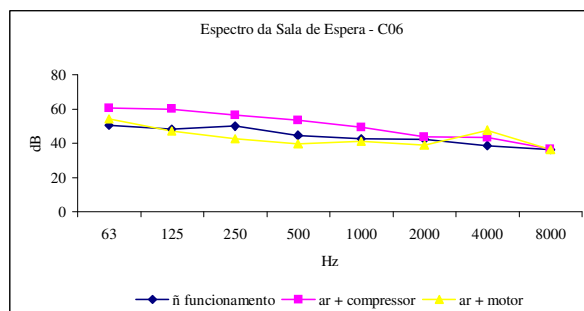


(b) Espectro da SE – C05

Figura 8.16 – Espectros (a) Sala de Consulta (SC) e (b) Sala de Espera (SE) do consultório C05.

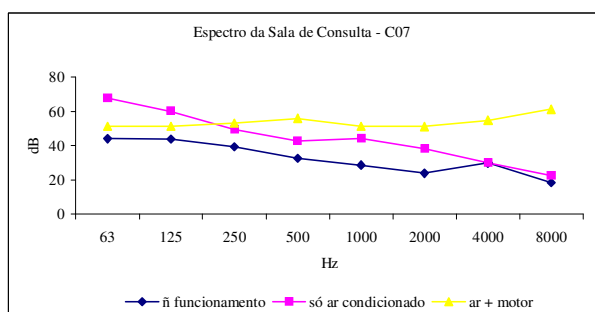


(a) Espectro da SC – C06

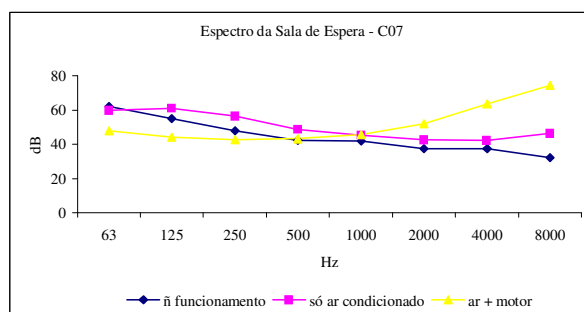


(b) Espectro da SE – C06

Figura 8.17 – Espectros (a) Sala de Consulta (SC) e (b) Sala de Espera (SE) do consultório C06.

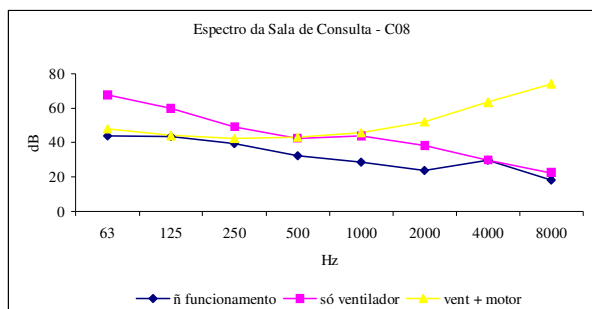


(a) Espectro da SC – C07

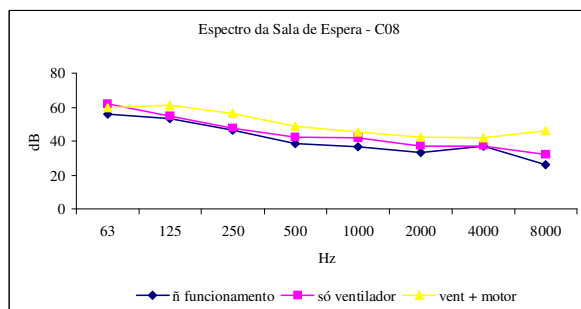


(b) Espectro da SE – C07

Figura 8.18 – Espectros (a) Sala de Consulta (SC) e (b) Sala de Espera (SE) do consultório C07.

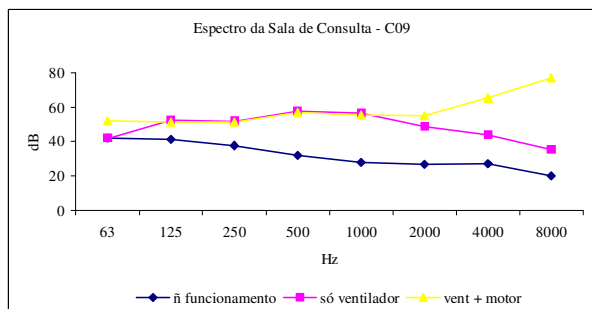


(a) Espectro da SC – C08

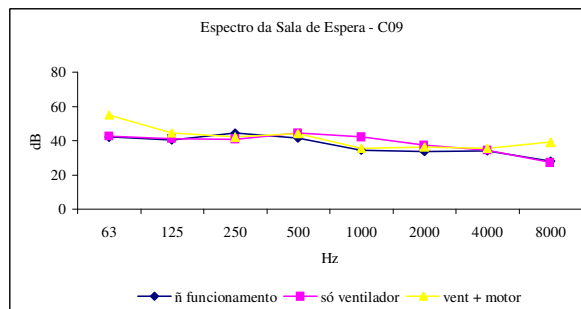


(b) Espectro da SE – C08

Figura 8.19 – Espectros (a) Sala de Consulta (SC) e (b) Sala de Espera (SE) do consultório C08.

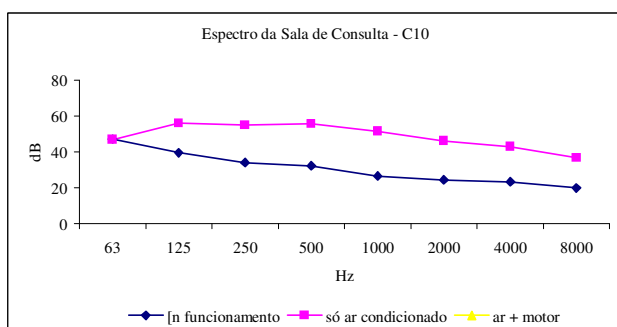


(a) Espectro da SC – C09

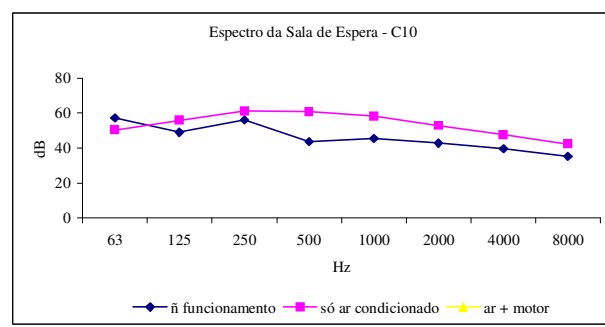


(b) Espectro da SE – C09

Figura 8.20 – Espectros (a) Sala de Consulta (SC) e (b) Sala de Espera (SE) do consultório C09.



(a) Espectro da SC – C10



(b) Espectro da SE – C10

Figura 8.21 – Espectros (a) Sala de Consulta (SC) e (b) Sala de Espera (SE) do consultório C10.



Analisando os espectros das salas de consultas dos consultórios observa-se uma semelhança bastante grande entre os espectros na situação de não funcionamento. Os maiores níveis sonoros acontecem em baixa frequência decaindo a medida que a frequência cresce. Esse resultado indica um bom isolamento do ambiente em relação ao meio externo.

Ainda para as salas de consulta nas situações onde o ar condicionado ou equipamento odontológico estão ligados os espectros medidos mudam significativamente. Os níveis sonoros elevam-se em todas as frequências porém a influência de cada um destes equipamentos é diferente. O ar condicionado contribuiu para uma elevação das baixas frequências e o equipamento dentário contribuiu mais para a elevação das altas frequências. Como o ouvido humano é mais sensível as altas frequências, esses resultados explicam em parte porque o ruído dos equipamentos dentários incomoda mais.

Os espectros das salas de espera de todos os consultórios na situação de não funcionamento são significativamente mais elevados do que os da sala de consulta. Esses resultados indicam que esse ambiente recebe maior influência do ruído externo porém atua como elemento de isolamento para as salas de consulta.

Novamente o ar condicionado altera de forma significativa também o espectro das salas de espera elevando todos os níveis, mas exercendo maior influência nas baixas frequências. Em especial, o consultório C06 tem uma influência bastante grande devido ao compressor.

Já para as salas de espera os espectros sonoros na situação de equipamento dentário ligado têm comportamento diferenciado entre os consultórios. Os espectros dos consultórios C02, C03, C05, C06 e C09 indicam quase nenhuma influência do equipamento dentário na sala de espera. Estes resultados podem ser atribuídos as plantas C03, C05 e C06 e ou material de isolamento C02 e C09.

### **8.2.2 – Tempo de reverberação**

A reverberação de um ambiente depende das dimensões (volume) e dos materiais de revestimento que o compõe. Para salas pequenas ( $V < 100\text{m}^3$ ) a maior influência na reverberação é devido aos

materiais de absorção. Observou-se nos consultórios avaliados que não existe diferença grande de materiais empregados entre as salas de consulta e as de espera. O tempo de reverberação tem influência direta na inteligibilidade da fala. Todavia a inteligibilidade também depende da distância fonte-receptor. No caso das salas de consulta dos consultórios avaliados a distância entre fonte e receptor são menores do que na sala de espera. Tendo em vista esses dois fatos optou-se por medir o tempo de reverberação em função de frequência entre 125 e 8000Hz somente para a sala de espera.

Os resultados dos tempos de reverberação (T2) das salas de espera dos consultórios estudados são apresentados na tabela 8.2.

Tabela 8.2 – Tempos de reverberação (T2) medidos nas salas de espera dos consultórios

|        |             | Frequência (Hz) |      |      |      |      |      |      |
|--------|-------------|-----------------|------|------|------|------|------|------|
|        | Consultório | 125             | 250  | 500  | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
| T2 (s) | C01         | -               | 1,22 | 1,41 | 1,61 | 2,34 | 1,39 | 0,91 |
|        | C02         | 2,94            | 1,24 | 1,10 | 0,97 | 0,87 | 0,81 | 0,68 |
|        | C03         | 2,08            | 2,06 | 1,38 | 1,40 | 1,05 | 0,95 | 0,74 |
|        | C04         | 2,67            | 1,57 | 2,06 | 1,81 | 1,39 | 1,30 | 1,10 |
|        | C05         | 2,82            | 2,05 | 1,90 | 1,56 | 1,50 | 2,23 | 1,04 |
|        | C06         | 2,29            | 1,49 | 1,61 | 1,49 | 1,36 | 1,00 | 0,91 |
|        | C07         | 1,50            | 1,55 | 1,08 | 1,13 | 0,99 | 0,91 | 0,78 |
|        | C08         | 2,00            | 1,46 | 1,42 | 1,27 | 1,14 | 1,41 | 1,42 |
|        | C09         | 2,07            | 1,60 | 1,49 | 1,28 | 1,36 | 1,42 | 0,89 |
|        | C10         | 2,14            | 1,70 | 1,41 | 1,44 | 1,49 | 2,22 | 2,01 |
|        | C11         | 1,80            | 2,33 | 2,85 | 2,06 | 2,10 | 1,94 | 1,75 |

De uma forma geral os tempos de reverberação são maiores nas baixas frequências e decaem com o aumento de frequência. Esse comportamento se explica pelo fato de que os materiais empregados são bastante reflexivos contribuindo com baixa absorção no tempo de reverberação. Acusticamente a análise do tempo de reverberação recai na frequência de 500Hz. Os resultados do tempo de reverberação a 500Hz variaram de 1,08 a 2,85s.

O consultório C07 apresenta o melhor desempenho do tempo de reverberação e o C11 o pior desempenho. O consultório C07 que foi adaptado para o uso, tem a sala de espera ligada a sala de consulta sem corredor e seu volume é menor, justificando essa diferença de resultado para o tempo de reverberação.

### 8.2.3 – Isolamento sonoro

O procedimento de medição do isolamento é estabelecido pelo equipamento de medida (*Investigator 2260D*). O ruído de fundo é medido na sala de espera; gera-se um sinal sonoro durante um certo intervalo de tempo e nessas condições são medidos os níveis de pressão sonora das duas salas cujo isolamento se quer avaliar. O sinal sonoro é desligado e o equipamento mede os níveis sonoros em função do tempo até atingir o ruído de fundo. Com as informações dos decaimentos sonoros, o tempo de reverberação é calculado. Ao final dessa etapa o equipamento armazena os valores de L1, L2, T2 e B2 e calcula o isolamento ( $R'_w$ ) do elemento que separa os dois ambientes em função da frequência.

Na tabela 8.3 estão apresentados os resultados dos níveis de pressão sonora (L1) da sala de consulta (SC), dos consultórios avaliados nas frequências de 63 a 8000Hz, obtidos durante o procedimento de medida de isolamento.

Tabela 8.3 – Níveis de pressão sonora (L1) das salas de consulta dos consultórios avaliados

|         |             | Frequência (Hz) |       |       |       |      |      |      |      |
|---------|-------------|-----------------|-------|-------|-------|------|------|------|------|
|         | Consultório | 63              | 125   | 250   | 500   | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
| L1 (dB) | C01         | -               | -     | 103,3 | 99,3  | 94,9 | 95,3 | 89,4 | 87,0 |
|         | C02         | 75,7            | 93,8  | 96,9  | 93,2  | 89,4 | 90,7 | 84,9 | 82,9 |
|         | C03         | 84,4            | 100,4 | 103,9 | 101,9 | 99,0 | 98,2 | 92,4 | 88,9 |
|         | C04         | 81,4            | 96,2  | 102,1 | 100,1 | 96,4 | 97,1 | 91,4 | 88,7 |
|         | C05         | 77,6            | 95,7  | 101,0 | 97,7  | 94,3 | 94,3 | 89,2 | 87,2 |
|         | C06         | 71,2            | 89,7  | 94,1  | 92,5  | 90,7 | 91,4 | 85,7 | 83,1 |
|         | C07         | 78,0            | 90,6  | 93,8  | 90,2  | 87,2 | 87,8 | 82,0 | 79,6 |
|         | C08         | 73,7            | 91,2  | 96,6  | 93,0  | 87,5 | 88,0 | 82,4 | 80,1 |
|         | C09         | 70,7            | 90,2  | 96,1  | 93,0  | 88,7 | 89,7 | 83,8 | 81,6 |
|         | C10         | 74,6            | 86,1  | 93,0  | 91,6  | 88,4 | 89,6 | 83,2 | 80,7 |
|         | C11         | 73,2            | 90,0  | 97,3  | 94,4  | 90,2 | 90,7 | 85,0 | 82,0 |

Obs.: Esses valores de nível de pressão sonora são medidos quando a fonte padrão está emitindo o ruído antes do decaimento.

A tabela 8.4 mostra os resultados dos níveis de pressão sonora (L2) da sala de espera (SE), de todos os consultórios avaliados nas frequências de 63 a 8000Hz, durante a medida de isolamento.

Tabela 8.4 – Níveis de pressão sonora (L2) das salas de espera dos consultórios avaliados

|         |             | Frequência (Hz) |      |      |      |      |      |      |      |
|---------|-------------|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|
|         | Consultório | 63              | 125  | 250  | 500  | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
| L2 (dB) | C01         | -               | -    | 77,1 | 72,7 | 67,1 | 68,1 | 64,5 | 59,5 |
|         | C02         | 70,2            | 79,2 | 79,2 | 74,3 | 69,3 | 70,0 | 65,2 | 59,7 |
|         | C03         | 73,4            | 88,1 | 85,9 | 80,4 | 75,9 | 77,7 | 68,0 | 60,0 |
|         | C04         | 62,6            | 69,7 | 71,0 | 67,0 | 62,1 | 62,8 | 60,5 | 54,6 |
|         | C05         | 70,5            | 77,7 | 82,2 | 77,2 | 72,5 | 72,0 | 69,7 | 64,8 |
|         | C06         | 68,3            | 72,9 | 76,5 | 71,6 | 66,1 | 67,5 | 65,1 | 60,1 |
|         | C07         | 61,2            | 66,6 | 72,6 | 66,8 | 62,0 | 62,1 | 59,7 | 55,0 |
|         | C08         | 63,5            | 70,7 | 74,6 | 69,8 | 62,4 | 61,5 | 57,3 | 50,0 |
|         | C09         | 51,1            | 61,2 | 66,7 | 63,0 | 59,3 | 59,6 | 57,0 | 51,5 |
|         | C10         | 65,9            | 74,6 | 75,1 | 72,2 | 67,2 | 67,1 | 63,1 | 57,9 |
|         | C11         | 61,7            | 70,9 | 76,2 | 71,3 | 65,8 | 65,4 | 62,6 | 56,6 |

Obs.: Esses valores de nível de pressão sonora são medidos enquanto a fonte sonora padrão emite ruído na sala de consulta.

A tabela 8.5 apresenta os níveis de ruído de fundo da sala de espera (SE), representados por B2, dos consultórios pesquisados, nas frequências de 63 a 8000Hz.

Tabela 8.5 – Níveis de ruído de fundo (B2) das salas de espera dos consultórios avaliados

|         |             | Frequência (Hz) |      |      |      |      |      |      |      |
|---------|-------------|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|
|         | Consultório | 63              | 125  | 250  | 500  | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
| B2 (dB) | C01         | -               | -    | 44,7 | 43,8 | 41,6 | 34,6 | 28,6 | 19,7 |
|         | C02         | 48,7            | 37,4 | 30,4 | 24,0 | 20,7 | 17,8 | 18,9 | 16,0 |
|         | C03         | 61,0            | 56,8 | 49,7 | 45,7 | 41,6 | 38,4 | 32,4 | 32,1 |
|         | C04         | 69,7            | 64,2 | 57,3 | 54,6 | 52,8 | 56,1 | 46,7 | 38,1 |
|         | C05         | 58,9            | 53,5 | 59,1 | 52,7 | 51,4 | 46,8 | 42,3 | 37,4 |
|         | C06         | 61,0            | 49,9 | 54,9 | 54,0 | 48,4 | 39,3 | 36,5 | 37,5 |
|         | C07         | 56,7            | 50,6 | 41,7 | 39,9 | 30,3 | 27,7 | 25,9 | 24,1 |
|         | C08         | 61,4            | 62,2 | 50,7 | 42,9 | 41,4 | 37,4 | 35,9 | 28,0 |
|         | C09         | 46,6            | 38,5 | 35,2 | 34,5 | 33,6 | 30,0 | 28,4 | 19,1 |
|         | C10         | 61,1            | 53,5 | 46,2 | 45,1 | 42,6 | 39,9 | 35,6 | 30,4 |
|         | C11         | 56,6            | 53,6 | 53,0 | 52,9 | 48,9 | 45,9 | 42,8 | 39,9 |

Os resultados das medidas de isolamento sonoro ( $R'$ ) de separação entre sala de consulta e de espera bem como o índice de isolamento ( $R'_w$ ) são apresentados na tabela 8.6.

Tabela 8.6 – Valores de  $R'$  em função da frequência e valores dos índices de isolamentos ( $R'_w$ )

|           |             | Frequência (Hz) |      |      |      |      |      |      | $R'_w$    |
|-----------|-------------|-----------------|------|------|------|------|------|------|-----------|
|           | Consultório | 125             | 250  | 500  | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |           |
| $R'$ (dB) | C01         | -               | 28,2 | 29,2 | 31,0 | 32,0 | 27,5 | 28,2 | <b>30</b> |
|           | C02         | 22,1            | 21,5 | 22,1 | 22,8 | 22,9 | 21,6 | 24,3 | <b>23</b> |
|           | C03         | 18,2            | 23,8 | 25,7 | 27,3 | 23,4 | 26,8 | 30,3 | <b>26</b> |
|           | C04         | 26,6            | 28,9 | 32,1 | 32,7 | 31,7 | 27,9 | 30,4 | <b>33</b> |
|           | C05         | 23,0            | 22,4 | 23,7 | 24,1 | 31,5 | 23,5 | 23,0 | <b>27</b> |
|           | C06         | 24,3            | 23,3 | 26,9 | 30,2 | 26,2 | 24,5 | 26,6 | <b>29</b> |
|           | C07         | 21,6            | 19,1 | 19,6 | 21,6 | 26,3 | 17,7 | 19,4 | <b>20</b> |
|           | C08         | 18,8            | 19,0 | 20,1 | 21,4 | 22,4 | 21,9 | 26,9 | <b>21</b> |
|           | C09         | 31,0            | 30,3 | 30,7 | 29,3 | 30,3 | 27,2 | 28,2 | <b>32</b> |
|           | C10         | 15,7            | 21,2 | 27,7 | 23,7 | 31,7 | 24,5 | 26,7 | <b>24</b> |
|           | C11         | 32,7            | 35,8 | 38,7 | 38,6 | 39,6 | 36,4 | 38,9 | <b>39</b> |

Os resultados dos índices de isolamento  $R'_w$  variaram de 20 a 39 dB. Convém lembrar que aqui não foi analisado o isolamento da superfície de separação entre sala de consulta e sala de espera, mas sim, o conjunto do isolamento. Nos casos onde sala de consulta e sala de espera estão justapostas o índice  $R'_w$  representa o isolamento de parede. Já no caso em que existem corredores e ou ambientes intermediários o isolamento refere-se a esse conjunto.

Quanto maior o valor do índice de isolamento  $R'_w$ , melhor a isolação sonora dos ambientes. Os consultórios C01, C02, C06, C07, C08 e C10 que são justapostos apresentaram índices de isolamento menores que os consultórios C03, C04, C05, C09 e C11 que têm elementos de isolamento como corredores e salas intermediárias. Portanto pode-se concluir que as plantas que contém corredores ou salas intermediárias apresentaram melhor desempenho quanto a isolamento sonoro entre salas de consulta e espera.

#### 8.2.4 – Curvas NC

Segundo a Norma NBR 10152 o nível de conforto de um ambiente pode ser avaliado pelo nível de pressão sonora medido em dB(A) ou pelo índice NC obtido dos espectros sonoros. Segundo esta Norma os níveis medidos devem representar o ruído de fundo do ambiente. Segundo o critério que foi estabelecido neste trabalho (tabela 6.1) os valores de conforto recomendados para as salas de consulta de consultórios em dB(A) estão na faixa de 35 a 45 e para as salas de espera na faixa de 40

a 50. Os valores de conforto recomendados em NC para as salas de consulta estão na faixa de 30 a 40 e para as salas de espera na faixa de 35 a 45.

Utilizando os espectros apresentados nas figuras de 8.12 a 8.21, obteve-se os valores das curvas NC, das salas de consulta (SC) e de espera (SE) dos consultórios. Os resultados são apresentados na tabela 8.7.

Observando os resultados das curvas NC para a sala de consulta, excetuando o consultório C06, verifica-se que os valores variaram de 23 a 39 dB e que se encontram dentro dos valores estabelecidos. Para as salas de espera, excetuando os consultórios C03, C05 e C10, os resultados das curvas NC variaram de 35 a 46 dB, encontrando-se dentro dos valores recomendados.

Tabela 8.7 – Resultados das curvas NC calculados segundo seu critério e níveis de pressão sonora

| Consultório | Sala de consulta |             |                     |                     | Sala de espera |             |                     |                     |
|-------------|------------------|-------------|---------------------|---------------------|----------------|-------------|---------------------|---------------------|
|             | NC<br>(dB)       | Lp [dB(A)]  |                     |                     | NC<br>(dB)     | Lp [dB(A)]  |                     |                     |
|             |                  | ñ func      | real 1 <sup>1</sup> | real 2 <sup>2</sup> |                | ñ func      | real 1 <sup>1</sup> | real 2 <sup>2</sup> |
| C01         | 37               | 42,0        | 78,2                | 72,5                | 43             | 48,4        | 71,0                | 48,6                |
| C02         | 23               | 30,4        | 53,9                | 66,9                | 41             | 48,6        | 50,9                | 39,5                |
| C03         | 39               | <b>46,8</b> | 52,6                | 71,3                | <b>50</b>      | <b>55,3</b> | 53,3                | 54,7                |
| C04         | 27               | 33,5        | 57,2                | 72,2                | 45             | <b>52,1</b> | –                   | 61,5                |
| C05         | 38               | 41,8        | 58,1                | 72,1                | <b>58</b>      | <b>62,6</b> | –                   | 55,4                |
| C06         | <b>51</b>        | <b>51,0</b> | 56,8                | 67,8                | 42             | 49,0        | 55,2                | 50,32               |
| C07         | 31               | 36,6        | 49,2                | 65,5                | 39             | 47,3        | 54,0                | 74,5                |
| C08         | 31               | 36,6        | 49,2                | 74,5                | 39             | 44,4        | 47,3                | 54,0                |
| C09         | 29               | 35,7        | 59,6                | 77,4                | 35             | 42,9        | 46,4                | 45,5                |
| C10         | 25               | 34,3        | 56,4                | –                   | <b>46</b>      | <b>50,8</b> | 62,4                | –                   |

Para a sala de consulta, os resultados da avaliação em NC concordam com os resultados de dB(A) exceto para o consultório C03. Esse comportamento está associado a ineficiência do isolamento do ruído externo. Dentre os consultórios analisados a sala de consulta do C06 foi considerado fora do limite de conforto acústico para dB(A) e NC.

<sup>1</sup> real 1 - funcionamento real da sala somente com aparelho de ar condicionado ligado

<sup>2</sup> real 2 - funcionamento real da sala com motor e aparelho de ar condicionado ligados

Para as salas de espera, com exceção do consultório C04, os resultados das análises em dB(A) e NC concordam. Porém os consultórios C03, C05 e C10 também apresentam índices considerados fora do limite de conforto acústico para dB(A) e NC.

Resumindo a comparação dos resultados NC com os valores recomendados pela Norma, a maioria dos consultórios avaliados encontram-se dentro das faixas recomendáveis de conforto. É interessante observar que cada consultório tem um layout diferente, uma arquitetura específica e a influência do ruído externo também totalmente diferente entre eles. Pode-se dizer que na maioria dos casos estudados os projetos são acusticamente confortáveis segundo a Norma NBR 10152.

### 8.2.5 – Nível de Interferência na fala (SIL)

Em geral a análise da interferência do ruído na comunicação depende de combinação dos resultados do SIL com as distâncias estimadas entre as pessoas que estão se comunicando. Nos consultórios avaliados observa-se que na sala de consulta (SC), as duas pessoas que se comunicam estão a uma distância máxima de 1,5m entre si. Nessas condições que o nível da voz seja normal, o valor de SIL deve ser no máximo de 53 dB. Se este valor for maior que 53 dB, deve-se haver um aumento do nível da voz para uma boa inteligibilidade da fala.

Na tabela 8.8 estão apresentados os resultados dos cálculos de SIL obtidos a partir dos espectros sonoros medidos nas salas de consulta e de espera nas três situações de funcionamento para os consultórios avaliados. Aparecem também nesta tabela os valores máximos e mínimos das distâncias entre fonte e receptor ( $d_{\text{fonte-receptor}}$ ) calculados a partir das plantas das salas dos consultórios. São apresentados ainda que para cada relação entre SIL e a distância fonte-receptor, a avaliação do critério SIL deve ser o tom de comunicação para uma boa inteligibilidade.

Lembrando que segundo a análise do critério SIL, os parâmetros de comunicação caracterizam-se em quatro tipos de vozes: N – normal, R – voz elevada (*raised*), L – voz alta (*loud*) e S – gritada (*shouting*). No caso da sala de consulta (SC), distância fonte-receptor é considerada a distância entre o dentista e seu paciente, e para a sala de espera (SE), distância fonte-receptor é a distância entre dois pacientes sentados nas poltronas aguardando para serem atendidos.

Tabela 8.8 – Resultados do SIL calculados segundo os espectros medidos nas duas salas (SC) e (SE)

|     |                             | SC          |     |                     |          |                     |          | SE          |          |                     |          |                     |          |
|-----|-----------------------------|-------------|-----|---------------------|----------|---------------------|----------|-------------|----------|---------------------|----------|---------------------|----------|
|     |                             | ñ func      |     | real 1 <sup>1</sup> |          | real 2 <sup>2</sup> |          | ñ func      |          | real 1 <sup>1</sup> |          | real 2 <sup>2</sup> |          |
| C01 | SIL (dB)                    | <b>33,4</b> |     | <b>59,1</b>         |          | <b>56,6</b>         |          | <b>41,5</b> |          | <b>56,2</b>         |          | <b>40,9</b>         |          |
|     | d <sub>fonte-receptor</sub> | 0,5         | 1,5 | 0,5                 | 1,5      | 0,5                 | 1,5      | 1,0         | 2,2      | 1,0                 | 2,2      | 1,0                 | 2,2      |
|     | critério SIL                | N           | N   | N                   | <b>R</b> | N                   | <b>R</b> | N           | N        | N                   | <b>R</b> | N                   | N        |
| C02 | SIL (dB)                    | <b>22,7</b> |     | <b>44,4</b>         |          | <b>55,0</b>         |          | <b>39,4</b> |          | <b>43,1</b>         |          | <b>32,1</b>         |          |
|     | d <sub>fonte-receptor</sub> | 0,5         | 1,5 | 0,5                 | 1,5      | 0,5                 | 1,5      | 1,0         | 1,9      | 1,0                 | 1,9      | 1,0                 | 1,9      |
|     | critério SIL                | N           | N   | N                   | N        | N                   | <b>R</b> | N           | N        | N                   | N        | N                   | N        |
| C03 | SIL                         | <b>37,8</b> |     | <b>45,0</b>         |          | <b>57,6</b>         |          | <b>46,8</b> |          | <b>45,6</b>         |          | <b>45,7</b>         |          |
|     | d <sub>fonte-receptor</sub> | 0,5         | 1,5 | 0,5                 | 1,5      | 0,5                 | 1,5      | 1,0         | 2,6      | 1,0                 | 2,6      | 1,0                 | 2,6      |
|     | critério SIL                | N           | N   | N                   | N        | N                   | <b>R</b> | N           | N        | N                   | N        | N                   | N        |
| C04 | SIL                         | <b>25,8</b> |     | <b>49,7</b>         |          | <b>58,7</b>         |          | <b>42,3</b> |          | –                   |          | <b>53,4</b>         |          |
|     | d <sub>fonte-receptor</sub> | 0,5         | 1,5 | 0,5                 | 1,5      | 0,5                 | 1,5      | 1,0         | 3,5      | 1,0                 | 3,5      | 1,0                 | 3,5      |
|     | critério SIL                | N           | N   | N                   | N        | N                   | <b>R</b> | N           | <b>R</b> | –                   | –        | N                   | <b>R</b> |
| C05 | SIL                         | <b>31,2</b> |     | <b>49,9</b>         |          | <b>58,9</b>         |          | <b>54,1</b> |          | –                   |          | <b>47,4</b>         |          |
|     | d <sub>fonte-receptor</sub> | 0,5         | 1,5 | 0,5                 | 1,5      | 0,5                 | 1,5      | 1,0         | 1,7      | 1,0                 | 1,7      | 1,0                 | 1,7      |
|     | critério SIL                | N           | N   | N                   | N        | N                   | <b>R</b> | N           | <b>R</b> | –                   | –        | N                   | N        |
| C06 | SIL                         | <b>37,9</b> |     | <b>49,3</b>         |          | <b>59,6</b>         |          | <b>42,0</b> |          | <b>47,3</b>         |          | <b>41,7</b>         |          |
|     | d <sub>fonte-receptor</sub> | 0,5         | 1,5 | 0,5                 | 1,5      | 0,5                 | 1,5      | 1,0         | 2,7      | 1,0                 | 2,7      | 1,0                 | 2,7      |
|     | critério SIL                | N           | N   | N                   | N        | N                   | <b>R</b> | N           | N        | N                   | N        | N                   | N        |
| C07 | SIL                         | <b>28,6</b> |     | <b>38,5</b>         |          | <b>53,1</b>         |          | <b>39,6</b> |          | <b>44,6</b>         |          | <b>51,1</b>         |          |
|     | d <sub>fonte-receptor</sub> | 0,5         | 1,5 | 0,5                 | 1,5      | 0,5                 | 1,5      | 1,0         | 3,3      | 1,0                 | 3,3      | 1,0                 | 3,3      |
|     | critério SIL                | N           | N   | N                   | N        | N                   | N        | N           | N        | N                   | N        | N                   | <b>R</b> |
| C08 | SIL                         | <b>28,6</b> |     | <b>38,5</b>         |          | <b>51,1</b>         |          | <b>36,4</b> |          | <b>39,6</b>         |          | <b>44,6</b>         |          |
|     | d <sub>fonte-receptor</sub> | 0,5         | 1,5 | 0,5                 | 1,5      | 0,5                 | 1,5      | 1,0         | 3,0      | 1,0                 | 3,0      | 1,0                 | 3,0      |
|     | critério SIL                | N           | N   | N                   | N        | N                   | N        | N           | N        | N                   | N        | N                   | N        |
| C09 | SIL                         | <b>28,4</b> |     | <b>41,9</b>         |          | <b>58,1</b>         |          | <b>35,8</b> |          | <b>39,5</b>         |          | <b>37,8</b>         |          |
|     | d <sub>fonte-receptor</sub> | 0,5         | 1,5 | 0,5                 | 1,5      | 0,5                 | 1,5      | 1,0         | 3,0      | 1,0                 | 3,0      | 1,0                 | 3,0      |
|     | critério SIL                | N           | N   | N                   | N        | N                   | <b>R</b> | N           | N        | N                   | N        | N                   | N        |
| C10 | SIL                         | <b>26,6</b> |     | <b>49,0</b>         |          | –                   |          | <b>42,8</b> |          | <b>54,7</b>         |          | –                   |          |
|     | d <sub>fonte-receptor</sub> | 0,5         | 1,5 | 0,5                 | 1,5      | 0,5                 | 1,5      | 1,0         | 2,5      | 1,0                 | 2,5      | 1,0                 | 2,5      |
|     | critério SIL                | N           | N   | N                   | N        | –                   | –        | N           | N        | N                   | <b>R</b> | –                   | –        |

Analisando as salas de consulta dos consultórios, considerando as duas primeiras situações de medida (não funcionando e ar condicionado funcionando), mesmo para as condições de máxima distância a condição de inteligibilidade é boa. Quando o equipamento odontológico entra em funcionamento a inteligibilidade é reduzida e para mantê-la há necessidade de elevação da voz. Isso acontece com os consultórios C01, C02, C03, C04, C05, C06 e C09.



Para as salas de espera, os consultórios C04 e C05 apresentam interferência na fala para as distâncias máximas, porém com tudo desligado. Isto se deve por estes consultórios apresentarem ambientes compostos. Na sala de espera do primeiro consultório C04 existe um mezanino e no segundo consultório C05 a lanchonete e recepção encontram-se no mesmo ambiente da sala de espera. Exceto para os consultórios C04 e C07, o funcionamento do ar condicionado e do motorzinho não alterou a inteligibilidade.

### **8.3 – Subsídios para conforto acústico de consultórios odontológicos**

De acordo com as análises feitas dos vários parâmetros acústicos, pode-se identificar alguns fatores que contribuíram favoravelmente ou não ao conforto acústico dos ambientes avaliados. Ficou confirmado que a presença do compressor próximo das salas contribui para um elevado nível de ruído de fundo. Com isso os projetos devem prever a idéia de afastá-los.

Observou-se que o ar condicionado é uma fonte interna que eleva muito o ruído de fundo e interfere na comunicação. Portanto no projeto deve-se prestar atenção na potência sonora desses equipamentos e na sua localização dentro do ambiente.

Os consultórios odontológicos que têm melhor desempenho em tempo de reverberação são os que não apresentam corredor. Por outro lado o corredor e a sala intermediária é favorável ao isolamento. É importante para o projetista ponderar qual é o fator mais importante (tempo de reverberação ou isolamento).

Em termos de disposição interna, os melhores resultados aconteceram quando a sala de consulta ficava mais afastada da rua e a sala de espera como elemento de proteção entre estas. Embora isso prejudique a sala de espera, é melhor prever um tratamento acústico específico para as salas, para que elas tenham um ruído de fundo adequado.

É importante que existam aberturas (janelas) tanto na sala de consulta como na sala de espera, embora isto possa ser um agravante ao isolamento, mas que pode ser corrigido com materiais específicos. Isto melhora os aspectos psicológicos.

No caso do isolamento ser feito por paredes compostas (alvenaria mais portas ou janelas), é importante conjugar materiais de desempenho semelhantes quanto ao isolamento.

### **8.4 – Considerações segundo os profissionais entrevistados**

Geralmente são duas pessoas envolvidas ao trabalho na sala de consulta do consultório odontológico. Na sala de espera este número é característico de cada consultório, variando de 2 até aproximadamente 10 pessoas.

O funcionamento dos equipamentos dentários como canetas de alta rotação e compressores de ar, considerados equipamentos que causam maior grau de incômodo aos pacientes e profissionais, varia de 5 a 10 minutos por consulta. O número de consultas atendidas diariamente também varia de acordo com cada consultório avaliado.

A relação com o aspecto psicológico do paciente, segundo os profissionais entrevistados, está sempre associada ao ruído do motor. Em muitos casos foi citado que existe um trauma associado a este ruído. Os ruídos emitidos pelos outros equipamentos causam um grau de incômodo menor, porém a somatória destes ruídos podem contribuir como um fator negativo. Existem equipamentos mais modernos que emitem um nível de ruído mais baixo. E no tratamento com laser o nível de ruído torna-se imperceptível, no entanto este tratamento não é compatível com a realidade brasileira atual.

## 9 - CONCLUSÃO

As tipologias de construção encontradas nos consultórios avaliados podem ser classificadas basicamente em edificações construídas especificamente para o uso de consultório odontológico e casas adaptadas para o uso dentário. As dimensões dos ambientes analisados variaram muito, influenciando de forma bastante diversificada cada parâmetro acústico avaliado.

No levantamento de plantas verificou-se que existe uma preocupação por parte dos profissionais dentistas em tornar os ambientes agradáveis, minimizando através do layout e da decoração, a caracterização ambiental para o atendimento odontológico.

O material construtivo empregado para o uso foi na maioria dos casos, granito ou cerâmica, devido a necessidade de higienização dos ambientes. Para as paredes foi utilizado tijolo maciço ou bloco cerâmico e os tetos foram feitos de laje. Os materiais de acabamento são em termos de absorção, caracterizados como materiais bastante reflexivos. Desta forma contribuem com uma baixa parcela de absorção sonora no ambiente principalmente nas altas frequências. Por isso verificou-se porque o nível de pressão sonora gerado pelo motor do dentista é que gera um incômodo maior associado as altas frequências. Isso explica também em parte, porque o ruído do motor se sobressai em relação ao ruído dos outros equipamentos, acentuando que a aversão percebida pelo paciente quando ocorre o uso do motor é maior do que qualquer outro equipamento dentário ligado, ou até mesmo o próprio aparelho de ar condicionado.

É interessante verificar que, no caso do ar condicionado e o equipamento odontológico em funcionamento, os espectros mudaram significativamente. É clara a elevação dos níveis sonoros em todas as frequências, porém o ar condicionado contribuiu mais para a elevação nas baixas frequências enquanto o motor contribuiu mais para elevação nas altas frequências. Podendo concluir com isso que como o ouvido humano é mais sensível as altas frequências pode-se dizer que em parte, é por isso que o ruído do motor causa um grande incômodo ao paciente.

No estudo de isolamento dos consultórios avaliados, verificou-se que o isolamento entre a sala de consulta e a sala de espera pode ser feita por paredes simples ou salas intermediárias. Pode-se

## Conclusão

---

concluir então que as plantas que apresentaram corredores ou salas intermediárias apresentam melhor desempenho de isolamento sonoro entre as salas de consulta e de espera.

A inteligibilidade de comunicação da fala foi considerada boa para as duas primeiras condições de medição (não funcionamento e ar condicionado ligado). Também na situação do uso do motor com o ar condicionado ligado para a distância mínima entre as pessoas, a inteligibilidade ainda continua sendo boa.

É difícil estabelecer um projeto cujo o desempenho acústico é adequado e também que atenda simultaneamente a todos os parâmetros acústicos.

## 10 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (ABCI) *Manual técnico de caixilhos e janelas: aço, alumínio, vidros, PVC, madeira, acessórios, juntas e materiais de vedação*. São Paulo: Pini, 1991.
- ALTINOZ, H. C. et al. *A pilot study of measurement of the frequency of sounds emitted by high-speed dental air turbines*. *Journal of Oral Science*, v. 43 (3), p. 189-92, sep. 2001.
- ATLAS Manuais de Legislação Atlas. *Segurança e Medicina do Trabalho*. São Paulo: Atlas S.A., 1992.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NB 101: Tratamento acústico em recintos fechados**. novembro, 1988.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10152: Níveis de Ruído para Conforto Acústico**. dezembro, 1987.
- BARING, J. G. de A. *O desempenho acústico de caixilhos de fachada no contexto do controle da poluição sonora urbana*. 1989. Tese de Doutorado, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- BARROS, O. B. *Ergonomia 1: a eficiência ou rendimento e a filosofia correta de trabalho em odontologia*. São Paulo: Pancast, 1991.
- \_\_\_\_\_. *Ergonomia 2: o ambiente físico de trabalho, a produtividade e a qualidade de vida em odontologia*. São Paulo: Pancast, 1993.
- \_\_\_\_\_. *Ergonomia*. São Paulo: Pancast, 1999.
- BERANEK, L. L. *Noise and vibration control*. New York: Mc Graw Hill, 1971.

- BERBARE, G. M. *Perda auditiva induzida por ruído de motores de alta rotação em odontólogos e alunos de odontologia: análise audiométrica em frequências entre 250Hz e 16KHz*. In: **Livro de artigos do IV Seminário de Pesquisa da FFCLRP**, Ribeirão Preto, v. 2, p. 183, 2001.
- \_\_\_\_\_. *Efeitos do ruído nas práticas de atendimento odontológico*. In: **Livro de artigos do IV Seminário de Pesquisa da FFCLRP**, Ribeirão Preto, p. 25-26, 1999.
- BERGLUND, B., LINDVALL, T. *Community noise*. Stockholm: Center for Sensory Research, 1995.
- DE MARCO, C. S. *Elementos de acústica arquitetônica*. São Paulo: Nobel, 1982.
- EGAN, M. D. *Architectural Acoustics*. New York: McGraw-Hill, 1988.
- FILHO, J. R. M. *Avaliação da acústica de recintos pelo método dos elementos finitos*. 1995. Tese de Mestrado, Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- GERGES, S. N. Y. *Ruído: fundamentos e controle*. São Paulo: CBSSI, 1992.
- GINN, K. B. *Architectural Acoustics*. Dinamarca: Naerum Offset, 1978.
- GLOAG, D. *Noise: hearing loss and psychological effects*. **British Medical Journal**, v. 281, p. 1325-1327, nov. 1980
- HINZE, H. F. et al. *Dentists at high risk for hearing loss: protection with custom earplugs*. **General Dentistry**, v. 47 (6), p. 600-3, quiz 604-5, nov.-dec. 1999.
- KINSLER, L. E. et al. *Fundamentals of acoustics*. New York: John Wiley & Sons, 1982.
- LAVILLE, A. *Ergonomia*. São Paulo: EPU, Ed. da USP, 1977.

- MEHTA, M. et al. *Architectural acoustics: principles and design*. New Jersey: Prentice-Hall, 1999.
- MINAS GERAIS (Estado). Conselho Regional de Odontologia de Minas Gerais. Rio, L. M. S. P. e Rio, R. P. *Manual de ergonomia odontológica*. Belo Horizonte, 2000. 41 p.
- NEPOMUCENO, L. X. *Acústica técnica*. São Paulo: 1968.
- PAYA, M. *Isolamento térmico e acústico*. (edição original: ISBN-84-329-2958-1 CEAC, Barcelona): Plátano Edições técnicas, 1994.
- SABINE, W. C. *Collected papers on acoustics*. New York: Dover, 1964.
- SÃO PAULO (Estado). Resolução n.º 15, 18 de janeiro de 1999. *Aprova Norma Técnica que estabelece condições para instalação e funcionamento de estabelecimentos de assistência odontológica*, e dá providências correlatas, através de revogação do parágrafo 1º, do artigo 5º da Resolução n.º 186, de 1995. Disponível em: < [http://www.saude.sp.gov.br/html/fr\\_legi.htm](http://www.saude.sp.gov.br/html/fr_legi.htm) >. Acesso em: 22 jun. 2001.
- SÃO PAULO (Estado). Portaria n.º 11, 4 de julho de 1995. *Dispõe sobre condições ideais de trabalho relacionadas ao controle de doenças transmissíveis em estabelecimentos de assistência odontológica*. Disponível em: < [http://www.saude.sp.gov.br/html/fr\\_legi.htm](http://www.saude.sp.gov.br/html/fr_legi.htm) >. Acesso em: 22 jun. 2001.
- SÃO PAULO (Estado). Resolução n.º 317, 24 de maio de 1994. *Aprova Norma Técnica que dispõe sobre o diagnóstico da Perda Auditiva Induzida pelo Ruído e a Redução e Controle do Ruído nos Ambientes e Postos de Trabalho*. Disponível em: < [http://www.saude.sp.gov.br/html/fr\\_legi.htm](http://www.saude.sp.gov.br/html/fr_legi.htm) >. Acesso em: 22 jun. 2001.
- SETCOS, J. C., MAHYUDDIN, A. *Noise levels encountered in dental clinical and laboratory practice. International Journal of Prosthodontics*, v. 11 (2), p. 150-7, mar-apr 1998.

## Referências Bibliográficas

---

SORAINEN, E., RYTKONEN, E. *High-frequency noise in dentistry. American Industrial Hygiene Association Journal*, v. 63 (2), p. 231-3, mar-apr. 2002.



## 11 – BIBLIOGRAFIAS CONSULTADAS

- ALEXANDER, G. *Posição ergonômica de trabalho. Revista da Associação Paulista de Cirurgiões Dentistas*, São Paulo, v. 34, n. 1, p. 72, jan./fev. 1980.
- ALMEIDA, S. I. C. et al. *História natural da perda auditiva ocupacional provocada por ruído. Revista da Associação de Medicina do Brasil*, v. 46, n. 2, p. 143-158, 2000.
- AMARANTE, F. *Poluição sonora e o perigo da surdez. Medicina de hoje*, São Paulo, 606-608, ago. 1977.
- ANTUNES, J. L. F. *O campo da odontologia social: pesquisas indexadas. Odontologia e sociedade*, v. 1, n.º ½, 31-34, 1999.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 6023: Informação e documentação – Referências – Elaboração*. agosto, 2000.
- AYER, W. A. *Psychology and dentistry*. Florida, Charles C. Thomas, 1972.
- BIJELLA, V. T. *Fatores determinantes da baixa produtividade do cirurgião dentista. Revista da Associação Paulista de Cirurgiões Dentistas*, São Paulo, v. 34, n. 1, p. 40, jan./fev. 1980.
- CORONA, E., LEMOS, C. A. C. *Dicionário da arquitetura brasileira*. São Paulo: Artshow Books, 1989.
- CRUZ, J. S. et al. *A imagem do cirurgião-dentista: um estudo de representação social. Revista de Odontologia da Universidade São Paulo*, v. 11, n. 4, p. 307-313, out./dez. 1997.
- DAVIS, L. G. et al. *Psychological effects of aesthetic dental treatment, Journal of Dentistry*, v. 26, p. 547-554, 1998.

- FILHO, S. B. S., BARRETO, S. M. *Atividade ocupacional e prevalência de dor osteomuscular em cirurgiões-dentistas de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil: contribuição ao debate sobre os distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho. Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 17, n. 1, p. 181-193, jan./fev. 2001.
- FISCHER, J. E. et al. *Objectifying psychomental stress in the workplace – on exemple. International archives os occupational and environmental health*, v. 73, p. S46-S52, 2000.
- LOUBELO, E. F. et al. *Rotating instruments deafening noise and students' ears protection in dentistry. Journal of dental research*, 2647, 1998.
- PEREIRA, L. H. M. C. *Influência do ambiente sobre os limiares de percepção e de tolerância a dor dentária: um estudo psicofísico*. 1997. Tese de Mestrado, Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo.
- PORTO, F. A. *O consultório odontológico*. São Paulo: Scritti, 1944. 152 p.
- \_\_\_\_\_. F. A. Algumas noções sobre racionalização do trabalho em odontologia. O ensino de economia profissional nas faculdades. *Revista da Associação Paulista de Cirurgiões Dentistas*, São Paulo, v. 25, n. 3, p. 110-113, mai./jun. 1971.
- REZENDE, J. R. V. O trabalho conjunto psicólogo-dentista. In: Encontro Nacional de Psicologia e Profissionais de Ciências Sociais, 4, 1985, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1985, p. 88-90.
- SILVA, A. A., COSTA, E. A. *Avaliação da surdez ocupacional. Rev Ass Med Brasil*, v. 44, n. 1, p. 65-68. 1998.
- SIMÕES, M. R. *Notas em torno da arquitetura da avaliação psicológica*. Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação, Universidade de Coimbra, n.º 11, 1994.

## ANEXO 1

## Relação da quantidade de profissionais dentistas por bairros de Campinas

| BAIRRO               | Nº  | %     | BAIRRO              | Nº | %    | BAIRRO              | Nº | %    |
|----------------------|-----|-------|---------------------|----|------|---------------------|----|------|
| Centro               | 368 | 14,69 | Vila Jequitibás     | 6  | 0,24 | F.C. Popuar         | 2  | 0,08 |
| Cambuí               | 342 | 13,65 | M. Santo Antonio    | 5  | 0,20 | Jd, das Bandeiras   | 2  | 0,08 |
| Chapadão             | 159 | 6,35  | Jd. Leonor          | 5  | 0,20 | Vila Carlito        | 2  | 0,08 |
| Guanabara            | 126 | 5,03  | Jd. Botânico        | 5  | 0,20 | Vila Iorio          | 1  | 0,04 |
| Taquaral             | 75  | 2,99  | Vila São Bento      | 5  | 0,20 | Jd. São Conrado     | 1  | 0,04 |
| Parque Taquaral      | 40  | 1,60  | Jd. Conceição       | 5  | 0,20 | Vila Soares         | 1  | 0,04 |
| Alto Taquaral        | 3   | 0,12  | Vila São Jorge      | 4  | 0,16 | Saudade             | 1  | 0,04 |
| Vila Itapura         | 71  | 2,83  | Vila Lane           | 4  | 0,16 | Castelo Brasil      | 1  | 0,04 |
| Bosque               | 70  | 2,79  | Jd. Brasil          | 4  | 0,16 | Jd. Belo Horizonte  | 1  | 0,04 |
| Proença              | 61  | 2,44  | Vila R.B.Siqueira   | 4  | 0,16 | Chácara São Geraldo | 1  | 0,04 |
| Botafogo             | 58  | 2,32  | Jd. Nova Aparecida  | 4  | 0,16 | Vila P.M. Nobrega   | 1  | 0,04 |
| Cidade Universitária | 53  | 2,12  | Jd. Pompéia         | 4  | 0,16 | Jd. Cristina        | 1  | 0,04 |
| Parque Universitário | 6   | 0,24  | Vila Costa e Silva  | 4  | 0,16 | Cidade Jardim       | 1  | 0,04 |
| Nova Campinas        | 43  | 1,72  | Parque Prado        | 4  | 0,16 | Parque Ípica        | 1  | 0,04 |
| Ponte Preta          | 41  | 1,64  | Parque da Figueira  | 4  | 0,16 | Jd. P. Nery         | 1  | 0,04 |
| Flamboyant           | 38  | 1,52  | Jd. Dom Vieira      | 4  | 0,16 | Jd. São Carlos      | 1  | 0,04 |
| Jd. Paraíso          | 37  | 1,48  | Jd. São José        | 4  | 0,16 | Jd. Santa Candida   | 1  | 0,04 |
| Vila Paraíso         | 12  | 0,48  | Vila Andrade Neves  | 4  | 0,16 | Parque Itália       | 1  | 0,04 |
| Chacara da Barra     | 35  | 1,40  | Jd. Pacaembú        | 3  | 0,12 | V.C. Sales          | 1  | 0,04 |
| Vila Industrial      | 34  | 1,36  | Vila Aeroporto      | 3  | 0,12 | Jd. Independência   | 1  | 0,04 |
| Parque Industrial    | 19  | 0,76  | Jd. Interlagos      | 3  | 0,12 | Jd. São Gonçalo     | 1  | 0,04 |
| Jd. N.S.Auxiliadora  | 33  | 1,32  | Jd. S. Marcelina    | 3  | 0,12 | Parque Jatibaia     | 1  | 0,04 |
| Nova Europa          | 33  | 1,32  | Jd. IV Centenário   | 3  | 0,12 | Jd. Aliança         | 1  | 0,04 |
| Barão Geraldo        | 32  | 1,28  | Vila Georgina       | 3  | 0,12 | Jd. Lumen Christi   | 1  | 0,04 |
| Bonfim               | 31  | 1,24  | Jd. Lourdes         | 3  | 0,12 | Jd. Juanaboro       | 1  | 0,04 |
| Castelo              | 29  | 1,16  | Jd. Londres         | 3  | 0,12 | Vila Aurora         | 1  | 0,04 |
| Sousas               | 26  | 1,04  | Jd. Pres. Wenceslau | 3  | 0,12 | Vila Estanislau     | 1  | 0,04 |
| Santa Genebra        | 24  | 0,96  | Swifit              | 3  | 0,12 | Chácara Lulu Pontes | 1  | 0,04 |
| Jd. Eulina           | 23  | 0,92  | Jd. Anchieta        | 3  | 0,12 | Jd. Maria Eugênia   | 1  | 0,04 |
| Jd. Paineiras        | 22  | 0,88  | Vila União          | 3  | 0,12 | Jd. Santa Eudóxia   | 1  | 0,04 |
| Jd. Guarani          | 21  | 0,84  | Vila R.Borghi       | 3  | 0,12 | Jd. América         | 1  | 0,04 |
| Jd. Oliveiras        | 20  | 0,80  | Jd. Santa Lúcia     | 3  | 0,12 | Jd. Morumbi         | 1  | 0,04 |
| Jd. Campos Elíseos   | 18  | 0,72  | Vila J. Inácio      | 3  | 0,12 | Jd. São Francisco   | 1  | 0,04 |
| Jd. Paulicéia        | 17  | 0,68  | Jd. Estoril         | 2  | 0,08 | Cartico             | 1  | 0,04 |
| São Bernardo         | 16  | 0,64  | Parque Imperador    | 2  | 0,08 | Satélite Íris I     | 1  | 0,04 |
| Vila Lemos           | 16  | 0,64  | Vila Boa Vista      | 2  | 0,08 | Cond. Ch. Alto Nova | 1  | 0,04 |
| Vila Nova            | 14  | 0,56  | Notre Dame          | 2  | 0,08 | Jd. Amoreiras       | 1  | 0,04 |
| Jd. Aurélia          | 14  | 0,56  | Parque Via Norte    | 2  | 0,08 | Jd. Ipiranga        | 1  | 0,04 |
| Vila Marieta         | 13  | 0,52  | Parque Anhumas      | 2  | 0,08 | Sh. Ouro Verde      | 1  | 0,04 |
| Chácara Primavera    | 12  | 0,48  | Joaquim Egídio      | 2  | 0,08 | Jd B. Pedro         | 1  | 0,04 |
| Jd. Primavera        | 5   | 0,20  | Bom Sucesso         | 2  | 0,08 | Jd. São Vicente     | 1  | 0,04 |

Continuação da relação da quantidade de profissionais dentistas

## Anexos

---

|                     |    |      |                     |   |      |                     |      |      |
|---------------------|----|------|---------------------|---|------|---------------------|------|------|
| Jd. Palmeiras       | 12 | 0,48 | Jd. Nilópolis       | 2 | 0,08 | Vila Militar da FAP | 1    | 0,04 |
| Jd. Garcia          | 11 | 0,44 | Vila Sônia          | 2 | 0,08 | Parque Hot          | 1    | 0,04 |
| Vila Teixeira       | 11 | 0,44 | Jd. Magnólia        | 2 | 0,08 | Santa Mônica        | 1    | 0,04 |
| Jd. Dom Bosco       | 11 | 0,44 | Grupo Res. do IAPC  | 2 | 0,08 | Vila Est.           | 1    | 0,04 |
| Jd. do Trevo        | 10 | 0,40 | Jd. Carlos Lourenço | 2 | 0,08 | Jd. São Fernando    | 1    | 0,04 |
| Jd. São Quirino     | 10 | 0,40 | Jd. Carlos Gomes    | 2 | 0,08 | Chácara Vovó        | 1    | 0,04 |
| Vila Nogueira       | 10 | 0,40 | Vila Iza            | 2 | 0,08 | Jd. Vista Alegre    | 1    | 0,04 |
| Jd. Madalena        | 10 | 0,40 | Vila M. Fernandes   | 2 | 0,08 | Vila Pres. Dutra    | 1    | 0,04 |
| Vila Bela Vista     | 9  | 0,36 | Vila Baroneza       | 2 | 0,08 | Camargo             | 1    | 0,04 |
| Jd. Santana         | 9  | 0,36 | Jd. Bandeirantes    | 2 | 0,08 | Vila Maria          | 1    | 0,04 |
| Vila Brandina       | 9  | 0,36 | Jd. Von Zuben       | 2 | 0,08 | Jd. Capivari        | 1    | 0,04 |
| Vila Angelino Rossi | 9  | 0,36 | Jd. S. Amália       | 2 | 0,08 | Jd. São Gabriel     | 1    | 0,04 |
| Jd. do Lago         | 9  | 0,36 | Vila Joaquim Inácio | 2 | 0,08 | Vila Anhanguera     | 1    | 0,04 |
| Lt. C. São Conrado  | 9  | 0,36 | Vila Progresso      | 2 | 0,08 | Jd. Tupi            | 1    | 0,04 |
| Jd. Miranda         | 9  | 0,36 | Vila Eloisa         | 2 | 0,08 | Jd. Itatinga        | 1    | 0,04 |
| Chácara Gramado     | 7  | 0,28 | Parque U. Viracopos | 2 | 0,08 | Vila Bourbon        | 1    | 0,04 |
| Boa Esperança       | 6  | 0,24 | Jd. Planalto        | 2 | 0,08 | TOTAL               | 2505 | 100  |

## ANEXO 2

### Planilha de coleta de dados dos consultórios odontológicos pesquisados

Planilha Técnica

n.º pesquisa: (       )

Local: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

Nome: \_\_\_\_\_ Tel.: \_\_\_\_\_

Desenho da planta do consultório:      S =       V =       Hpédireito =

Orientação - rua

Materiais construtivos:

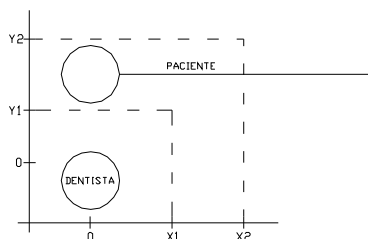
|         | Sala de consulta | Sala de espera |
|---------|------------------|----------------|
| Paredes |                  |                |
| Piso    |                  |                |
| Teto    |                  |                |

Equipamentos e móveis existentes:

| Sala de consulta | Sala de espera |
|------------------|----------------|
|                  |                |

Área ótima:

O que se faz dentro da área demarcada?



Valores: X1 =                      X2 =                      Y1 =                      Y2 =

Posição do equipamento de medição:

### ANEXO 3

#### Questionário aplicado aos profissionais dentistas

Questionário

n.º pesquisa: (      )

Local: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

Nome: \_\_\_\_\_ Tel.: \_\_\_\_\_

Período de trabalho:

N.º de pessoas dentro da sala de consulta:

N.º de pessoas dentro da sala de espera:

Tempo máximo de funcionamento das canetas:

Tempo máximo de funcionamento do compressor:

Questões dirigidas aos profissionais:

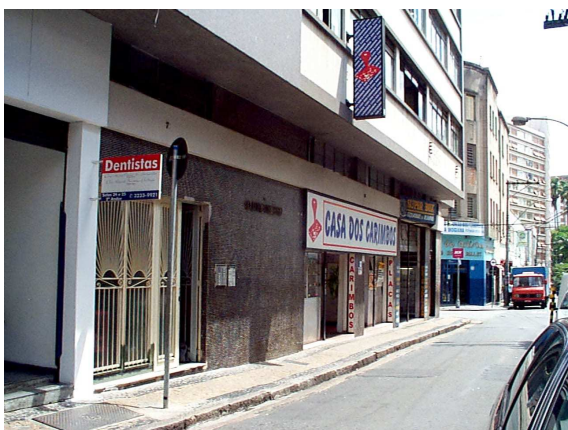
1. A questão do ruído nos consultórios odontológicos é um fator comum e preponderante. No entanto, você se sente incomodado pelo ruído? Quais?
  
2. Como profissional dentista, você conhece alguma influência do ruído sobre o paciente, e também, algo que envolva seu aspecto psicológico?
  
3. Existe algum tipo de técnica para disfarçar o ruído?
  
4. Os medos ou impulsos nervosos do paciente podem estar condicionados também ao ruído do motor... por exemplo, em um tratamento com laser, como seria a resposta do paciente? Acredita-se não ser a mesma do que em um tratamento comum!

## ANEXO 4

### Fotografias de alguns consultórios avaliados



Vista parcial do consultório C02



Entrada principal do prédio onde se localiza o consultório C03

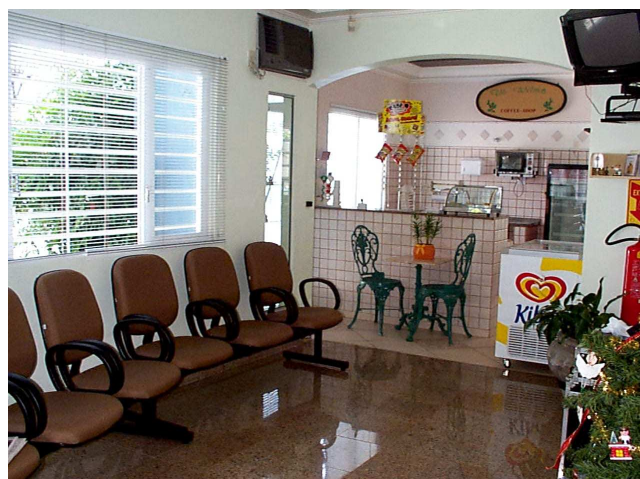
Janela da sala de consulta do consultório C03





Fachada do consultório C 04

Interior do consultório C04, mostrando parte da sala de espera e lanchonete



Fachada do consultório C05





Fachada do consultório C06

Fachada do consultório C07



Fachada do consultório C08



Vista parcial da fachada do consultório C09

Parte da sala de espera do consultório C09



Parte da fachada principal do consultório C10

**ANEXO 5****Valores numéricos relativos aos gráficos dos espectros**

Tabela 1 – Nível de pressão sonora em função da frequência (Figura 8.12)

| Sala de consulta |        |            |            | Sala de espera |        |            |            |
|------------------|--------|------------|------------|----------------|--------|------------|------------|
| Lp (dB)          |        |            |            | Lp (dB)        |        |            |            |
| Hz               | ñ func | ultra+comp | ar + motor | Hz             | ñ func | ultra+comp | ar + motor |
| 63               | -      | -          | -          | 63             | -      | -          | -          |
| 125              | -      | -          | -          | 125            | -      | -          | -          |
| 250              | 41,5   | 53,7       | 55,19      | 250            | 47,3   | 55,7       | 45,6       |
| 500              | 42,1   | 56,5       | 53,99      | 500            | 42,8   | 55,5       | 43,9       |
| 1000             | 35,9   | 53,6       | 51,21      | 1000           | 43,9   | 56,7       | 40,9       |
| 2000             | 30,3   | 60,2       | 51,2       | 2000           | 38     | 54         | 35,1       |
| 4000             | 25,4   | 66,2       | 63,68      | 4000           | 41,2   | 58,5       | 43,8       |
| 8000             | 25,4   | 78,8       | 60,47      | 8000           | 35,6   | 70,9       | 40,5       |

Tabela 2 – Nível de pressão sonora em função da frequência (Figura 8.13)

| Sala de consulta |        |            |            | Sala de espera |        |            |            |
|------------------|--------|------------|------------|----------------|--------|------------|------------|
| Lp (dB)          |        |            |            | Lp (dB)        |        |            |            |
| Hz               | ñ func | só ar cond | ar + motor | Hz             | ñ func | só ar cond | ar + motor |
| 63               | 38,02  | 53,81      | 49,69      | 63             | 56,53  | 60,73      | 57,86      |
| 125              | 36,28  | 51,19      | 51,66      | 125            | 54,54  | 54,21      | 43,49      |
| 250              | 28,94  | 56,34      | 55,19      | 250            | 51,89  | 51,14      | 40,04      |
| 500              | 26,1   | 53,24      | 53,99      | 500            | 46,22  | 46,82      | 35,73      |
| 1000             | 25,05  | 47,31      | 51,21      | 1000           | 40,98  | 41,14      | 31,93      |
| 2000             | 20     | 42,34      | 51,2       | 2000           | 37,98  | 38,84      | 29,84      |
| 4000             | 18     | 34,98      | 63,68      | 4000           | 32,68  | 45,94      | 31,19      |
| 8000             | 19     | 29,31      | 60,47      | 8000           | 29,71  | 36,51      | 20,79      |

Tabela 3 – Nível de pressão sonora em função da frequência (Figura 8.14)

| Sala de consulta |        |            |            | Sala de espera |        |            |            |
|------------------|--------|------------|------------|----------------|--------|------------|------------|
| Lp (dB)          |        |            |            | Lp (dB)        |        |            |            |
| Hz               | ñ func | só ar cond | ar + motor | Hz             | ñ func | só ar cond | ar + motor |
| 63               | 57,04  | 56,76      | 62,25      | 63             | 63,47  | 64,44      | 59,44      |
| 125              | 54,66  | 57,95      | 61,86      | 125            | 62,77  | 59,62      | 57,57      |
| 250              | 49,27  | 51,49      | 54,18      | 250            | 57,13  | 53,14      | 55,9       |
| 500              | 44,73  | 50,45      | 53,14      | 500            | 53,26  | 49,73      | 53,81      |
| 1000             | 40,51  | 47,73      | 56,13      | 1000           | 48,34  | 47,02      | 49,47      |
| 2000             | 35,54  | 43,68      | 60,85      | 2000           | 45,24  | 44,73      | 43,53      |
| 4000             | 28,74  | 38,53      | 60,63      | 4000           | 40,48  | 41,25      | 36,17      |
| 8000             | 23,2   | 32,77      | 68,57      | 8000           | 34,55  | 40,14      | 31,55      |

Tabela 4 – Nível de pressão sonora em função da frequência (Figura 8.15)

| Sala de consulta |        |            |            | Sala de espera |        |            |            |
|------------------|--------|------------|------------|----------------|--------|------------|------------|
| Lp (dB)          |        |            |            | Lp (dB)        |        |            |            |
| Hz               | ñ func | só ar cond | ar + motor | Hz             | ñ func | só ar cond | ar + motor |
| 63               | 41,87  | 57,99      | 57,17      | 63             | 60,59  |            | 63,55      |
| 125              | 40,92  | 53,98      | 55,6       | 125            | 63,72  |            | 67,44      |
| 250              | 35,2   | 54,21      | 55,92      | 250            | 48,03  |            | 63,62      |
| 500              | 30,08  | 56,04      | 59,24      | 500            | 52,62  |            | 59,92      |
| 1000             | 24,23  | 52,5       | 55,57      | 1000           | 40,99  |            | 55,25      |
| 2000             | 24,15  | 48,12      | 57,44      | 2000           | 37,99  |            | 50,18      |
| 4000             | 24,86  | 42,25      | 62,62      | 4000           | 37,66  |            | 48,31      |
| 8000             | 20,52  | 39,36      | 68,99      | 8000           | 33,87  |            | 41,41      |

Tabela 5 – Nível de pressão sonora em função da frequência (Figura 8.16)

| Sala de consulta |        |            |            | Sala de espera |        |            |            |
|------------------|--------|------------|------------|----------------|--------|------------|------------|
| Lp (dB)          |        |            |            | Lp (dB)        |        |            |            |
| Hz               | ñ func | só ar cond | ar + motor | Hz             | ñ func | só ar cond | ar + motor |
| 63               | 45,68  | 63,67      | 59,22      | 63             | 59,01  |            | 61,9       |
| 125              | 49,23  | 61,42      | 65,41      | 125            | 60,4   |            | 65,44      |
| 250              | 47,39  | 59,89      | 61,23      | 250            | 62,21  |            | 52,4       |
| 500              | 36,13  | 55,95      | 58,8       | 500            | 60,72  |            | 50,29      |
| 1000             | 30,01  | 53,2       | 53,54      | 1000           | 57,92  |            | 48,18      |
| 2000             | 27,26  | 48,39      | 58,33      | 2000           | 53,06  |            | 45,78      |
| 4000             | 31,4   | 42,24      | 65,32      | 4000           | 45,07  |            | 45,74      |
| 8000             | 31,22  | 37,38      | 68,64      | 8000           | 38,97  |            | 44,87      |

Tabela 6 – Nível de pressão sonora em função da frequência (Figura 8.17)

| Sala de consulta |        |            |            | Sala de espera |        |            |            |
|------------------|--------|------------|------------|----------------|--------|------------|------------|
| Lp (dB)          |        |            |            | Lp (dB)        |        |            |            |
| Hz               | ñ func | só ar cond | ar + motor | Hz             | ñ func | só ar cond | ar + motor |
| 63               | 42,36  | 58,48      | 58,3       | 63             | 50,49  | 60,58      | 54,2       |
| 125              | 45,51  | 56,03      | 56,56      | 125            | 48,05  | 59,95      | 47,2       |
| 250              | 39,37  | 54,13      | 57,58      | 250            | 49,91  | 56,37      | 42,57      |
| 500              | 32,89  | 52,68      | 61,24      | 500            | 44,66  | 53,33      | 39,57      |
| 1000             | 37,46  | 49,18      | 58,69      | 1000           | 42,59  | 49,16      | 41,1       |
| 2000             | 37,84  | 47,66      | 55,78      | 2000           | 42,21  | 43,7       | 38,75      |
| 4000             | 43,53  | 47,74      | 62,86      | 4000           | 38,74  | 43,13      | 47,48      |
| 8000             | 48,49  | 51,22      | 58,22      | 8000           | 36,03  | 36,64      | 36,07      |

Tabela 7 – Nível de pressão sonora em função da frequência (Figura 8.18)

| Sala de consulta |        |            |            | Sala de espera |        |            |            |
|------------------|--------|------------|------------|----------------|--------|------------|------------|
| Lp (dB)          |        |            |            | Lp (dB)        |        |            |            |
| Hz               | ñ func | só ar cond | ar + motor | Hz             | ñ func | só ar cond | ar + motor |
| 63               | 43,89  | 67,65      | 51,28      | 63             | 61,96  | 59,68      | 48,05      |
| 125              | 43,66  | 59,86      | 51,12      | 125            | 54,84  | 61         | 44,06      |
| 250              | 39,35  | 49,21      | 52,97      | 250            | 47,77  | 56,4       | 42,42      |
| 500              | 32,56  | 42,59      | 55,76      | 500            | 42,32  | 48,79      | 43,15      |
| 1000             | 28,59  | 43,84      | 51,24      | 1000           | 41,78  | 45,3       | 45,82      |
| 2000             | 23,68  | 38,15      | 51,04      | 2000           | 37,36  | 42,49      | 52,09      |
| 4000             | 29,67  | 29,77      | 54,61      | 4000           | 37,33  | 41,96      | 63,63      |
| 8000             | 18,37  | 22,5       | 60,94      | 8000           | 32,28  | 46,2       | 74,29      |

Tabela 8 – Nível de pressão sonora em função da frequência (Figura 8.19)

| Sala de consulta |        |            |            | Sala de espera |        |            |            |
|------------------|--------|------------|------------|----------------|--------|------------|------------|
| Lp (dB)          |        |            |            | Lp (dB)        |        |            |            |
| Hz               | ñ func | só ar cond | ar + motor | Hz             | ñ func | só ar cond | ar + motor |
| 63               | 43,89  | 67,65      | 48,05      | 63             | 55,74  | 61,96      | 59,68      |
| 125              | 43,66  | 59,86      | 44,06      | 125            | 53,29  | 54,84      | 61         |
| 250              | 39,35  | 49,21      | 42,42      | 250            | 46,68  | 47,77      | 56,4       |
| 500              | 32,56  | 42,59      | 43,15      | 500            | 38,69  | 42,32      | 48,79      |
| 1000             | 28,59  | 43,84      | 45,82      | 1000           | 36,91  | 41,78      | 45,3       |
| 2000             | 23,68  | 38,15      | 52,09      | 2000           | 33,08  | 37,36      | 42,49      |
| 4000             | 29,67  | 29,77      | 63,63      | 4000           | 37,02  | 37,33      | 41,96      |
| 8000             | 18,37  | 22,5       | 74,29      | 8000           | 26,12  | 32,28      | 46,2       |

Tabela 9 – Nível de pressão sonora em função da frequência (Figura 8.20)

| Sala de consulta |        |            |            | Sala de espera |        |            |            |
|------------------|--------|------------|------------|----------------|--------|------------|------------|
| Lp (dB)          |        |            |            | Lp (dB)        |        |            |            |
| Hz               | ñ func | só ar cond | ar + motor | Hz             | ñ func | só ar cond | ar + motor |
| 63               | 42,04  | 41,93      | 52,15      | 63             | 42,15  | 42,82      | 54,8       |
| 125              | 41,29  | 52,41      | 51,54      | 125            | 40,39  | 41,25      | 44,4       |
| 250              | 37,66  | 51,94      | 51,38      | 250            | 44,39  | 40,96      | 42,14      |
| 500              | 32,07  | 57,66      | 56,87      | 500            | 41,58  | 44,68      | 44,11      |
| 1000             | 27,78  | 56,67      | 55,51      | 1000           | 34,28  | 42         | 35,33      |
| 2000             | 26,82  | 48,58      | 55,01      | 2000           | 33,5   | 37,27      | 36,24      |
| 4000             | 26,96  | 43,93      | 65,31      | 4000           | 33,96  | 34,43      | 35,52      |
| 8000             | 20,1   | 35,44      | 77,25      | 8000           | 28     | 27,28      | 39,11      |

Tabela 10 – Nível de pressão sonora em função da frequência (Figura 8.21)

| Sala de consulta |        |            |            |
|------------------|--------|------------|------------|
| Lp (dB)          |        |            |            |
| Hz               | ñ func | só ar cond | ar + motor |
| 63               | 47,05  | 46,93      |            |
| 125              | 39,65  | 56,03      |            |
| 250              | 33,97  | 54,88      |            |
| 500              | 32,16  | 55,45      |            |
| 1000             | 26,5   | 51,34      |            |
| 2000             | 24,52  | 46,19      |            |
| 4000             | 23,38  | 43,07      |            |
| 8000             | 20     | 36,82      |            |

| Sala de espera |        |            |            |
|----------------|--------|------------|------------|
| Lp (dB)        |        |            |            |
| Hz             | ñ func | só ar cond | ar + motor |
| 63             | 57,17  | 50,19      |            |
| 125            | 49     | 55,7       |            |
| 250            | 55,94  | 60,93      |            |
| 500            | 43,68  | 60,79      |            |
| 1000           | 45,4   | 57,98      |            |
| 2000           | 42,78  | 52,75      |            |
| 4000           | 39,48  | 47,63      |            |
| 8000           | 35,14  | 42,26      |            |