



UFRJ

ERNANI SIMPLÍCIO MACHADO

**AVALIAÇÃO PÓS-OCUPAÇÃO ACÚSTICA EM UNIDADES BÁSICAS DE SAÚDE: UM  
ESTUDO NA CIDADE DE JUIZ DE FORA - MG**

*Dissertação de Mestrado apresentada ao  
Programa de Pós-graduação em Arquitetura,  
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, da  
Universidade Federal do Rio de Janeiro,  
como parte dos requisitos necessários à  
obtenção do título de Mestre em Ciências em  
Arquitetura, área de concentração em  
Conforto Ambiental e Eficiência Energética.*

Orientador:  
Prof. Jules Ghislain Slama, DSc.

Co-orientador:  
Prof. Gustavo Francis Abdalla, DSc.

**Rio de Janeiro**

**2006**

**AVALIAÇÃO PÓS-OCUPAÇÃO ACÚSTICA EM UNIDADES BÁSICAS DE SAÚDE:  
UM ESTUDO NA CIDADE DE JUIZ DE FORA -MG**

ERNANI SIMPLÍCIO MACHADO

Orientador: Prof. Jules Ghislain Slama, DSc.

Co-orientador: Prof. José Gustavo Francis Abdalla, DSc.

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-graduação em Arquitetura, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, da Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ciências em Arquitetura, área de concentração em Conforto Ambiental e Eficiência Energética.

Aprovada por:

---

Prof. Jules Ghislain Slama, DSc. (orientador)  
Prof. Adjunto – COPPE/UFRJ

---

Prof. José Gustavo Francis Abdalla, DSc. (co-orientador)  
Prof. Adjunto – Fac. Eng./UFJF

---

Prof. Aldo Carlos M. Gonçalves, DSc.  
Prof. Adjunto – FAU/UFRJ

---

Prof. Patrícia Figueira Lassance dos Santos Abreu, DSc.  
Prof. Adjunto – EBA/UFRJ

---

Denise da Silva de Sousa, DSc.  
Pesquisadora – COPPE/UFRJ

MACHADO, Ernani Simplício.

Avaliação Pós-Ocupação em Unidades Básicas de Saúde:  
Um Estudo na Cidade de Juiz de Fora - MG / Ernani Simplício  
Machado. - Rio de Janeiro: UFRJ/ FAU, 2006.

xii, 163 f.: il.; 30 cm.

Orientador: Prof. Jules Ghislain Slama.

Dissertação (mestrado) – UFRJ/ Faculdade de Arquitetura e  
Urbanismo/ Programa de Pós-graduação em Arquitetura, 2006.

Referências Bibliográficas: f. 149-153.

1. Unidades Básicas de Saúde. 2. APO acústica. 3. Juiz de  
Fora - MG. I. Slama, Jules Ghislain. II. Universidade Federal do  
Rio de Janeiro, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Programa  
de Pós-graduação em Arquitetura. III. Título.

*“Aos meus pais, José e Edna, que sempre me orientaram, guiando meus primeiros passos aos dias de hoje e com certeza, aos de amanhã. E à Maria Clara, filha querida, a quem espero guiar também...”*

## **AGRADECIMENTOS**

Aos professores Jules Slama e Gustavo Abdalla, orientador e co-orientador deste trabalho, pelo suporte, firmeza e companheirismo, decisivos para tornar esta árdua tarefa em uma experiência gratificante e enriquecedora;

Ao professor Danilo e a todos do Laboratório de Eficiência Energética da UFJF, pelo apoio e empréstimo do decibelímetro, sem o qual este trabalho não teria sido possível;

Aos professores do PROARQ, pelas diversas discussões científicas que ocorreram durante todo o mestrado;

Ao Dionízio, Maria da Guia e Rita, pelo suporte na secretaria do PROARQ e pela amizade formada;

A todos os funcionários das UBS de Milho Branco e Vila Esperança, pelo apoio e colaboração para a execução da pesquisa;

À Ivone, Eliva, Lúcia e Bárbara pela constante disposição em ajudar ao longo deste trabalho;

À Isabela, pelo incentivo, apoio e companheirismo de sempre;

A todos amigos e amigas, mineiros e cariocas, que dividiram comigo momentos diversos ao longo desses últimos anos;

À Aline, pelas incontáveis ajudas na organização deste trabalho e nos reveses da informática. Também pela paciência e carinho, além de suportar o insuportável, compartilhando comigo os encantamentos e desafios da vida a dois;

Aos meus irmãos Flávio, Thiago e Nathália pelas pessoas belas que são e por estarem sempre me apoiando;

Aos meus pais, José e Edna, pelo apoio incondicional de ontem, hoje e sempre.

## **AVALIAÇÃO PÓS-OCUPAÇÃO ACÚSTICA EM UNIDADES BÁSICAS DE SAÚDE: UM ESTUDO NA CIDADE DE JUIZ DE FORA -MG**

**ERNANI SIMPLÍCIO MACHADO**

Orientador: Prof. Jules Ghislain Slama, DSc.

Co-orientador: Prof. José Gustavo Francis Abdalla, DSc.

*Resumo da Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-graduação em Arquitetura, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, da Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ciências em Arquitetura.*

O presente trabalho apresenta uma análise acústica de Unidades Básicas de Saúde (UBS) situadas na cidade de Juiz de Fora - MG. A escolha deste objeto se deu pelas características de complexidade que este possui, tanto no campo do ambiente construído quanto na importância das atividades exercidas que podem colocar em risco vidas humanas quando não executadas com acuidade. Os estudos foram realizados baseados nos conceitos metodológicos de Avaliação Pós-Ocupação com enfoque acústico, aplicados nas UBS's de Vila Esperança e de Milho Branco. Ambas possuem características de concepção projetual semelhantes, mas a primeira é oriunda de um único projeto e a outra, resultante de várias alterações e acréscimos. A partir de medições, visitas técnicas *in loco*, aplicação e análise de questionários, chegou-se a diagnósticos e proposições sobre a qualidade acústica do ambiente construído deste tipo de Estabelecimento Assistencial de Saúde (EAS). Nas duas unidades verificou-se ambientes com maior exigência por qualidade acústica, como os consultórios, sala de recepção e espera, tanto no que se refere à inteligibilidade da palavra falada, quanto a influência de ruídos externos às unidades. Também detectou-se nas duas unidades uma influência do ruído produzido na sala de nebulização em salas adjacentes. Além das semelhanças, verificou-se maior satisfação por parte dos usuários da UBS Vila Esperança, oriunda de projeto único. Foi confirmado que, muitas vezes, um condicionamento acústico só é eficiente se é previsto na fase do projeto. Determinadas alterações em edificações existentes são limitadas, principalmente em EAS, onde as instalações ordinárias definem espaços de trabalhos.

Palavras-chave: Unidades Básicas de Saúde, APO Acústica e Juiz de Fora-MG.

# **POST-OCCUPATIONAL EVALUATION WITH ACOUSTIC FOCUS IN PRIMARY HEALTH BUILDINGS: A STUDY IN THE CITY OF JUIZ DE FORA-MG**

**ERNANI SIMPLÍCIO MACHADO**

Advisor: Prof. Jules Ghislain Slama, DSc.

Co advisor: Prof. José Gustavo Francis Abdalla, DSc.

*Abstract of dissertation presented to the Programa de Pós-graduação em Arquitetura, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, of the Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Sciences (M.Sc.) in Architecture.*

The present dissertation presents an acoustic analysis of Primary Health buildings in Juiz de Fora. This subject was chosen because of its complexity, as much as in the built itself as in the importance of the activities that can endanger human life if they are not done with accuracy. The studies were done based on the methodology of post-occupational evaluation with acoustic focus in Primary Health of Vila Esperança and Milho Branco. Both of them present similar design conception, but the first one was designed at once and the later is a result of many changes in the original design. Diagnosis and propositions about the acoustic quality of this kind of health facilities were taken from measurements, technical visits *in loco* and interviews. It was noted, in both facilities, a need of greater acoustic quality in the doctors' offices, in the reception and in the waiting rooms, as much as in what concerns the audibility of the spoken word, as well as the influence of noise from outside the building. It was also detected in both facilities the influence of the noise from de room of nebulization in nearby rooms. Beside its similarities, it was noted that the users of the Primary Health of Vila Esperança, that was designed at once, were more satisfied. It was confirmed that, many times, a good acoustic conditioning only works if it is considered at the project phase. Some later alterations in the building are of limited efficacy, mainly in health facilities, where the ordinary installations are defining of work spaces.

Key-words: Health Facilities, Acoustic Post Occupational Evaluation, Juiz de Fora - MG

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>APRESENTAÇÃO .....</b>	<b>13</b>
1.1	HIPÓTESE.....	15
1.2	OBJETIVOS.....	15
1.3	A CIDADE DE JUIZ DE FORA .....	16
1.3.1	Um breve histórico .....	16
1.3.2	Localização.....	18
1.3.3	Unidade Territorial e características populacionais.....	18
1.4	CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS .....	20
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>21</b>
2.1	A ARQUITETURA PARA O SISTEMA DE SAÚDE NO BRASIL .....	21
2.1.1	Os Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (EAS) .....	22
2.1.2	As Unidades Básicas de Saúde na Política de Saúde .....	23
2.1.3	Espaços Demandados para Serviços Prestados e Riscos Ambientais .....	25
2.2	AVALIAÇÃO PÓS-OCUPAÇÃO .....	26
2.2.1	Avaliação técnica e avaliação comportamental.....	27
2.2.2	Avaliação Pós-Ocupação Acústica.....	31
2.2.3	Avaliação do ruído .....	32
2.3	QUALIDADE ACÚSTICA EM EDIFICAÇÕES .....	37
2.3.1	Psicoacústica.....	37
2.3.2	Acústica arquitetônica .....	43
2.3.3	Conforto acústico.....	44
2.3.4	Conforto Acústico em Clima Tropical .....	45
2.3.5	Propagação do Som em Espaço Livre .....	45
2.3.6	Propagação por Meios Diferentes.....	47
2.3.7	Propriedades das Superfícies .....	48
2.3.8	Diferentes Efeitos das Reflexões Sonoras .....	54
2.3.9	Privacidade acústica e Inteligibilidade da fala .....	60
2.3.10	Isolamento Sonoro.....	66
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA DE TRABALHO .....</b>	<b>70</b>
3.1	AVALIAÇÃO OBJETIVA.....	70
3.2	AVALIAÇÃO COMPORTAMENTAL .....	73
<b>4</b>	<b>ESTUDOS NAS UNIDADES DE SAÚDE .....</b>	<b>74</b>
4.1	APO – UNIDADE BÁSICA DE SAÚDE DE VILA ESPERANÇA .....	74
4.1.1	Apresentação e Descrição da Unidade .....	74
4.1.2	Descrição e Análise do Projeto Arquitetônico .....	75
4.1.3	Avaliação técnico-construtiva - Descrição dos materiais de acabamento e distribuição do layout .....	77
4.1.4	Avaliação Física - Levantamento e medições técnicas (decibelímetro).....	82
4.1.5	Avaliação Comportamental - Aplicação e análise estatística dos questionários.....	90
4.1.6	Análise dos dados coletados e propostas de soluções acústicas.....	100

4.2	APO – UNIDADE BÁSICA DE SAÚDE DE MILHO BRANCO .....	110
4.2.1	Apresentação e Descrição da Unidade .....	110
4.2.2	Descrição e Análise do Projeto Arquitetônico .....	113
4.2.3	Avaliação técnico-construtiva - Descrição dos materiais de acabamento e distribuição do layout .....	116
4.2.4	Avaliação Física - Levantamento e medições técnicas (decibelímetro)...	121
4.2.5	Avaliação Comportamental - Aplicação e análise estatística dos questionários .....	128
4.2.6	Análise dos dados coletados e propostas de soluções acústicas.....	138
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>146</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>149</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>154</b>
	Anexo – 1: Questionário aplicado nas UBS’s para avaliação comportamental .....	155
	Anexo – 2: Análise acústica dos corredores de acesso aos consultórios da UBS Vila Esperança.....	159
	Anexo – 3: Planta baixa do último projeto de reforma e ampliação da UBS Milho Branco.....	162

## Índice de figuras

<i>Figura 1.1: Avenida Rio branco e Rua Halfeld em 1906 (fonte: <a href="http://isal.camarajf.mg.gov.br">http://isal.camarajf.mg.gov.br</a>)</i>	17
<i>Figura 1.2: Avenida Rio branco e Rua Halfeld atualmente (fonte: <a href="http://isal.camarajf.mg.gov.br">http://isal.camarajf.mg.gov.br</a>)</i>	17
<i>Figura 1.3: Região Sudeste, Juiz de Fora e a Zona da Mata (fonte: <a href="http://www.acessa.com">www.acessa.com</a>)</i>	18
<i>Figura 1.4: Mapa de Juiz de Fora e suas respectivas regiões (Fonte: Ipplan/Dipac)</i>	19
<i>Figura 2.1 - Curvas Critério de Ruído Balanceadas (Fonte: BERANEK, 1989)</i>	33
<i>Figura 2.2: Limites de tolerância para ruído contínuo ou intermitente estabelecidos pela NR-15</i>	34
<i>Figura 2.3: Tabela - Valores do Nível de Pressão Sonora <math>dB_{(A)}</math> e Curva de Avaliação de Ruído</i> <i>(Fonte: ABNT – NBR 10152, 1987)</i>	35
<i>Figura 2.4: Relação de audibilidade e decibéis</i>	38
<i>Figura 2.5: Curvas de audibilidade ou curvas isofônicas (Fonte: Birgitta Berglund &amp; Thomas Lindvall Stockholm, Sweden, 1995 – Community Noise)</i>	39
<i>Figura 2.6: Onda sonora chegando aos ouvidos de uma pessoa</i>	41
<i>Figura 2.7: Tabela: Valores da diferença da distancia entre os ouvidos e do tempo de atraso do som</i>	42
<i>Figura 2.8: Área de projeção sonora</i>	46
<i>Figura 2.9: Áreas de projeção sonora ampliada</i>	46
<i>Figura 2.10: Decréscimo do nível sonoro com a distância</i>	47
<i>Figura 2.11: Distribuição de energia nas transições (Fonte: DE MARCO, 1982)</i>	47
<i>Figura 2.12: Comportamento da reflexão sonora em paredes reflexivas</i>	48
<i>Figura 2.13: Som direto e som refletido</i>	49
<i>Figura 2.14: Comportamento do som em paredes irregulares</i>	50
<i>Figura 2.15: Exemplo de uma difração sonora (Fonte: <a href="http://www.unime.it">www.unime.it</a>)</i>	51
<i>Figura 2.16: Comportamento do som em obstáculos absorvedores</i>	52
<i>Figura 2.17: Características de absorção dos materiais porosos (Fonte: DE MARCO, 1982)</i>	52
<i>Figura 2.18: Absorção sonora através de membranas</i>	53
<i>Figura 2.19: Características de absorção das placas vibrantes (Fonte: DE MARCO, 1982)</i>	53
<i>Figura 2.20: Local aparente da fonte sonora</i>	54
<i>Figura 2.21: Comportamento do som em superfícies diversas</i>	55
<i>Figura 2.22: Tempos de reverberação ótimos para recintos (Fonte: ROSA, 1997)</i>	58
<i>Figura 2.23: Atenuação do som em ambientes enclausurados - superfícies rígidas (Fonte: EAGAN, 1972)</i>	61
<i>Figura 2.24: Atenuação do som em ambientes abertos - superfícies absorventes (Fonte: EAGAN, 1972)</i>	61
<i>Figura 2.25: Ambientes abertos (Fonte: EAGAN, 1972)</i>	62
<i>Figura 2.26: Ambientes enclausurados (Fonte: EAGAN, 1972)</i>	62
<i>Figura 2.27: Condições de audibilidade através de uma parede (Fonte: FERNANDES, 2002)</i>	63
<i>Figura 2.28: Nível típico em dB da fala a uma determinada frequência esquematizada em círculos para quatro direções (Fonte: EAGAN, 1972)</i>	64
<i>Figura 2.29: Direção da fonte. Condições do ouvinte. A - Som proveniente da esquerda; B - Som proveniente da direita; C e D - (Fonte: EAGAN, 1972)</i>	64
<i>Figura 2.30: Valor da fala incidente acima ou abaixo do ruído de fundo (Fonte: EAGAN, 1972)</i>	65
<i>Figura 2.31: Curvas de controle de privacidade (Fonte: EAGAN, 1972)</i>	66
<i>Figura 2.32.: Tabela de propriedade de isolamento acústico dos materiais (Fonte: AZEVEDO, 1994)</i>	69
<i>Figura 3.1: Decibelímetro MSL-1352, usado para medições acústicas nas UBS's</i>	71
<i>Figura 3.2: Tela do programa computacional Test Link SE-322 – Carregamento de dados</i>	72
<i>Figura 4.1 – Localização do bairro Vila Esperança II e do local para implantação da UBS (fonte: <a href="http://www.acessa.com.br">www.acessa.com.br</a>, modificada pelo autor)</i>	74
<i>Figura 4.2: Vista externa da UBS Vila Esperança</i>	75
<i>Figura 4.3: Planta baixa setorizada da UBS de Vila Esperança</i>	76
<i>Figura 4.4- Área de recepção e espera (vista externa e interna)</i>	77
<i>Figura 4.5 – Sala de atendimento a grupos</i>	78
<i>Figura 4.6 – Relação do playground e quadra poliesportiva com a UBS Vila Esperança</i>	79
<i>Figura 4.7: Relação da quadra poliesportiva com o corredor de acesso aos consultórios</i>	79
<i>Figura 4.8: Relação do playground com os consultórios</i>	80
<i>Figura 4.9: Consultórios e a relação da abertura com a linha de sombra acústica</i>	80

Figura 4.10 – Sala de nebulização.....	81
Figura 4.11: Relação do compressor da nebulização com salas próximas .....	82
Figura 4.12.: Adaptação do decibelímetro no teto da área de espera da UBS Vila Esperança. ....	83
Figura 4.13.: Gráfico de registro de dados e $L_{Aeq}$ coletados pela manhã na área de recepção e espera. ....	84
Figura 4.14: Gráfico de registro de dados e $L_{Aeq}$ coletados no turno da tarde na área de recepção e espera	85
Figura 4.15: Gráfico de registro de dados e $L_{Aeq}$ coletados no turno da noite na área de recepção e espera. ....	85
Figura 4.16: Gráfico de registro do ruído de fundo da sala de nebulização e apresentação do $L_{Aeq}$ .....	86
Figura 4.17: Gráfico de registro do ruído produzido da sala de nebulização e apresentação do $L_{Aeq}$ .....	87
Figura 4.18: Gráfico de registro do ruído de fundo e $L_{Aeq}$ da quadra poliesportiva, próximo à UBS.....	88
Figura 4.19: Gráfico de registro do ruído de fundo e $L_{Aeq}$ do playground, próximo à fachada da UBS .....	88
Figura 4.20: Gráfico de registro do ruído de fundo e $L_{Aeq}$ do interior do consultório. ....	89
Figura 4.21: Gráfico de registro do ruído e $L_{Aeq}$ do interior do consultório com crianças na praça.....	90
Figura 4.22: Gráfico do nível de satisfação com a UBS Vila Esperança. ....	91
Figura 4.23: Gráfico sobre o grau de satisfação quanto à ventilação dos ambientes.....	92
Figura 4.24: Gráfico sobre a utilização e eficiência dos ventiladores nos ambientes.....	93
Figura 4.25: Gráfico sobre o grau de satisfação quanto à iluminação dos ambientes.....	94
Figura 4.26: Gráfico sobre a percepção e incomodo quanto ao ruído externo. ....	94
Figura 4.27: Gráfico sobre a percepção e incomodo quanto ao ruído externo. ....	95
Figura 4.28: Gráfico sobre a opinião sobre a solução para questão do ruído.....	96
Figura 4.29: Gráfico sobre a privacidade da fala nos consultórios atuando como receptor. ....	97
Figura 4.30: Gráfico sobre a privacidade da fala nos consultórios atuando como fonte.....	97
Figura 4.31: Gráfico sobre avaliação acústica da sala de nebulização.....	98
Figura 4.32: Gráfico sobre avaliação acústica da sala de grupos. ....	99
Figura 4.33: Gráfico sobre avaliação acústica da área de recepção e espera.....	100
Figura 4.34: Tabela de cálculo do TR da sala de espera com uma das portas de acesso mantida fechada.....	101
Figura 4.35: Tabela de cálculo do TR da sala de atendimento a grupos.....	104
Figura 4.36: Nova instalação para o compressor de nebulização.....	107
Figura 4.37: Proposta de inserção de barreira acústica para a UBS Vila Esperança.....	108
Figura 4.38 – Localização do bairro Milho Branco e da localização da UBS. (fonte: <a href="http://www.acesa.com.br">www.acesa.com.br</a> , modificada pelo autor) .....	110
Figura 4.39 – Planta baixa da antiga UBS Milho Branco já com as alterações ocorridas em 1996. ....	111
Figura 4.40 – Planta baixa da atual UBS Milho Branco.....	112
Figura 4.41 – Vista da fachada frontal da UBS Milho Branco.....	113
Figura 4.42 – Blocos que compõe a UBS Milho Branco.....	114
Figura 4.43 – Vista dos blocos que compõe a UBS Milho Branco e acesso alternativo proposto.....	114
Figura 4.44 – Setorização da UBS Milho Branco.....	116
Figura 4.45 - Área de recepção e espera (vista do ambiente e vista pela sala de espera).....	117
Figura 4.46 – Vista externa e interna da atual situação das aberturas na fachada de acesso à unidade. ....	118
Figura 4.47: Relação acústica dos consultórios com a rua e localização do compressor odontológico .....	119
Figura 4.48 - Equipamento utilizado para atender o setor de nebulização da UBS Milho Branco.....	119
Figura 4.49 – Sala de nebulização e a atual localização da central de ar-comprimido.....	120
Figura 4.50.: Gráfico de registro de dados coletados no período da manha na área de recepção e espera.....	122
Figura 4.51: Gráfico de registro de dados coletados no período da tarde na área de recepção e espera.....	123
Figura 4.52: Gráfico de registro de dados coletados no período da noite na área de recepção e espera .....	124
Figura 4.53: Gráfico de registro de dados coletados na sala de nebulização com o compressor ligado.....	125
Figura 4.54: Gráfico de registro de do ruído de fundo da rua voltada para os consultórios.....	126
Figura 4.55: Gráfico de registro do ruído de fundo no interior dos consultórios. ....	127
Figura 4.56: Gráfico de registro do ruído emitido pelos estudantes em frente aos consultórios. ....	127
Figura 4.57: Gráfico do nível de satisfação com a UBS Milho Branco.....	128
Figura 4.58: Gráfico sobre o grau de satisfação quanto à ventilação dos ambientes.....	129
Figura 4.59: Gráfico sobre utilização e eficiência dos ventiladores nos ambientes.....	130
Figura 4.60: Gráfico sobre o grau de satisfação quanto à iluminação dos ambientes.....	131
Figura 4.61: Gráfico sobre a percepção e incomodo quanto ao ruído externo. ....	132
Figura 4.62: Gráfico sobre a percepção e incomodo quanto ao ruído interno. ....	132

<i>Figura 4.63: Gráfico sobre a opinião sobre a solução para questão do ruído.....</i>	<i>133</i>
<i>Figura 4.64: Gráfico sobre a privacidade da fala nos consultórios atuando como receptor sonoro. ....</i>	<i>134</i>
<i>Figura 4.65: Gráfico sobre a privacidade da fala nos consultórios atuando como fonte sonora.....</i>	<i>135</i>
<i>Figura 4.66: Gráfico sobre avaliação acústica da sala de nebulização. ....</i>	<i>136</i>
<i>Figura 4.67: Gráfico sobre avaliação acústica do consultório odontológico. ....</i>	<i>137</i>
<i>Figura 4.68: Gráfico sobre avaliação acústica da área de recepção e espera.....</i>	<i>138</i>
<i>Figura 4.69: Tabela de cálculo do TR da atual situação da sala de espera. ....</i>	<i>139</i>
<i>Figura 4.70: Tabela de adequação acústica do TR da sala de espera.....</i>	<i>141</i>
<i>Figura 4.71: Nova proposta para o local que abriga a central de ar-comprimido da nebulização. ....</i>	<i>143</i>
<i>Figura 4.72: Proposta de inserção de barreira acústica para a UBS Milho Branco. ....</i>	<i>144</i>
<i>Tabela de cálculo do TR do corredor de acesso aos consultórios. ....</i>	<i>160</i>

## 1 APRESENTAÇÃO

Com a finalidade de avaliar acusticamente Unidades Básicas de Saúde, no presente estudo, opta-se por utilizar a metodologia da Avaliação Pós-Ocupação (APO). No aprofundamento desse conceito metodológico, será enfatizada a questão do conforto ambiental, entendendo-se que a abordagem da APO, tecnicamente, é mais ampla por tratar de outras questões que estão além do campo de pesquisa do conforto ambiental. Dentro desta área, o enfoque será especificamente o campo do conforto acústico.

No caso de análise do ambiente construído, considera-se que este é composto de duas fases: a *fase de produção*, onde acontece a concepção, o projeto e a execução do ambiente construído e a *fase de uso*, onde tal ambiente atende ao usuário em suas necessidades diversas, tais como conforto, estética, funcionalidade, aspectos psicológicos, eficiência, etc.

Como objeto de análise para desenvolvimento da pesquisa, será utilizado Unidade Básica de Saúde (UBS) na cidade de Juiz de Fora – MG. A escolha deste objeto se deu pelas características de complexidade que este possui, tanto no campo do ambiente construído quanto especificamente nas observações que nos ofertam elementos para análise. A UBS está incluída no setor de atenção primária de saúde, no campo da prevenção e controle epidemiológico de populações.

A atenção primária tem a função de efetuar o atendimento básico, serviços preventivos e programas de saúde, além de ser referência para o sistema hierarquizado da saúde (atenções secundária e terciária), efetuando, também, o papel de servir de Vigilância à Saúde da população, constitucionalmente tratando no capítulo da política de saúde no Brasil. Sendo assim, a complexidade deste espaço ocorre pela diversidade dos serviços prestados em saúde, tanto no que se refere à prevenção e controle, como acompanhamento e cura. Ainda acresce à complexidade aspectos sociais que se correlacionam, como interesses da população (território, serviços, etc.), perfil epidemiológico, etc.

A título de antecipação, este objeto que se enquadra na área da saúde requer cuidados relacionados, principalmente, à biossegurança, quando colocado em operação.

Esta foi uma importante questão que impulsionou a levar ao desenvolvimento da importância do conforto acústico e sua avaliação, dado a necessidade de concentração nos procedimentos humanos realizados nestes ambientes.

Aspectos físicos e psicólogos, de saúde do trabalhador, inteligibilidade da palavra, entre outros são relevantes e devem ser observados, dado à variabilidade de sons que afetam os sentidos e do uso do espaço pelo ser humano. Sendo assim, a ineficiência ou má qualidade acústica pode levar a erros nos procedimentos em saúde que, em tese, este tipo de avaliação de desempenho mostra-se efetiva na garantia da qualidade do serviço prestado.

Pontuando este objeto de análise, serão consideradas para a APO proposta, duas unidades de saúde: A UBS Vila Esperança e a UBS Milho Branco. A maior característica para distinção das duas unidades é o fato da primeira ser um projeto único, sem modificações ou ampliações, e a segunda por ter sido submetida a uma seqüência de reformas e ampliações, além da não execução total do último projeto realizado para esta unidade. Esta escolha também se deu pelo fato destas possuírem concepções de projeto semelhantes, tendo sido projetadas pelo mesmo arquiteto, Gustavo Abdalla.

Segundo BÁRING (1998), se um problema acústico grave não é resolvido *a priori*, sua correção envolverá dificuldades e custos muitas vezes maiores do que os das medidas de prevenção necessárias para minimizá-lo ou eliminá-lo.

Sabendo que “prevenir é melhor que remediar”, o presente trabalho objetiva-se confirmar, de modo científico, como essa máxima é uma verdade contundente em acústica, ressaltando a importância da inclusão em projeto (e sua execução) das condicionantes para o bom desempenho acústico de um edifício. Além disto, busca-se identificar os possíveis problemas acústicos nas unidades de saúde analisadas para, então, colaborar e propor soluções técnicas para as mesmas. Pretende-se também, através deste trabalho, a identificação dos ambientes considerados críticos acusticamente nas UBS's em geral.

## 1.1 Hipótese

Levanta-se como uma das questões que acarretam problemas e que provocam a queda da eficiência do trabalho nos Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (EAS) é a despreocupação com a qualidade acústica. Neste sentido, problemas acústicos no ambiente de trabalho dos EAS podem comprometer a qualidade do serviço, induzindo a erros humanos nos procedimentos de saúde ali realizados. A importância deste estudo se firma uma vez que, estas tarefas, quando não executadas com acuidade, podem colocar em risco vidas humanas.

Tem-se como hipótese que a qualidade da acústica é relevante na prestação do serviço e que, por isso, o ambiente construído é parte integrante da ação em saúde, isto é, deve ser considerado na avaliação dos procedimentos médicos a serem adotados e da organização de tarefas e trabalho dos EAS.

## 1.2 Objetivos

O objetivo principal da pesquisa proposta é o estudo da qualidade acústica de edificações na área de saúde, relacionando o próprio conforto ambiental à saúde e à questão da humanização do espaço construído. Pretende-se também, proporcionar o conhecimento do grau de risco ambiental e ocupacional que estes ambientes apresentam, tanto pelo comprometimento da inteligibilidade da palavra quanto pela fadiga ou *stress* provocados pela exposição a níveis de ruídos insatisfatórios.

Como enfoque deste estudo, adotou-se a Unidade Básica de Saúde, tendo em vista a diversidade de atividades e a atenção que é demandada para a execução destas. Será verificado quais ambientes deste tipo de estabelecimento são considerados críticos no que se refere ao conforto acústico. Após esta detecção, possibilitará preconizar adaptações no espaço construído e propor soluções e proposições para projetos semelhantes. Apesar do estudo de caso ser na cidade de Juiz de Fora, ressalta-se que sua validade não é local, dado que as questões de saúde têm conceito universal, isto é, atópico.

## 1.3 A cidade de Juiz de Fora

### 1.3.1 Um breve histórico

Situada na Zona da Mata Mineira, suas origens remontam à abertura do Caminho Novo, estrada criada para o transporte do ouro no século XVIII. Diversos povoados surgiram, estimulados pelo movimento das tropas que ali transitavam rumo ao Rio de Janeiro, a exemplo de Santo Antônio do Paraibuna, criado por volta de 1820.

Em 1850, a Vila de Santo Antônio do Paraibuna é elevada à categoria de cidade e, quinze anos depois, ganha o nome de cidade do Juiz de Fora. Juiz de Fora também passa a vivenciar um processo de grande desenvolvimento econômico proporcionado pela agricultura cafeeira que se expandia pela Zona da Mata, dando origem a formação de várias fazendas.

Por iniciativa de Mariano Procópio Ferreira Lage, inicia-se a construção da primeira via de transporte rodoviário do Brasil: a estrada União Indústria, com 144 km de Petrópolis a Juiz de Fora, com o objetivo de encurtar a viagem entre a Corte e a Província de Minas e facilitar o transporte do café.

No século XIX, Juiz de Fora se tornou um dinâmico centro econômico, político, social e cultural. Os ganhos obtidos com o café, associados às facilidades de transporte, energia e mão de obra, acrescida com chegada de centenas de imigrantes, possibilitaram um intenso desenvolvimento industrial, e a cidade passa a ser denominada “A Manchester Mineira”.

O vigor econômico cessa com o fim dos elementos estruturantes da economia local: a escravidão, a queda dos preços do café e de sua exportação com o *crack* da bolsa de New York.

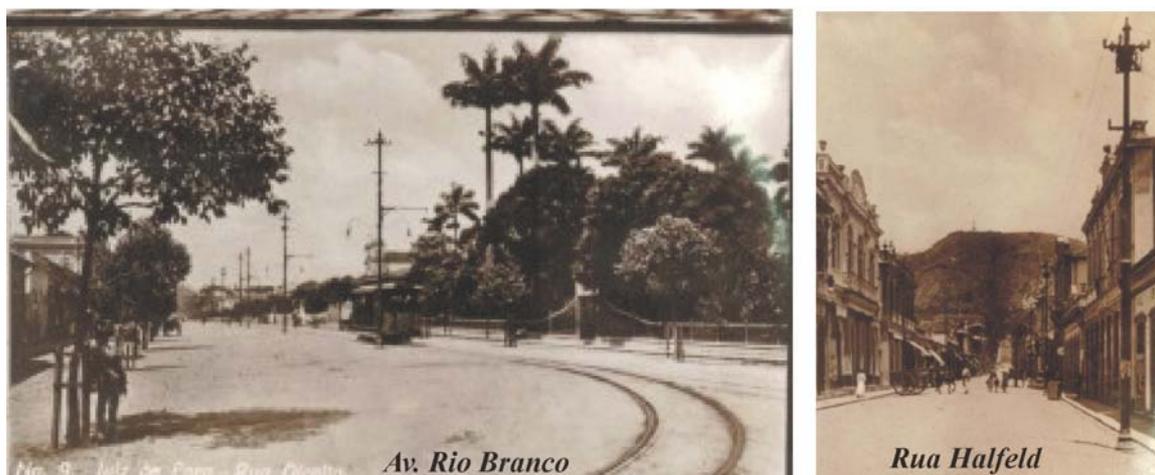


Figura 1.1: Avenida Rio branco e Rua Halfeld em 1906 (fonte: <http://isal.camarajf.mg.gov.br>)

Durante todo o século XX, a cidade, economicamente, esteve estagnada. Entretanto, se destaca nos grandes momentos históricos do País. E após viver um período de relativa decadência industrial até as décadas de 70 e 80, Juiz de Fora passou a se destacar pelo crescimento dos setores comercial, industrial e de prestação de serviços, o que a coloca como uma das grandes cidades de Minas Gerais e a Capital da Zona da Mata Mineira.



Figura 1.2: Avenida Rio branco e Rua Halfeld atualmente (fonte: <http://isal.camarajf.mg.gov.br>)

### 1.3.2 Localização

O município de Juiz de Fora está localizado na região da Zona da Mata no estado de Minas Gerais, na região Sudeste do Brasil (Figura 1.3). Está a uma distância de 255 km de Belo Horizonte, 184 km do Rio de Janeiro e a 506 km de São Paulo. Possui latitude de 21° 41' 20" Sul e longitude 43° 20' 40" a Oeste.

A localização geográfica de Juiz de Fora, entre os grandes centros nacionais, Belo Horizonte, Rio de Janeiro e São Paulo, de fácil acesso, mas de grandes distâncias, amplia mais o seu espaço de influência, tornando-se pólo para inúmeras cidades situadas nesse raio de abrangência. Assim a área de influência de Juiz de Fora se estende a 150 municípios, atingindo municípios de maior ou menor hierarquia, desde a zona da mata até municípios além da divisa estadual com o Rio de Janeiro.

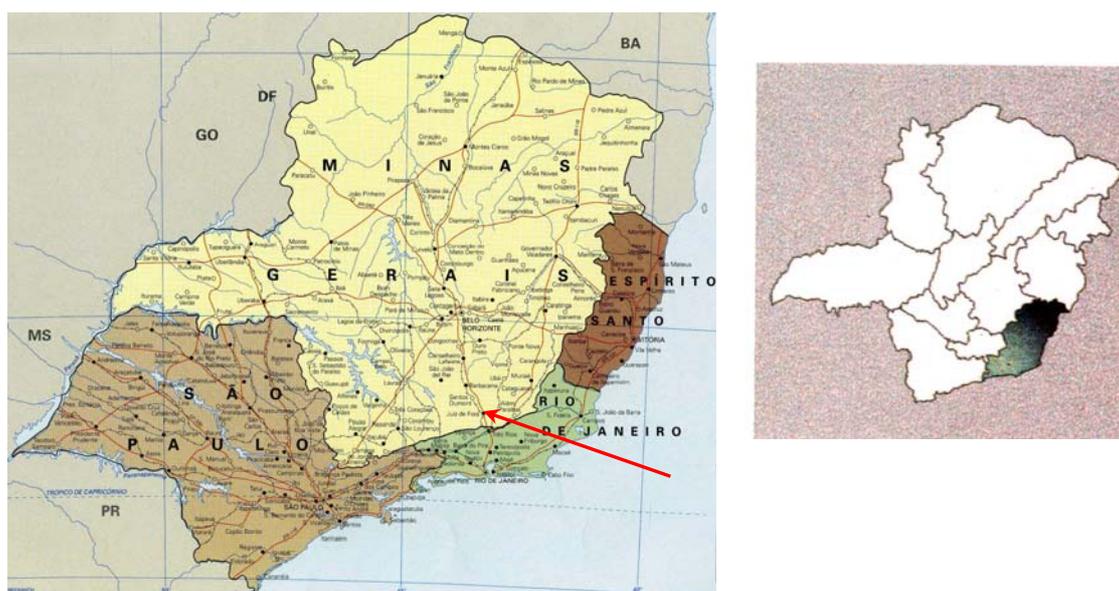


Figura 1.3: Região Sudeste, Juiz de Fora e a Zona da Mata (fonte: [www.acesa.com](http://www.acesa.com))

### 1.3.3 Unidade Territorial e características populacionais

Dados abaixo dispostos, baseados na taxa de crescimento ao ano e no índice percentual da participação da região de interesse no contexto total:

- Área de unidade territorial - 1.429, 875 km<sup>2</sup>
- População: 424.479

- População urbana: 419.226 / População rural: 5.253
- Projeção populacional para 2010: 557.025

Dada a sua posição geográfica, Juiz de Fora recebe a maior contribuição de migrantes do sudeste mineiro e de áreas fluminenses próximas à divisa do Estado e fortemente por ela polarizados. Enquanto vai havendo um aumento populacional na cidade, a maior parte dos municípios da microrregião vem sofrendo um sensível processo de diminuição de suas populações, funcionando em sua maioria como “cidades dormitório” que vêm envelhecendo em função do processo migratório da população jovem, em busca da conclusão ou aperfeiçoamento escolar.

A distribuição espacial da população juiz-forana está altamente concentrada no núcleo central, depois, formando um círculo com densidade diferenciada, sendo mais compacta nas proximidades do núcleo, tornando-se menos densa à medida que vai se afastando.

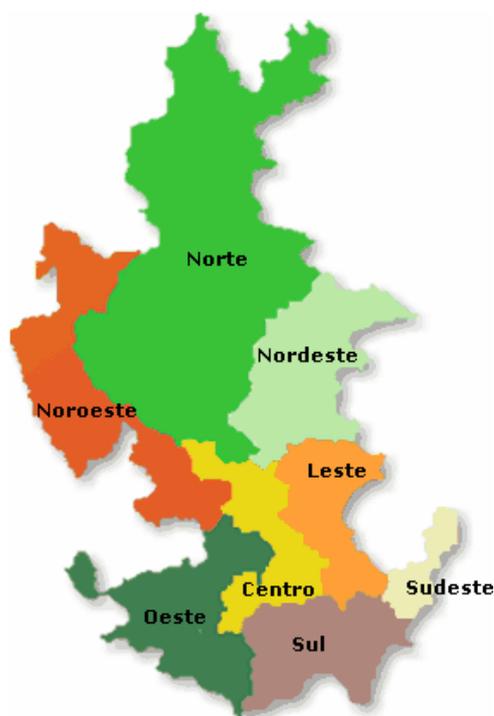


Figura 1.4: Mapa de Juiz de Fora e suas respectivas regiões (Fonte: Ipplan/Dipac).

## 1.4 Características Geográficas

A Zona da Mata – que conserva este nome certamente pela exuberância de sua cobertura vegetal no passado – se estende, inteiramente, sobre o chamado “Escudo Atlântico”, região compreendida pelos planaltos do leste de Minas Gerais.

Esta região distingue-se por ser montanhosa, com altitudes próximas a 1000 m nos pontos mais elevados, 670 a 750 m no fundo do vale do rio Paraibuna e níveis médios em torno de 800 m. o Perímetro Urbano do Município insere-se totalmente no curso médio do rio Paraibuna.

O clima se apresenta sob duas estações bem definidas: uma que vai de outubro a abril, com temperaturas elevadas e maiores precipitações pluviométricas, e outra de maio a setembro, mais fria e com menor presença de chuvas. A região possui um clima que pode ser definido genericamente como Tropical de Altitude, por corresponder a um tipo tropical influenciado pelos fatores altimétricos, em vista do relevo local apresentar altitudes médias entre 700 e 900 m, que contribuem para a amenização das suas temperaturas.

Com relação à distribuição dos deslocamentos de massa de ar, os dados obtidos através da Estação Climatológica Principal da UFJF /5°DISME (Nº 83.692) mostram a presença marcante de ventos do quadrante norte. Esta característica, aliada à existência de uma depressão alongada ao longo do fundo do vale do rio Paraibuna, com direção aproximadamente coincidente, forma um corredor preferencial de deslocamento de massas de ar que se dirigem para o centro urbano da cidade, localizado ao sul.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 A Arquitetura para o Sistema de Saúde no Brasil

O termo promoção da saúde foi originalmente utilizado em 1945, pelo historiador médico Sigerist, que afirmava a importância para a saúde de se proporcionar boas condições de vida e de trabalho, educação, cultura física, lazer e descanso (Terris, 1996, *apud* ASSIS, 2004).

Apesar de criticada por suas lacunas e excessiva idealização, a definição de saúde pela OMS em 1946 como *completo estado de bem-estar físico, mental e social, e não meramente ausência de doença ou enfermidade*, avança pelo fato de ir além de um sentido negativo (ausência de doença) e comportar um sentido positivo (presença de bem-estar).

Nos anos 80, a discussão sobre promoção da saúde foi impulsionada pela constituição de um grupo de trabalho da OMS (Oficina Regional para a Europa), cujo objetivo era planejar o programa de Educação em Saúde para os próximos quatro anos. Partiu-se do reconhecimento de que a Educação em Saúde isolada de outras medidas não poderia resultar em mudanças radicais requeridas para anunciar uma nova era de melhoria na saúde (ASSIS, 2004).

No documento para discussão resultante do grupo de trabalho, a promoção da saúde foi definida “(...) *como el proceso que permite a las personas adquirir mayor control sobre su propia salud y, al mismo tiempo, mejorar esa salud*”. Esta definição foi posteriormente consagrada na Carta de Otawa, em 1986, resultante da 1ª Conferência Internacional de Promoção da Saúde (KICKBUSCH, *apud* ASSIS, 2004). A Carta consagra o sentido de saúde como bem-estar amplamente definido, para o qual são pré-requisitos: alimento, abrigo, paz, renda, ecossistema estável, uso ininterrupto de recursos, justiça social e equidade.

A visão ampliada dos recursos fundamentais à saúde e sua relação estreita com a questão da qualidade de vida fizeram haver uma necessidade de conceber uma

intervenção de caráter público, além das clássicas ações assistenciais e preventivas de cunho individual. Segundo BUSS (2000), os campos da promoção da saúde, como apontados na Carta de Ottawa, seriam estratégias integradas com o objetivo de interferir positivamente no conjunto dos determinantes da saúde.

Esses campos tratariam efetivamente sobre *políticas públicas saudáveis*; *Criação de ambientes favoráveis à saúde*; *Reforço da ação comunitária* (abrindo possibilidades de atuação na definição de prioridades, tomada de decisões e implementação de estratégias para alcançar melhor nível de saúde); *Desenvolvimento de habilidades pessoais favoráveis à saúde* (educação em saúde) e *Reorientação dos serviços de saúde* com a finalidade de superar o modelo biomédico, centrado na doença como fenômeno individual e na assistência médico-curativa como foco essencial da intervenção.

### **2.1.1 Os Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (EAS)**

Ao longo dos tempos, a concepção de Hospital modificou-se radicalmente. Na idade média, este espaço era tido como lugar para abrigar os enfermos e assisti-los, material e espiritualmente. Atualmente, uma unidade hospitalar é, antes de tudo, um complexo espaço de cura, preservação e promoção da saúde onde o conhecimento dos aspectos ambientais nestes ambientes é imprescindível.

A arquitetura hospitalar vem diversificando seu foco de atenção, visto que, por diferentes razões, o próprio modelo de atenção médica está passando por diversas transformações (SANTOS e BURSZTYN, 2004). O advento das incessantes pesquisas e novas tecnologias faz deste tipo de arquitetura “um permanente canteiro de obras” como define o arquiteto Jarbas Karman (*apud* FIGUEROLA, 2002).

Contudo, fatores como conforto, limpeza, segurança e humanização tornam-se essenciais para a saúde e bem-estar físico-psicológico do ser humano. O estudo da influência do espaço construído no processo de restabelecimento da saúde torna-se interdisciplinar, atraindo grupos de pesquisas como o Espaço Saúde (FAU-UFRJ) a aprofundar neste campo.

Nestes estudos, verificou-se que a humanização dos ambientes de saúde é fator de extrema relevância para a finalidade que o espaço propõe. Espaços acolhedores e familiares como jardins, áreas envidraçadas, leitos e ambientes de estar com mobiliários que promovam uma convivência descontraída e agradável tendem a assemelhar-se, propositalmente, a uma moradia. O bem-estar psicológico gerado por meio das relações com o ambiente construído, suscita nos pacientes, médicos e demais profissionais, atitudes mais humanas e respeitadas.

### **2.1.2 As Unidades Básicas de Saúde na Política de Saúde**

O sistema nacional de saúde tem evoluído nos últimos anos, o grande salto foi a partir de 1988, com a promulgação da Constituição Federal, seguida das leis orgânicas da saúde e das normas operacionais básicas de assistência à saúde. Destaca-se a Norma Operacional de Assistência à Saúde – NOAS 01/2002, que busca hierarquizar a oferta de serviços de saúde, segundo a complexidade do atendimento.

As tendências atuais permitem afirmar que os avanços nas tecnologias de prevenção, diagnóstico, terapêutica e comunicação criam condições para que a maior parte dos cuidados de saúde possa ser ofertada de forma descentralizada e próxima aos usuários (SANTOS e BURSZTYN, 2004).

As Unidades Básicas de Saúde são uma realidade desta descentralização dos atendimentos em saúde. Sendo preferencialmente implantadas nos bairros, criam territórios de abrangência e áreas de influência que se tornam referências para essas populações territorializadas. Com isto, contribuem para a política de hierarquização da saúde, tornando a atenção secundária e a terciária como contra-referência das UBS's.

Os serviços prestados pelas UBS's podem ser classificados em duas grandes áreas: a da atenção básica e controle epidemiológico e a do atendimento clínico. No primeiro grupo estão os atendimentos de imunização, injeção, curativos, farmácia, nebulização e educação continuada. No segundo grupo estão a clínica geral, a ginecologia e a pediatria.

O Programa Saúde da Família (PSF), um dos programas nacionais de implementação da nova política de prevenção em saúde no Brasil, veio e vem se integrando aos serviços e transformando, ou tomando para si, o principal serviço do atendimento clínico, dado a permanência da equipe de saúde mais tempo na unidade e o conhecimento por parte da equipe da comunidade assistida pela unidade.

Juiz de Fora conta atualmente com 41 unidades básicas de saúde, o que atende a praticamente toda a região periférica da cidade. Nestas UBS's existem atualmente 80 equipes de saúde da família em 35 unidades, cobrindo aproximadamente 42% da população municipal (entre 180 mil e 220 mil pessoas) com o PSF (ABDALLA, 2004). Restando ainda 8% para alcançar a cobertura de 50% da população, conforme compromissos assumidos com o Ministério da Saúde.

Não diferente em todo país, é comum a maioria das unidades básicas de saúde de Juiz de Fora funcionarem em prédios adaptados, tornando-se um dos seus principais problemas no que diz respeito à adequação do trabalho ao ambiente.

As unidades abrigam o PSF, o qual é composto por equipes de saúde que são formadas em geral com um médico, um enfermeiro e até quatro agentes comunitários de saúde (ACS). Estuda-se atualmente em Juiz de Fora a inclusão do dentista no PSF, mas ainda não há definição da relação do número de profissionais por equipe.

Segundo ABDALLA (2004), o PSF veio e vem se integrando aos serviços e transformando, ou tomando para si, o principal serviço do atendimento clínico, dado a permanência da equipe de saúde mais tempo na unidade e o conhecimento por parte da equipe da comunidade assistida pela unidade.

É importante salientar que diversas outras ações fazem parte do funcionamento de uma UBS. Além dos ACS, o serviço de assistência social é importante em algumas regiões, atuando especificamente com a educação da comunidade e com a atenção social, seja em grupos específicos das áreas de influência ou individualmente.

### **2.1.3 Espaços Demandados para Serviços Prestados e Riscos Ambientais**

Os serviços prestados pelas unidades de saúde podem ser classificados em duas grandes áreas: a da atenção básica e controles epidemiológicos, responsáveis pelos atendimentos de imunização, injeção, curativos, farmácia, nebulização além da educação continuada e a área do atendimento clínico programado estão a clínica geral, a ginecologia e a pediatria.

Em 2002 e 2003 realizou-se um trabalho onde foi levantando as reais características das Unidades Básicas de Saúde do município em questões ligadas à qualidade da infra-estrutura física e necessidades de manutenção e reformas necessárias para a implantação do PSF.

Para tanto, foi verificado:

- As condições físicas das unidades de saúde, isto é, patologia das edificações quanto aos aspectos construtivos visíveis (trincas, problemas de umidade, problemas de manutenção, etc.);
- A conformidade do espaço dimensional dos ambientes da unidade bem como seus procedimentos e atendimentos com os padrões normativos do Alvará Sanitário da Prefeitura, do Código de Saúde do Estado de Minas Gerais e da Regulamentação Normativa 050/2002 da ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária);
- Análise do conforto ambiental das unidades abrangendo questões de ergonomia e mobiliário, iluminação natural e artificial, ventilação, ruído, conforto visual, odor e riscos ambientais, principalmente com relação a biossegurança.

É importante salientar que estas verificações não foram quantitativas, e sim por meio de observações, levantamentos e entrevistas.

Desde então, este trabalho continua através de projeto de extensão ligados à UFJF, realizando adaptações possíveis com recursos vindos do Projeto de Expansão e Consolidação da Saúde Família (PROESF), para as reformas e adaptações que foram sugeridas.

Das quarenta e uma unidades visitadas, só quatro delas foram projetadas para serem propriamente unidades de saúde, destas apenas uma não foi construída depois da gestão plena em saúde pela cidade e da existência do PSF.

Foi constatado que o conforto ambiental é colocado em segundo plano em quase todas as unidades, como principal evidência deste aspecto, a maioria das unidades apresenta usos múltiplos dos ambientes e problemas ergonômicos que potencializam acidentes. A falta de manutenção das unidades também foi perceptível em muitos casos, acarretando diversas patologias e também riscos ergonômicos, como, por exemplo, é presente em todas as unidades algum mobiliário defeituoso.

## 2.2 Avaliação pós-ocupação

A avaliação pós-ocupação (APO) pode ser entendida como um método interativo que detecta patologias e determina terapias no decorrer do processo de produção e uso de ambientes construídos, através de participação intensa de todos os agentes envolvidos na tomada de decisões (ORNSTEIN, 1992).

*“Uma APO bem sucedida requer um cuidadoso levantamento de dados, o cumprimento dos prazos previstos e um tratamento estatístico bem definido” (ORNSTEIN, 1992).*

A APO é uma avaliação de desempenho, tendo como metas promover a ação ou intervenção no ambiente construído, buscando propiciar um aumento na qualidade de vida daqueles que utilizam um dado ambiente e produzir informações na forma de banco de dados, gerar conhecimentos sistematizado sobre o espaço e as relações ambiente – comportamento. Um dos principais objetivos da APO é servir de instrumento para aferir o grau de satisfação do usuário em relação ao ambiente construído. Através da aplicação desta avaliação, promove-se também a garantia de satisfação das necessidades do(s) usuário(s) ou de quem direta ou indiretamente entra em contato com ele (vizinhos, transeuntes, etc.).

Através da APO é possível verificar a freqüência de uso, manutenção, modificações e adaptações do espaço ao usuário e vice-versa e, conseqüentemente, compreender as relações satisfação x comportamento existentes entre o usuário (consumidor final) e o ambiente construído (produto final) (MACEDO, 1999).

A aplicação deste tipo de trabalho é passível de promover uma perturbação nas atividades cotidianas do ambiente construído em questão. Por este motivo, muitas vezes pode não ser bem recebida e até mesmo evitada. Além disso, os próprios agentes produtores e usuários destes ambientes podem entender este tipo de trabalho como sinônimo de repressão, criando barreiras contra a avaliação, na forma de mecanismos de auto-defesa.

Em síntese a APO divide-se em levantamento de dados, organização dos dados em tabelas, diagnóstico e recomendações para projetos semelhantes. (MACEDO, 1999). Durante o seu desenvolvimento, podem ser investigados aspectos físicos, comportamentais, técnico-construtivos, técnico-econômicos, técnico-estéticos e técnico-funcionais. Assim sendo, esta metodologia pode ser aplicada em duas fases: a da avaliação objetiva e da avaliação comportamental.

### **2.2.1 Avaliação objetiva e avaliação comportamental**

A APO aplicada na arquitetura é uma das metodologias existentes para avaliação de ambientes construídos, sendo um exame sistemático das edificações em uso o qual pode trazer subsídios e informações importantes para os projetistas. Ela difere de outros métodos, mais preocupados com o projeto e construção, uma vez que prioriza aspectos como o uso, operação e manutenção, considerando-os essenciais às informações do usuário do local estudado.

Segundo CASTRO (2004), uma Análise *Walkthrough* ou *Análise Preliminar* consiste no reconhecimento do ambiente e na identificação descritiva de problemas e aspectos positivos do mesmo. Esta avaliação preliminar é realizada por uma equipe composta de técnicos e representantes dos usuários (*staff* da organização), assim como demais profissionais envolvidos (gestores, técnicos de manutenção, projetistas, etc.), que

percorrem o prédio para o reconhecimento de suas características físicas e funcionais, de suas atividades e dos usuários. Esta se torna, portanto, o começo de qualquer tipo de avaliação citada a seguir.

### **a) AVALIAÇÃO OBJETIVA**

Esta etapa da APO incorpora os aspectos funcionais, técnicos e comportamentais. A extração do maior número de informações possíveis na avaliação técnica permite comparar estes dados com a opinião do usuário, possibilitando confrontar dados mensurados com dados sensitivos (ROMERO, 1989 *apud* MACEDO, 1999).

É importante comparar os resultados da avaliação técnica com normas e critérios. Infelizmente, no Brasil existe uma carência de critérios estabelecidos, dificultando o estudo. Neste sentido, as APO's assumem um papel fundamental, pois o desenvolvimento freqüente de diversas avaliações permite comparar os resultados obtidos e criar subsídios para a elaboração de novas normas e o aprimoramento das existentes (ROMERO, 1989 *apud* MACEDO, 1999).

#### **a.1) Avaliação técnico-construtiva**

Relaciona-se com os materiais e técnicas construtivas utilizadas. Através de observação e análise verifica se o ambiente construído satisfaz ou não às necessidades do usuário. Consiste no levantamento ao nível de uma macro e micro escala. Sendo macro escala levantamento que envolve o edifício como um todo (fluxos, circulações, estrutura) e micro escala como mobiliário e materiais de revestimento.

Em se tratando de avaliação do desempenho acústico (APO acústica), identifica-se o tipo de parede e/ou material de revestimento em relação a sua capacidade de isolamento e absorção do ruído (interno ou externo); tipos de janelas e avaliação de suas instalações; tipos de varandas e anteparos de proteção contra o ruído externo, etc.

#### **a.2) Avaliação técnico-estética**

Relaciona-se às questões comportamentais e aos aspectos culturais, envolvendo questões relacionadas à percepção e compreensão do ambiente bem como as questões relacionadas à forma e ao estilo.

Devido ao limite de tempo, neste presente estudo serão apenas apresentadas propostas que possibilitem solucionar ou minimizar os problemas relacionados ao conforto acústico, sempre objetivando preservar ou valorizar o conforto visual e a humanização do espaço.

### **a.3) Avaliação técnico-econômica**

Este tipo de avaliação permite medir a eficiência do ambiente construído considerando a relação custo-benefício.

### **a.4) Avaliação técnico-funcional**

Avalia a funcionalidade da edificação ao nível de uma macro e micro escala. Verifica se o posicionamento dos espaços é adequado a sua função de uso (área construída, ventilação, iluminação e acústica).

### **a.5) Avaliação física**

Consiste em levantamento *in loco* do objeto em questão com a utilização de equipamentos apropriados. Um dos equipamentos mais utilizados para a realização da APO Acústica é o *Decibelímetro*.

## **b) AVALIAÇÃO COMPORTAMENTAL**

Além da Avaliação Técnica, composta de ensaios em laboratórios ou *in loco*, a APO é composta da Avaliação Comportamental, baseada no ponto de vista dos usuários. Essa última se preocupa com a relação homem x ambiente construído e tem, a partir de dados fornecidos pelos usuários, muito ainda a desenvolver sobre os métodos de avaliação de desempenho das edificações (FLEMMING, 2000).

A Avaliação Comportamental Iniciou-se nos países desenvolvidos, com a construção em larga escala de conjuntos habitacionais no período Pós-Guerra. O fator preponderante para este tipo de avaliação foi o grau de insatisfação das necessidades dos moradores em relação aos edifícios. Assim, nos EUA, origina-se a APO, a qual combina a Avaliação Técnica e a Avaliação Comportamental, pretendendo-se configurar em uma Avaliação Global do edifício, garantindo maior vida útil e evitando a repetição de falhas em projetos futuros de edificações semelhantes.

Analisa a relação entre o nível de satisfação do usuário e seu comportamento em relação ao ambiente. Consiste no levantamento da população amostral, o qual é realizado através de contatos com o usuário do ambiente em questão, na seleção de ambientes representativos, na elaboração de questionário pré-teste, contato com profissionais envolvidos com o objeto de estudo, ou que possam ser consultados, na tabulação dos dados, no tratamento estatístico e na análise final.

Como métodos mais utilizados, temos: observações registradas em plantas, complementadas por entrevistas e pela aplicação de questionários, que são métodos quantitativos e envolvem técnicas estatísticas e conceitos numéricos. Os dados obtidos devem ser apresentados em relatório e sintetizados em tabelas e gráficos.

### ***b.1) Dimensionamento das amostras***

Quando o universo for muito extenso, determina-se a necessidade de escolher amostras representativas na totalidade. Neste caso, a utilização do processo de inferência<sup>1</sup> permitirá tecer conclusões com base em uma amostra desta população. Para que realmente haja “confiança” no resultado final obtido será necessário tomar cautela no dimensionamento e na seleção das populações amostrais.

O critério de seleção da amostra (estatísticos, não-probabilísticos ou de estratos representativos de determinadas particularidades imprescindíveis a uma avaliação confiável) irá variar com as características específicas de cada APO a ser realizada. Quanto maior o tamanho da amostra, menor o erro padrão. Através de fórmulas e tabelas já existentes, poderá ser realizado um correto dimensionamento das amostras, baseando-se na adoção de um intervalo de confiança e de um erro padrão.

### ***b.2) Elaboração de questionários***

A utilização de questionário é um dos métodos que permitem analisar as relações entre o usuário e o ambiente construído. Para a elaboração do mesmo, deve se ponderar nas seguintes questões:

---

<sup>1</sup> Apud MACEDO, 1999 – A indução ou inferência é o processo através do qual, com base em uma amostra conhecida, buscam-se conclusões sobre a população desconhecida da qual se extraiu a amostra. Seria, segundo Wonnacott (1985; p.109) um processo no qual parte se da “argumentação do específico (amostra) para o geral (população)”.

- respeitar o vocabulário da população, visando uma fácil compreensão;
- considerar necessidades básicas do usuário, associando a uma escala de valores única para cada indivíduo que varia em função do contexto climático, político, econômico e sócio-cultural;
- testar o questionário antes de aplicá-lo, estudando o modo, o horário e a data mais adequada para a aplicação.

### **2.2.2 Avaliação Pós-Ocupação Acústica**

Conforme já mencionado anteriormente, a APO é uma avaliação de desempenho baseada em dados subjetivos e objetivos. Sendo assim, antes de qualquer diagnóstico, é necessário dividir a avaliação proposta em APO acústica “subjetiva”, derivada da elaboração, aplicação e análise dos questionários e entrevistas e a APO acústica “objetiva”, consistindo no levantamento físico obtido em campo.

A APO acústica envolve variáveis climáticas, físicas, biológicas e as relações ambiente x comportamento humano (MACEDO, 1999). Desta maneira, este tipo de pesquisa auxilia na obtenção de dados sobre desempenho de materiais, comportamento dos usuários e formas de implantação e de *lay-out* arquitetônico mais eficiente.

É de alta relevância a ponderação nos dados objetivos e subjetivos na aplicação da avaliação pós-ocupação acústica. Deve se atentar tanto aos aspectos objetivos medidos e observados *in loco* ou analisados no projeto arquitetônico, como aos aspectos subjetivos, verificados na avaliação comportamental após a aplicação e análise dos questionários e entrevistas.

Antes do interesse em saber como reduzir o ruído, o objetivo desta avaliação é identificar as características acústicas deste tipo de estabelecimento, identificando os pontos ou ambientes mais ruidosos. Em seguida, quais destes ruídos podem comprometer a realização dos trabalhos ministrados pelos profissionais.

Este estudo objetivar-se-á em gerar dados capazes de verificar o grau de satisfação dos usuários com relação ao ambiente construído, além de analisar a qualidade acústica em áreas específicas. Através destes dados, será possível a proposição de sugestões

para elevação do conforto acústico destes estabelecimentos ou em projetos semelhantes.

A Organização Mundial de Saúde estabelece 55 dB(A) como nível médio de ruído diário para uma pessoa viver bem. Portanto, os ambientes onde o ruído médio esteja acima dos níveis recomendados necessitam de tratamento acústico. Acima de 75 dB(A), começa a acontecer o desconforto acústico, ou seja, para qualquer situação ou atividade, o ruído passa a ser um agente de desconforto. Nessas condições há uma perda da inteligibilidade da linguagem, a comunicação fica prejudicada, passando a ocorrer distrações, irritabilidade e diminuição da produtividade no trabalho. Acima de 80 dB(A), as pessoas mais sensíveis podem sofrer perda de audição, o que se generaliza para níveis acima de 85 dB(A).

No presente estudo, para abordar a avaliação objetiva das Unidades Básicas de Saúde propostas serão realizadas as avaliações físicas, técnica-construtiva, técnico-funcional e para a avaliação comportamental, serão dimensionadas as amostras e a elaboração e aplicação de questionários.

### 2.2.3 Avaliação do ruído

Ao contrário de outras formas de poluição (da atmosfera, da água), a poluição sonora é difícil de ser medida, uma vez que ela não deixa resíduos e é altamente variável em relação ao tempo (CREMONESI, 1988). O método mais utilizado para avaliar o ruído em ambientes é a aplicação das curvas NC (*Noise Criterion*) criadas por Beranek em pesquisas a partir de 1952. Em 1989 o mesmo autor publicou as Curvas NCB (*Balanced Noise Criterion Curves*), com aplicação mais ampla. São várias curvas representadas em um plano cartesiano que apresenta no eixo das abscissas as bandas de frequências e, no eixo das ordenadas, os níveis de ruído (Figura 2.1).

Cada curva demonstrada abaixo representa o limite de ruído para uma da atividade, tendo em vista o conforto acústico em função da comunicação humana. Por exemplo, a curva NC-10 estabelece o limite de ruído para salas de concerto, estúdios de rádio ou TV; a curva NC-20 o limite para auditórios e igrejas; a curva NC-65 (*a de maior nível*) o limite para qualquer trabalho humano, com prejuízo da comunicação, mas sem haver o risco de dano auditivo.

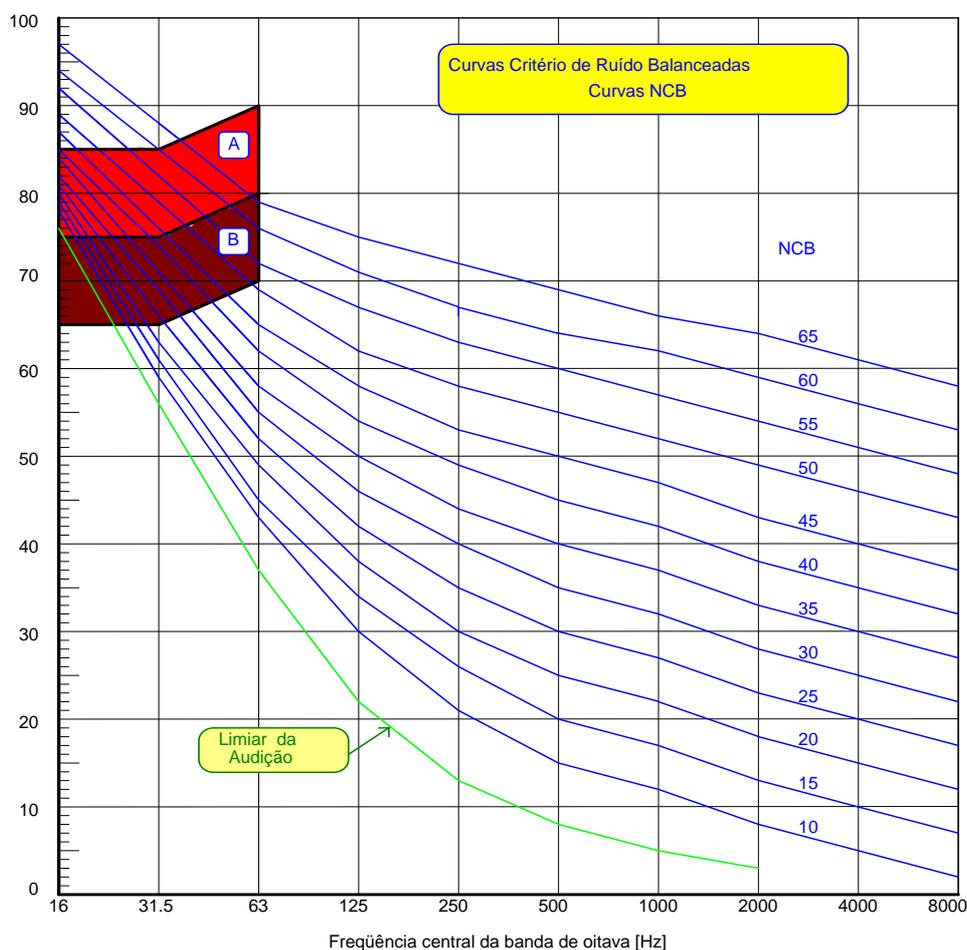


Figura 2.1 - Curvas Critério de Ruído Balanceadas (Fonte: BERANEK, 1989).

Veremos adiante, que a Norma Brasileira NBR 10.152 adotou estas curvas supracitadas como padrão, estabelecendo uma tabela (Figura 2.3) com limites de utilização. No Brasil, os critérios para medição e avaliação do ruído em ambientes são fixados pelas Resoluções e Normas Brasileiras das quais as principais são:

- NR15 – Atividades e operações insalubres;
- NBR 10.151 - Avaliação do ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade;
- NBR 10.152 - Níveis de ruído para conforto acústico;
- RDC-50 de 21/02/2002. Regulamento Técnico para planejamento, programação, elaboração e avaliação de projetos físicos de estabelecimentos assistenciais de saúde;
- Resolução CONAMA Nº 001 de 08 de março de 1990.

Segundo a NR-15, ruído de impacto é aquele que apresenta picos de energia acústica de duração inferior a 1 (um) segundo, a intervalos superiores a 1 (um) segundo). Entende-se por Ruído Contínuo ou Intermitente, para os fins de aplicação de Limites de Tolerância, o ruído que não seja ruído de impacto. Os tempos de exposição aos níveis de ruído não devem exceder os limites de tolerância fixados no quadro abaixo (Figura 2.2).

NÍVEL DE RUÍDO DB (A)	MÁXIMA EXPOSIÇÃO DIÁRIA PERMISSÍVEL
85	8 horas
86	7 horas
87	6 horas
88	5 horas
89	4 horas e 30 minutos
90	4 horas
91	3 horas e 30 minutos
92	3 horas
93	2 horas e 40 minutos
94	2 horas e 15 minutos
95	2 horas
96	1 hora e 45 minutos
98	1 hora e 15 minutos
100	1 hora
102	45 minutos
104	35 minutos
105	30 minutos
106	25 minutos
108	20 minutos
110	15 minutos
112	10 minutos
114	8 minutos
115	7 minutos

Figura 2.2: Limites de tolerância para ruído contínuo ou intermitente estabelecidos pela NR-15

Ainda de acordo com a NR-15, para os valores encontrados de nível de ruído intermediário será considerada a máxima exposição diária permissível relativa ao nível imediatamente mais elevado. Não é permitida exposição a níveis de ruído de 115 dB<sub>(A)</sub> para indivíduos que não estejam adequadamente protegidos. Os níveis de ruído contínuo ou intermitente, os quais serão identificados, adiante, nos estabelecimentos apontados neste presente estudo, devem ser medidos em decibéis (dB) com instrumento de nível de pressão sonora operando no circuito de compensação “A” e circuito de resposta lenta

(SLOW). A ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) aponta também, através da NBR 10.151, a necessidade de obedecer a distância mínima de 1 m das paredes, de 1,2 m acima do piso e a 1,5 m de janelas.

Ainda se tratando do procedimento de medição de ruídos contínuos, de acordo com a NBR 10.151, os resultados devem ser apresentados conforme locais de medição, valores coletados e transformados em  $L_{Aeq}$  (Nível de pressão sonora equivalente), através da aplicação da seguinte fórmula:

$$L_{Aeq} = 10 \log \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{\frac{L_i}{10}}$$

A NBR 10.152 define os limites máximos de ruídos admissíveis para ambientes diversos, a partir do Nível de Pressão Sonora, em decibéis ( $L_p$ ) e da Curva de avaliação de ruído (NC), conforme tabela abaixo (Figura 2.3).

<b>HOSPITAIS</b>		
Apartamentos, enfermarias, berçários, centros cirúrgicos	35 - 45	30 - 40
Laboratórios, áreas para uso do público	40 - 50	35 - 45
Serviços	45 - 55	40 - 50
<b>ESCOLAS</b>		
Bibliotecas, salas de música, salas de desenho	35 - 45	30 - 40
Salas de aula, laboratórios	40 - 50	35 - 45
Circulação	45 - 55	40 - 50
<b>HOTÉIS</b>		
Apartamentos	35 - 45	30 - 40
Restaurantes	40 - 50	35 - 45
Portaria, recepção, circulação	45 - 55	40 - 50
<b>RESIDÊNCIAS</b>		
Dormitórios	35 - 45	30 - 40
Salas de estar	40 - 50	35 - 45
<b>AUDITÓRIOS</b>		
Salas de concertos, teatros	30 - 40	25 - 30
Salas de conferências, cinemas, salas de uso múltiplo	35 - 45	30 - 35
<b>RESTAURANTES</b>		
	40 - 50	35 - 45
<b>ESCRITÓRIOS</b>		
Salas de reunião	30 - 40	25 - 35
Salas de gerência, salas de projetos e de administração	35 - 45	30 - 40
Salas de computadores	45 - 65	40 - 60
Salas de mecanografia	50 - 60	45 - 55
<b>IGREJAS E TEMPLOS (cultos meditativos)</b>		
	40 - 50	35 - 45
<b>LOCAIS PARA ESPORTE</b>		
Pavilhões fechados para espetáculos e atividades esportivas	45 - 60	40 - 55

Figura 2.3: Tabela - Valores do Nível de Pressão Sonora  $dB_{(A)}$  e Curva de Avaliação de Ruído (Fonte: ABNT – NBR 10152, 1987).

As normas brasileiras para aplicação em semelhantes edificações, por sua vez, estão consolidadas nas referências bibliográficas apresentadas pela RDC Nº 50 (BRASIL, 2002) e ressaltam a importância de observar as demandas específicas dos diferentes ambientes funcionais quanto a sistemas de controle de suas condições de conforto acústico, considerando os aspectos específicos das características do grupo de usuários que as utilizam e, naturalmente, pelos equipamentos biomédicos e prediais ali instalados.

O Conselho Nacional do Meio Ambiente, considerando que os problemas dos níveis excessivos de ruído estão incluídos entre os sujeitos ao controle da poluição de meio ambiente, estabelece a resolução CONAMA Nº 001 de 08 de março de 1990, a qual utiliza-se das normas NBR-10151 e NBR-10152 para estabelecer valores de níveis de pressão sonora prejudiciais à saúde e ao sossego público e procedimentos para as medições dos mesmos.

### **2.2.3.1 REGRAS BÁSICAS DE MEDIÇÃO**

#### ***a) Levantamento do local de trabalho e das atividades***

- Descrição das características construtivas das edificações;
- Descrição resumida do processo;
- Identificação, descrição e localização das fontes de ruído.
- Data e hora em que se realizou a avaliação;
- Tempo de duração da avaliação;
- Identificação das atividades e do número de trabalhadores.

#### ***b) A medição com Medidor de Pressão Sonora com Leitura Instantânea do Ruído (decibelímetro)***

Este é o caso mais simples e corriqueiro, que utiliza um medidor de pressão sonora de leitura instantânea como apresentado no Anexo -1 da NR-15. Este tipo de equipamento não é capaz de fornecer diretamente o  $L_{Aeq}$  ou a Dose. Sugere-se, portanto, o cumprimento das seguintes etapas:

- Verificar se a jornada de trabalho ocorre em dois ou mais diferentes níveis de exposição em períodos específicos;
- Possuir um cronômetro ou um relógio de pulso comum com leitura de segundos;

- Realizar calibração e ajustes preliminares do equipamento;
- Entrevistar o funcionário e perguntar por onde ele passa e quanto tempo permanece em cada local, acompanhando-o na execução de cada uma das etapas identificadas;
  - Elaborar uma tabela onde seja possível registrar cada uma das etapas executadas no local de trabalho o tempo efetivo de exposição e o nível de pressão sonora medido;
  - Considerar os efeitos combinados, através da técnica do somatório das frações entre o tempo efetivo e o tempo permitido pela legislação, em cada uma das etapas.

## 2.3 Qualidade acústica em edificações

### 2.3.1 Psicoacústica

A Psicoacústica é a ciência que estuda a percepção sonora dos fenômenos acústicos. As grandezas psicoacústicas procuram analisar separadamente cada uma das características que definem a percepção sonora (NOVO JÚNIOR, 2003). Assim sendo, esta ciência estuda as sensações auditivas para estímulos sonoros. Trata dos limiares auditivos, limiares de dor, percepção da intensidade de da freqüência do som, mascaramento, e os efeitos da audição binaural (localização das fontes, efeito estéreo, *surround*, etc.).

#### 2.3.1.1 A Lei de Weber-Fechner

A Lei de Weber-Fechner faz uma relação entre a intensidade física de uma excitação e a intensidade subjetiva da sensação de uma pessoa. Vale para qualquer percepção sensorial, seja auditiva, visual, térmica, tátil, gustativa ou olfativa. Esta lei tem como enunciado geral, o aumento do estímulo necessário para produzir o incremento mínimo de sensação sendo proporcional ao estímulo preexistente.

$$S = k \cdot \Delta I / I$$

**ou**

$$S = k \cdot \log I$$

Onde: “S” = sensação;  
“I” = intensidade do estímulo;  
“k” = uma constante.

Aplicando este enunciado à acústica, afirma-se que sons de frequência constante, cujas intensidades físicas variam em progressão geométrica, produzem sensações cujas intensidades subjetivas variam em progressão aritmética. Ainda aplicando a Lei de Weber-Fechner à acústica, é certo afirmar que para sons de mesma frequência, a intensidade da sensação sonora cresce proporcionalmente ao logaritmo da intensidade física.

### 2.3.1.2 Audibilidade (loudness)

Audibilidade é o estudo de como nosso ouvido recebe e interpreta as flutuações da pressão sonora associada a variações de frequência (FERNANDES, 2002). Deve-se ressaltar que este estudo deve ser estatístico, pois, a sensação percebida por um indivíduo é única, particular dentro de uma diversidade de individualidades dentro da espécie humana.

Como ocorre em todas as avaliações da resposta humana a estímulos físicos, a previsão exata da resposta de um determinado indivíduo ao estímulo sonoro é praticamente impossível (LALLI, 1988). O conjunto de sons audíveis pelo ser humano, ou seja, nosso campo de audibilidade, é dado pela área compreendida entre o limiar de audibilidade e o limiar da dor (Figura 2.4).

0 dB	Limiar de audibilidade
10 dB	Ruído de respiração normal, folha caindo
20 a 30 dB	Ambiente muito calmo, dormitório
40 a 50 dB	Escritórios, residência barulhenta
60 a 70 dB	Conversação normal
80 a 90 dB	Ruído de tráfego pesado
90 a 110 dB	Indústria pesada
110 a 120 dB	Aviões a jato a curta distância
Aproximadamente 130 dB	Limiar de dor

Figura 2.4: Relação de audibilidade e decibéis

Sabe-se que o processo da percepção auditiva não é linear. Apesar do ouvido humano ser sensível à percepção de freqüências aproximadamente entre 20 e 20.000 Hz, o ouvido privilegia a percepção de sons nas freqüências relacionadas à fala humana (NOVO JÚNIOR, 2003). Por isso, o ouvido é mais sensível à variação das baixas freqüências sonoras, até aproximadamente 1.000 Hz, onde se concentra grande parte das freqüências dos sons característicos das linguagens humanas, como é possível verificar nas curvas de audibilidade.

As curvas de audibilidade (curvas loudness), são muito importantes no estudo de acústica. Por exemplo: nos aparelhos de som nós podemos utilizar a tecla "loudness" que nos dá um aumento dos sons graves e agudos, proporcional às curvas, para que todas as freqüências sejam igualmente ouvidas. Nos aparelhos medidores do nível de intensidade sonora (decibelímetros) as medições são feitas levando-se em consideração a sensibilidade do ouvido: o aparelho mede o NIS da mesma maneira que o ouvido percebe o som, equalizando de acordo com as curvas loudness (FERNANDES, 2002).

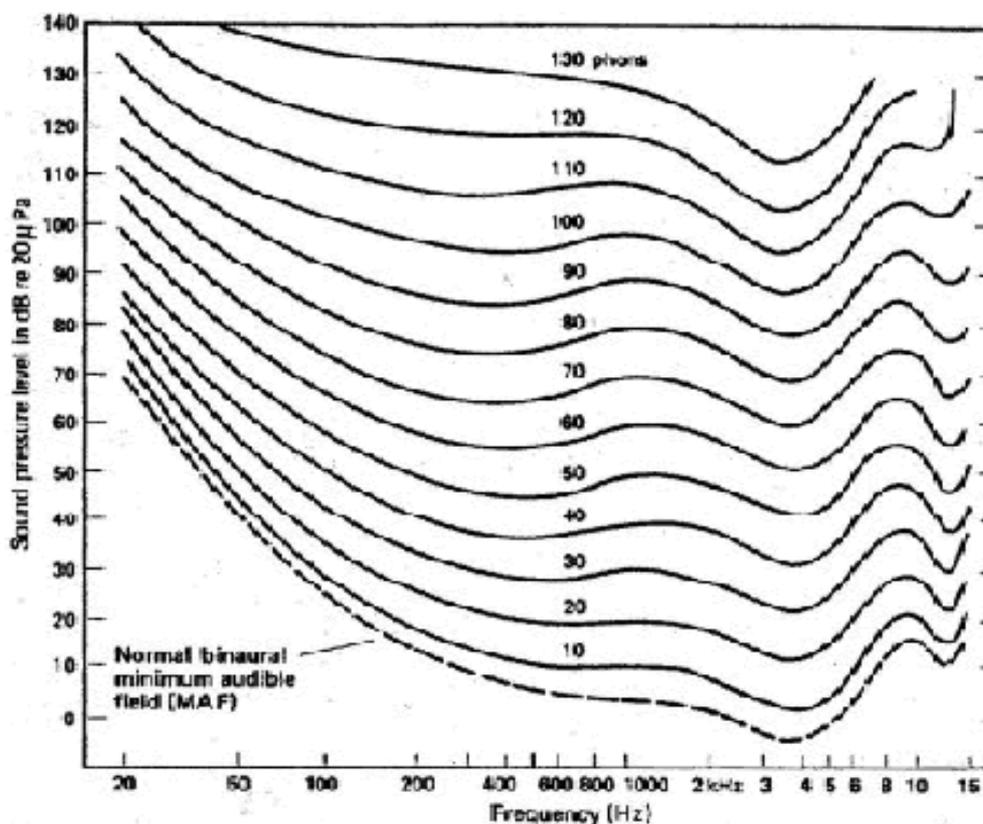


Figura 2.5: Curvas de audibilidade ou curvas isofônicas (Fonte: Birgitta Berglund & Thomas Lindvall Stockholm, Sweden, 1995 – Community Noise).

A cada contorno de igual sonoridade é associado um valor numérico em fones (Figura 2.5), que foi escolhido como o nível de pressão sonora no ponto onde este contorno atravessa a linha correspondente a freqüência de 1000 Hz. Todos os pontos pertencentes ao mesmo contorno têm a mesma sonoridade em fones. Em resumo, pode-se dizer que um som de “ $n$ ” fones é aquele que dá a mesma sensação de intensidade que um som de  $n$  decibéis e de freqüência 1000 Hz.

Nas curvas, verifica-se que a audição humana, no mesmo nível de energia, é menos sensível a baixas do que a médias ou altas freqüências. Por exemplo, 60 dB a 400 Hz é considerado alto, quase 70 fones, no entanto os mesmos 60 dB a 63 Hz correspondem apenas a 40 fones.

A Figura 2.5 evidencia esta variabilidade da sensação auditiva dentro de uma linha de nível de pressão sonora (dB) relacionada com a freqüência (Hz). Nota-se, também, que esta variação diminui proporcionalmente com o aumento do nível de pressão sonora, diminuindo a necessidade de compensação nas baixas freqüências.

Também é possível associar um nível aceitável de isossonia do ruído (em fones) a uma utilização eventual de um local:

- 0 fone corresponde ao limiar de audibilidade;
- 20 fones correspondem ao ruído admissível nos estúdios ;
- 30 fones correspondem ao ruído admissível nos hospitais;
- 35 fones correspondem ao ruído admissível nos cinemas e teatros;
- 45 a 50 fones correspondem ao ruído admissível nos apartamentos;
- 55 a 60 fones correspondem ao ruído admissível nos escritórios.

Acima de 60 fones, não sendo considerado como perturbador ou insuportável, os ruídos tornam-se incômodos e começam a perturbar uma conversação normal. Aumentando este valor para 80 fones, os ruídos tornam-se claramente cansativos e com efeitos nocivos. A partir de 100 fones, todo ruído é perigoso para longas exposições, pois ocasionaria efeitos nocivos, como o cansaço, o nervosismo, a perda de audição, dor de cabeça, etc.

### 2.3.1.3 Audição Binaural

#### a) *Localização da fonte sonora*

Uma das características principais da audição humana é o sentimento da direção da propagação das ondas do som. Por causa da localização física das orelhas na cabeça humana, cada orelha recebe sinais diferentes. Ocorrem, então, alterações na intensidade sonora e no tempo de chegada do som entre cada orelha. O sistema nervoso central registra cada sinal recebido, estabelecendo a direção da onda sonora.

A Figura 2.6 ilustra, num plano horizontal, como uma onda sonora atinge os dois ouvidos de uma pessoa. Além de apontar o ponto de maior intensidade sonora, que se dá em um ângulo igual a  $79^\circ$ , o esquema abaixo mostra quando a onda sonora chega de uma posição lateral, inclinada ( $\alpha$ ) a esquerda frontal do indivíduo, esta atinge primeiro o ouvido esquerdo (e com mais intensidade) e depois o ouvido direito (com menor intensidade), pois o ouvido direito está  $\Delta l$  mais distante que o direito.

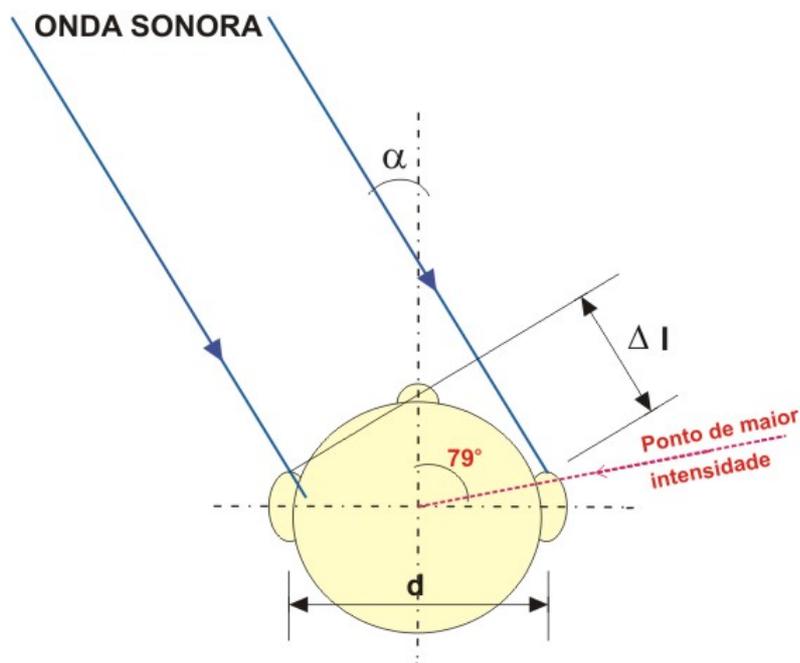


Figura 2.6: Onda sonora chegando aos ouvidos de uma pessoa

Se chamarmos de “d” a distância entre as orelhas ( $\cong 21$  cm), podemos escrever:

$$\Delta l = d \cdot \text{sen } \alpha.$$

Considerando a velocidade do som de 344 m/s, a tabela abaixo (Figura 2.7) apresenta os valores de  $\Delta l$  e o tempo de atraso do som ( $\Delta t$ ) para diferentes valores do ângulo  $\alpha$ .

<b>Valores da diferença da distância entre os ouvidos e do tempo de atraso do som para valores de <math>\alpha</math> (velocidade do som de 344 m/s e distância entre ouvidos de 21 cm)</b>		
<b>Ângulo <math>\alpha</math> (graus)</b>	<b><math>\Delta l</math> (cm)</b>	<b><math>\Delta t</math> (ms)</b>
0	0	0
10	3,64	0,106
20	7,18	0,208
30	10,5	0,305
45	14,8	0,431
60	18,2	0,528
90	21,0	0,610

Figura 2.7: Tabela: Valores da diferença da distancia entre os ouvidos e do tempo de atraso do som

Quanto à freqüência do som, quando o comprimento da onda tem valores múltiplos da distância  $\Delta l$  a localização fica mais difícil. Para sons graves, por terem grandes comprimentos de onda, existe maior dificuldade em identificar a direção da onda sonora. Sons de impacto (pulsos rápidos como o tique-taque de um relógio ou o som de palmas) são mais facilmente localizados com uma margem de erro de  $2^\circ$  a  $3^\circ$ ; sons mais longos o erro pode chegar a  $10^\circ$  ou  $15^\circ$ . Para freqüências acima de 3 kHz a localização se torna bastante precisa.

Quando a fonte de som está localizada atrás do ouvinte, a localização da fonte se torna mais difícil e a sensação da intensidade é um pouco reduzida em relação a uma posição simétrica na frente do ouvinte como será destacado, adiante, no item 2.3.9.1 (orientações do orador e do ouvinte).

A localização de fontes sonoras no plano vertical é mais difícil que no plano horizontal, em razão da posição dos ouvidos. Isto porque não existem diferenças nas intensidades nem no tempo de chegada do som nos ouvidos. A percepção da localização acontece em função das condições acústicas do ambiente (reflexões, difrações, etc.). Vários estudos mostram que as pessoas têm dificuldades na localização de sons dispostos com mais de 45° nas direções de propagação (FERNANDES, 2002).

### 2.3.2 Acústica arquitetônica

A Acústica Arquitetônica ocupa-se de duas áreas específicas, segundo DE MARCO (1982):

1) Defesa contra ruído: trabalhar para que os sons indesejáveis sejam eliminados ou amortecidos, se refere tanto à intromissão de ruídos gerados no exterior, quanto produzidos no próprio local.

Existem inúmeros materiais que podemos usar para o isolamento acústico, mas devemos considerar a forma com que é utilizado para sua otimização. Uma técnica muito utilizada é a de construir uma linha de transmissão acústica, na qual um material de grande massa é usado em duas chapas e outro material mais leve é colocado entre as chapas formando um sanduíche. Com isso temos uma maior reflexão entre as chapas, que será absorvida pelo material leve ou mesmo pelo ar, obtendo dessa forma um melhor isolamento da construção.

2) Controle de sons no recinto: em locais onde é importante uma boa comunicação sonora, necessita-se de uma distribuição homogênea do som preservando a qualidade do som e a inteligibilidade da comunicação, evitando defeitos acústicos comuns como ecos, ressonância, reverberação excessiva.

Neste caso trata-se de problemas de absorção e conforto interno dos ambientes. Não se considera aqui o som proveniente do exterior. Se tivermos uma sala com suas paredes completamente refletoras, o som emitido neste ambiente será integralmente devolvido, criando assim um espaço difuso ou reverberante e, se não houver nenhum material atenuante, esta reverberação permanecerá por tempo indefinido.

Por outro lado, se a sala for de paredes totalmente absorventes de modo que não haja nenhuma forma de reflexão sonora, teremos um ambiente surdo ou seco como é popularmente chamado, ou, segundo definição da acústica, descrita por DE MARCO (1982), uma câmara anecóica.

### 2.3.3 Conforto acústico

A sensação sonora, segundo a física, é consequência da transmissão dos movimentos vibratórios ao nosso ouvido. Já o ruído, é todo som incômodo ou indesejável. A classificação é subjetiva; em geral nos incomoda o som produzido pelos outros: o ruído do tráfego, o barulho do ar condicionado, a música e a conversa do vizinho, etc.

Segundo FERNANDES (2002), acima de 75 dB<sub>(A)</sub>, começa a acontecer o desconforto acústico, ou seja, para qualquer situação ou atividade, o ruído passa a ser um agente de desconforto. Nessas condições há uma perda da inteligibilidade da linguagem, a comunicação fica prejudicada, passando a ocorrer distrações, irritabilidade e diminuição da produtividade no trabalho. De acordo com a legislação Brasileira atual, (NBR-15/MT) são considerados insalubres os ambientes cujos níveis sonoros sejam superiores a 85 dB<sub>(A)</sub>.

Além dos ruídos provocados pelo entorno, vários fatores ambientais também têm um papel importante na propagação do som, como a umidade, o vento, a temperatura, a neblina, a topografia e a vegetação. Fatores como estes geralmente são levados em conta nas considerações acústicas do ambiente.

Podemos reduzir a entrada de ruídos na edificação utilizando maiores afastamentos, adotando-se um partido que bloqueie o ruído, explorando desníveis que existam no terreno ou criando barreiras. A construção e seus elementos – muros, fachadas, esquadrias, pisos, paredes e tetos – também são obstáculos que modificam a quantidade (nível sonoro) e a qualidade (espectro sonoro) do ruído emitido pela fonte e percebido pelos usuários.

Logo, as características do ambiente construído – interior e exterior – são responsáveis pela qualidade acústica do espaço resultante. De fatores como forma, dimensão, volumetria, revestimento e material de vedação, depende o som percebido pelo receptor. O tratamento acústico de um ambiente deve conciliar o isolamento quanto aos ruídos externos com a inteligibilidade para os sons desejados.

### **2.3.4 Conforto Acústico em Clima Tropical**

Um dos problemas da resolução acústica do ambiente construído é o clima onde o edifício está inserido. O tratamento acústico realizado em uma edificação inserida em clima tropical requer ponderações diferentes daquela inserida em um clima temperado. Assim, as Unidades Básicas de Saúde localizadas na cidade de Juiz de Fora devem se atentar para outras questões do conforto ambiental, ocorrendo um verdadeiro dilema para conseguir uma dupla eficiência em soluções acústicas e térmicas.

Atualmente existem conjuntos diversificados de equipamentos e técnicas destinados a amplificar, diminuir e direcionar os sinais sonoros. Para que este trabalho seja bem executado deve-se considerar o nível de potência do som e o nível de interação e participação do ouvinte com o espaço e o som.

Entretanto, não existe receita padrão, muito menos materiais cujas propriedades sejam tão especiais que resolvam todos problemas de acústica do ambiente construído (AZEVEDO, 1994). O estudo do conforto sonoro em interiores requer a compreensão clara dos aspectos físicos do som e sua propagação. Para melhor entendimento da acústica arquitetônica proposta, será apresentado a seguir alguns conceitos básicos do comportamento do som em campo livre e em meios diferentes.

### **2.3.5 Propagação do Som em Espaço Livre**

Ainda que em geral, as fontes sonoras não sejam pontuais, quando se propagam ao ar livre, sem encontrarem superfícies refletoras, as ondas sonoras produzidas tomam uma forma aproximadamente esférica. Para melhor entendimento, imaginemos uma fonte sonora e ideal, que só produz som segundo um diagrama quadrado. Se estamos a uma distância  $D$  da fonte ela fornece um som a um quadrado de lado  $L$  ( $L \cdot L = L^2$ ), conforme é

possível verificar na figura 2.8.

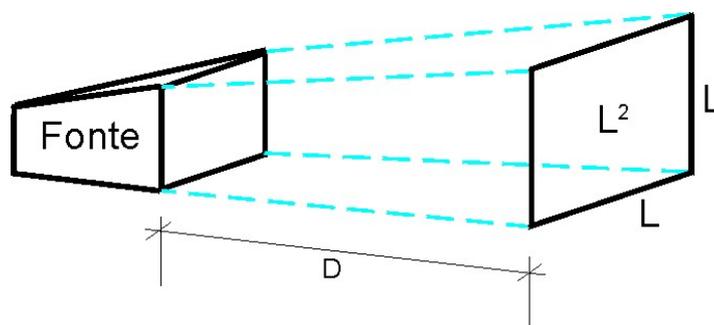


Figura 2.8: Área de projeção sonora.

Agora, se nos afastarmos para uma distância  $2D$  da fonte, o quadrado sonorizado terá lado  $2L$  ( $2L \cdot 2L = 4L^2$ ). Ou seja, a mesma fonte sonora, quando aumentamos duas vezes a distância, sonorizou uma área quatro vezes maior. Logo, a intensidade do som caiu quatro vezes quando a distância aumentou duas vezes (Figura 2.9).

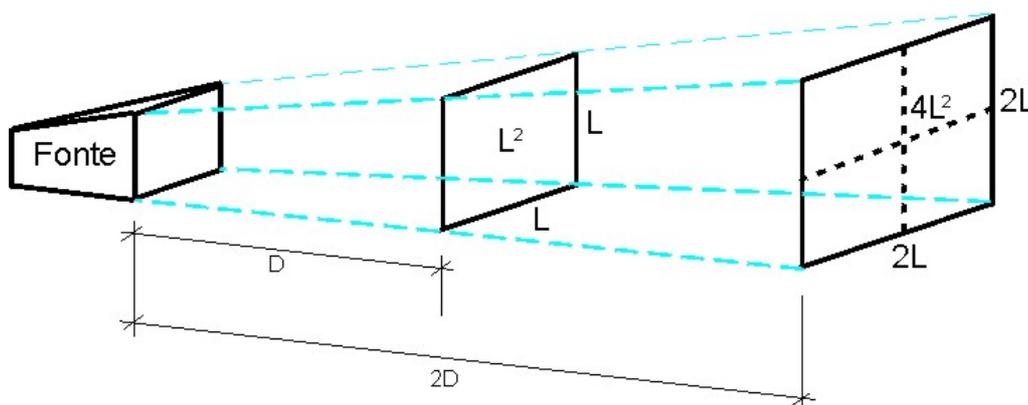


Figura 2.9: Áreas de projeção sonora ampliada.

Se a distância aumentasse cinco vezes, a potência do som se espalharia em uma área de 25 vezes maior, e a intensidade cairia 25 vezes. Mesmo quando a fonte não é direcional, esta lei do quadrado da distância vale ainda para pontos situados na mesma direção a partir da fonte, supondo-se que não haja ventos ou diferenças de temperaturas entre as camadas de ar atravessadas (que efetivamente curvam os raios sonoros).

É muito importante lembrar que nossos sentidos são logarítmicos. Sendo sempre mais fácil raciocinar em dB, essa variação de intensidade com a distância pode ser expressa da seguinte forma:

$$10 \log (D1 : D2)^2 = 20 \log (D1 : D2) = \text{variação em dB}$$

Aplicando a formula acima, pode-se afirmar que para ruídos pontuais existe um decréscimo de 6dB para cada vez que a distancia é dobrada (Figura 2.10).



Figura 2.10: Decréscimo do nível sonoro com a distância.

### 2.3.6 Propagação por Meios Diferentes

Quando a onda de pressões sonoras encontra um obstáculo (por exemplo, uma parede), o choque que segue ao nível molecular faz com que parte de sua energia volte em forma de uma onda de pressões refletida, e que o resto produza uma vibração das moléculas do novo meio: é como se a parede "absorvesse" parte do som incidente. Outra parte voltará ao primeiro meio, somando-se com a onda refletida. O resto da energia contida na vibração da própria parede produzirá vibração no ar do lado oposto, fazendo da parede uma nova fonte sonora que criará uma onda no terceiro meio. Assim, temos conforme a figura abaixo:

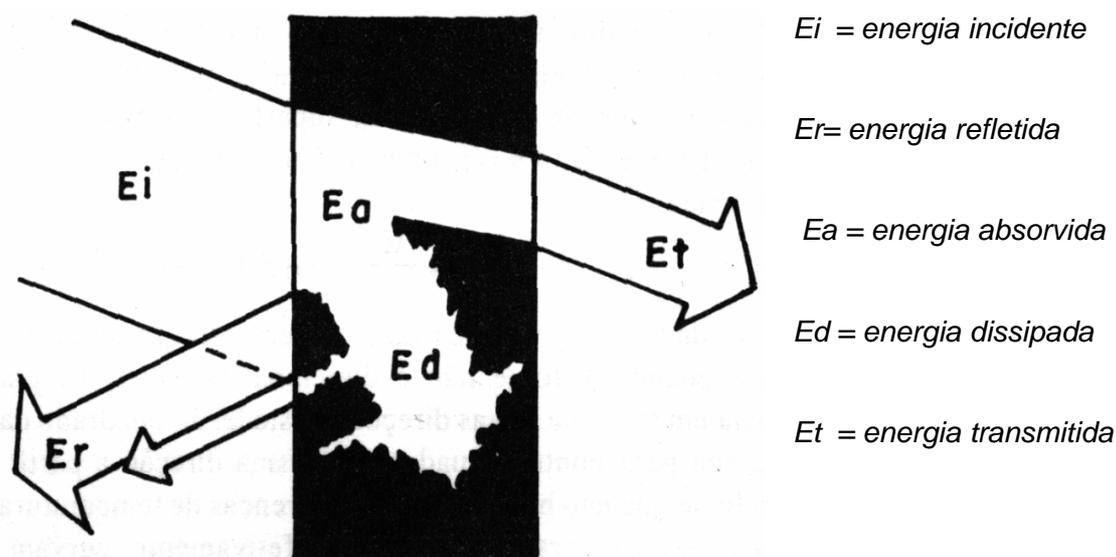


Figura 2.11: Distribuição de energia nas transições (Fonte: DE MARCO, 1982).

O tratamento acústico não se refere à eliminação do som, e sim, ao auxílio para sua melhor forma de propagação, considerando sua inteligibilidade e conforto auditivo. Para tanto, é importante conhecer o comportamento de cada faixa de frequência em diferentes meios.

### 2.3.7 Propriedades das Superfícies

Quando o som, ou melhor, a onda sonora encontra uma superfície, esta poderá sofrer uma reflexão, difusão, difração e absorção.

#### 2.3.7.1 Reflexão Sonora

Para melhor entendimento, consideremos a direção de propagação da onda sonora como um "raio de som". Quando um raio de luz bate num espelho, é refletido com o mesmo ângulo com que chegou ao espelho. Quando uma onda sonora, aqui representada por um raio de som, encontra uma superfície dura e lisa, ou seja, reflexiva (azulejo, mármore, etc.), assim como a luz, esta também é refletida com o mesmo ângulo (Figura 2.12).

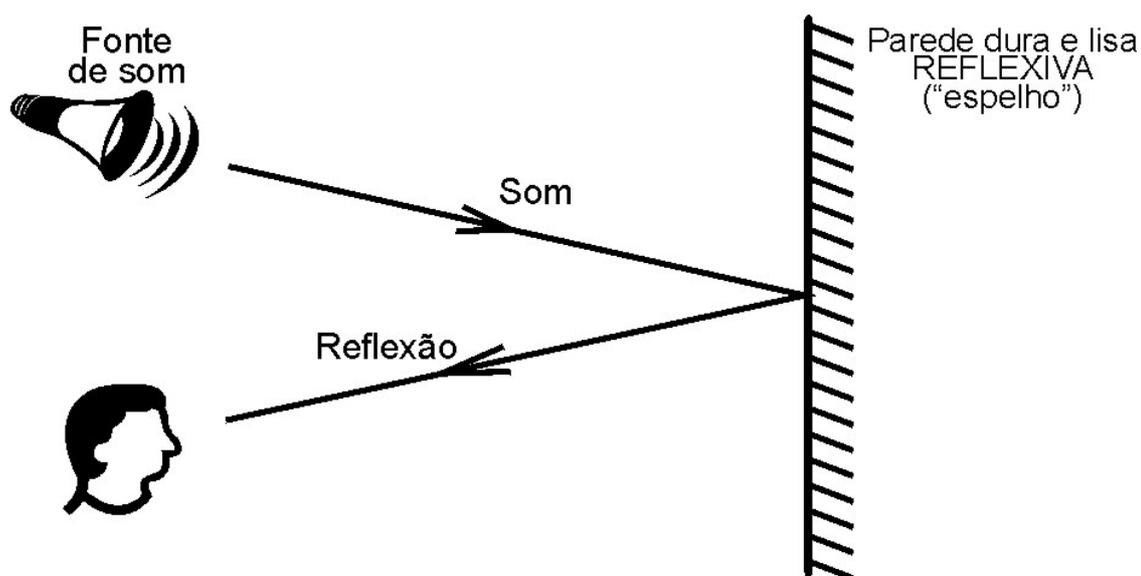


Figura 2.12: Comportamento da reflexão sonora em paredes reflexivas

Ao encontrar uma superfície reflexiva, as ondas sonoras sofrem reflexão, como se fossem raios de luz, portanto, podemos concluir que o ângulo de reflexão é igual ao ângulo de incidência. Em qualquer hipótese, o caminho gasto pela reflexão para chegar ao observador, sempre será mais longo que o do percurso direto entre a fonte e observador (Figura 2.13).

Com isto, existe perda de energia e de tempo. O efeito audível desses retardos são conhecidos como "Delays". Para calcular o tempo entre o som direto e o som refletido basta aplicar a fórmula:

$$t = \frac{D_r - D_d}{344 \text{ m/s}}$$

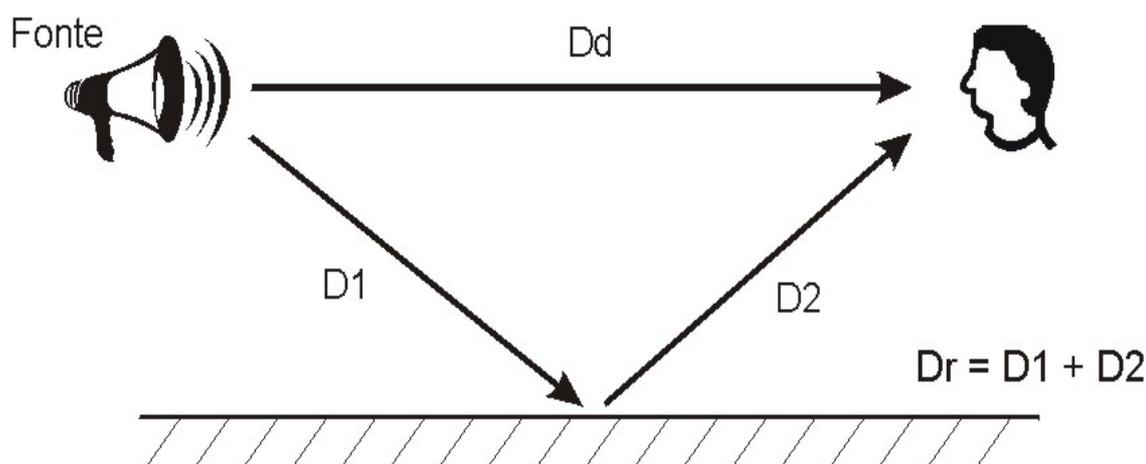


Figura 2.13: Som direto e som refletido

### 2.3.7.2 Difusão Sonora

Quando o som encontra uma parede dura, mas com irregularidades grandes em relação ao comprimento de onda, ocorre que cada parte da onda é refletida em uma direção completamente diferente, de modo que o som não é mais "espelhado", mas "espalhado" para vários lados (Figura 2.14).

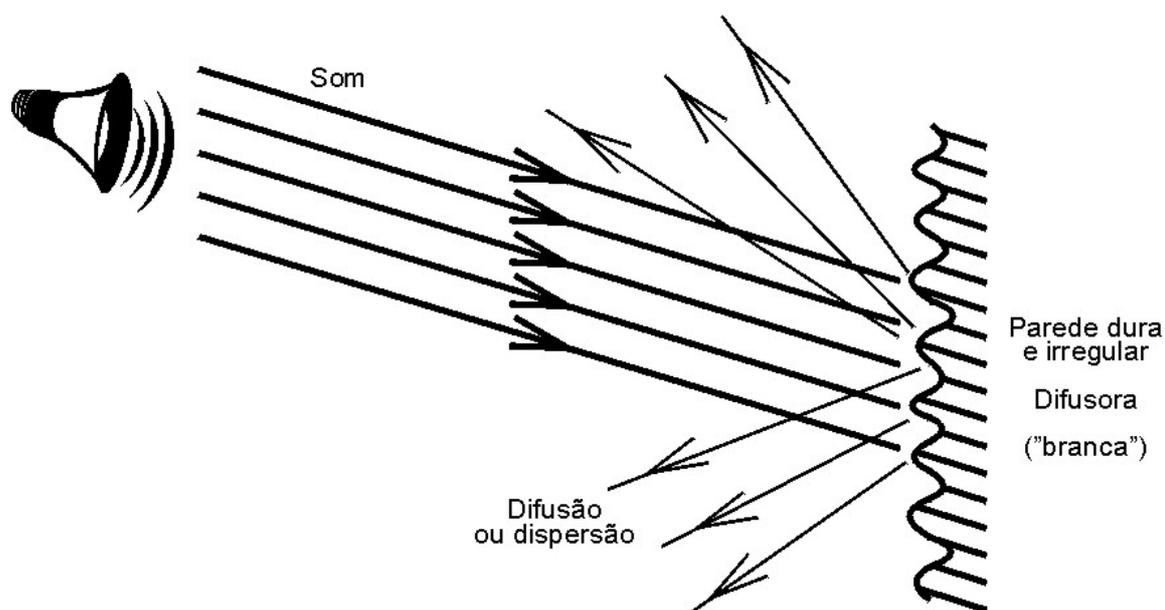


Figura 2.14: Comportamento do som em paredes irregulares.

Numa parede, o tamanho de suas irregularidades, faz com que ela seja difusora apenas acima de certa frequência. Se progressivamente utilizamos frequências mais baixas, a difusão vai se perdendo até que a parede se torne reflexiva.

### 2.3.7.3 Difração Sonora

Quando um obstáculo encontrado pela onda sonora não é de grande dimensão em relação ao seu comprimento de onda, os caminhos seguidos pelos raios sonoros não podem se definir, tendo-se como base as simples leis da reflexão da luz (COSTA, 2003). Nestes casos ocorre o fenômeno chamado difração.

A difração pode ocorrer quando o som passa através de janelas, pilares, vigas, muros, etc. É o fenômeno que explica o funcionamento das barreiras acústicas, muito importantes para o controle de ruído urbano.

Este fenômeno acontece quando, entre uma fonte sonora e o receptor, há frestas ou obstáculos menores que seu comprimento de onda. Estas têm sua direção e magnitude modificadas (Figura 2.15).

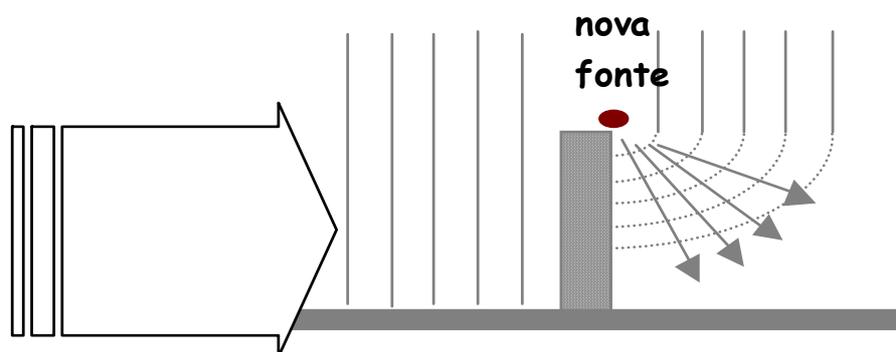


Figura 2.15: Exemplo de uma difração sonora (Fonte: KRAUSE, 2005).

Segundo DE MARCO (1982), a experiência indica que os obstáculos não projetam uma sombra acústica completa no caminho do som. Isto é devido à difração que faz com que o som “vire as esquinas”. Se tivermos sons com comprimentos de onda menores que o obstáculo, esses não serão difratados, e pouco se ouvirá por detrás dele.

#### 2.3.7.4 Absorção Sonora

Se dirigirmos um fecho de luz a uma parede absolutamente preta e fosca, nenhuma luz será refletida nem dispersada: a área continuará no escuro. Certos materiais têm a propriedade de absorver o som, transformando-o em pequenas quantidades de calor. O mesmo acontece com a parede preta, que esquentará com o fecho de luz. A absorção do som ocorre de duas maneiras diferentes (frequências altas e baixas), e assim os materiais absorvedores são divididos em dois grupos: os porosos e os ressonantes.

##### a) Absorvedores Porosos

Quando o som incide em uma superfície porosa, entre as fibras ou cavidades do material haverá uma quase interminável série de reflexões. Assim a perda de energia nessas reflexões é tão grande, que pouquíssimo som será devolvido ao ambiente (Figura 2.16).

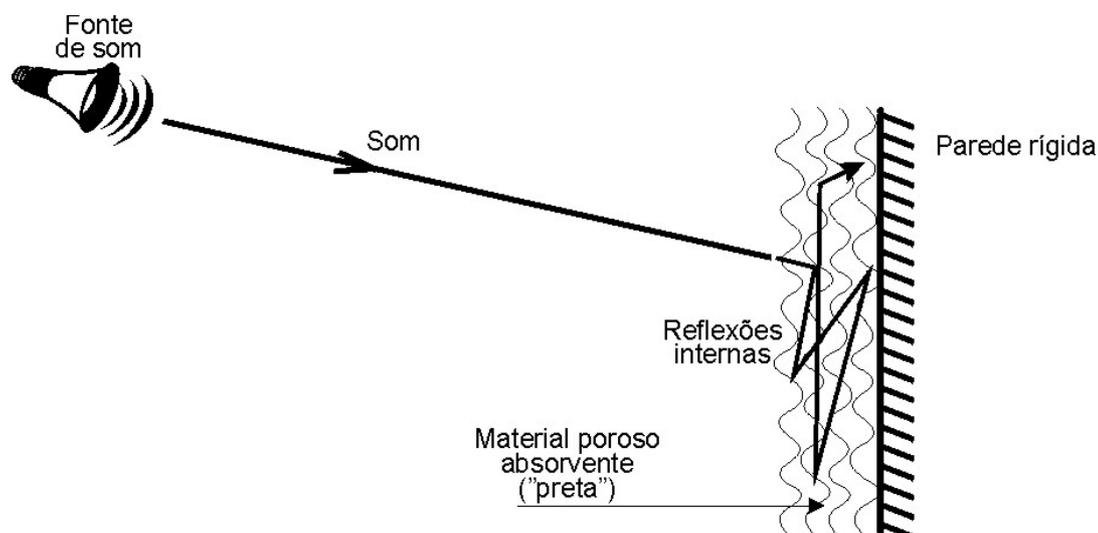


Figura 2.16: Comportamento do som em obstáculos absorvedores.

A absorção do material pode ser melhorada separando-o da parede conforme é possível verificar na Figura 2.17. Se os poros não estão intercomunicados (isopor, concreto celular, etc.), o material não poderá ter uma grande absorção. O mesmo acontece quando os poros são fechados, por exemplo, com uma camada de tinta. Nestes casos, o problema pode ser resolvido com furos introduzidos na superfície do material.

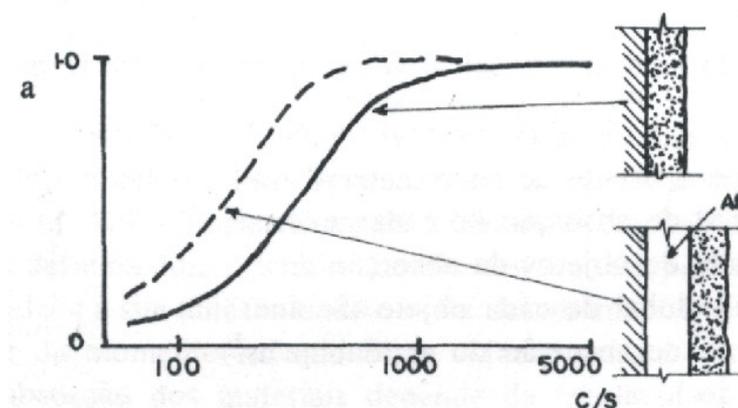


Figura 2.17: Características de absorção dos materiais porosos (Fonte: DE MARCO, 1982).

Para pequenos comprimentos de ondas (frequências mais altas), os materiais porosos são excelentes absorvedores. Existe, porém, uma relação direta entre o comprimento de onda e a espessura do material poroso: materiais finos só poderão absorver curtos comprimentos de onda. Mas para comprimentos de ondas longos (baixa

freqüência), a camada porosa se torna transparente, de modo que o material se torna ineficiente.

### b) Absorvedores Ressonantes

Quando ouvimos música com um nível de volume muito alto, sentimos e até podemos observar que nos graves, vários objetos vibram com o som. Ao vibrarem, os objetos estão convertendo energia acústica (som) em energia mecânica (vibração). Grande parte da energia do som é perdida em forma de calor: os objetos se aquecem ligeiramente. Nas notas agudas esses objetos não vibram, simplesmente refletem ou difundem o som incidente. Então, superfícies vibrantes como as chamadas "membranas" (Figura 2.18) absorvem o som de baixa freqüência.

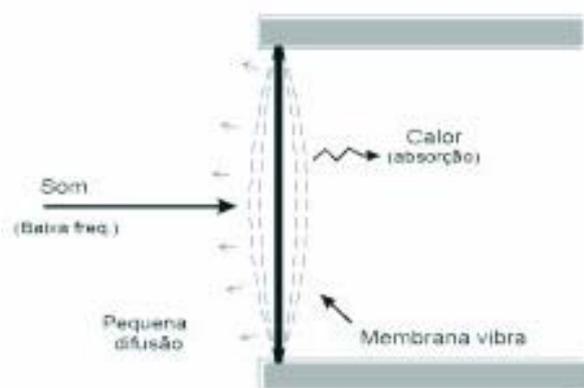


Figura 2.18: Absorção sonora através de membranas.

Para evitar a re-irradiação do som, costuma-se usar na superfície interna das membranas absorvedoras, materiais que atuem como amortecedores da vibração (lã de vidro, feltro grosso ou moletom, betume, etc.) conforme demonstrado na Figura 2.19.

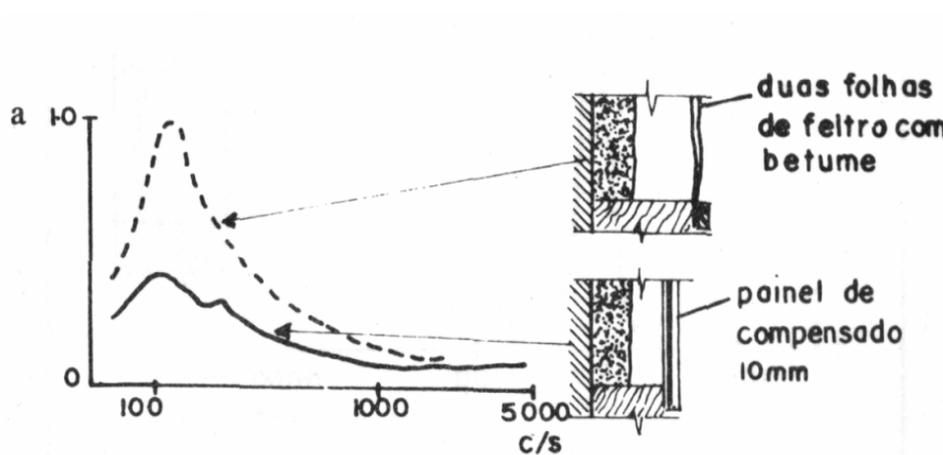


Figura 2.19: Características de absorção das placas vibrantes (Fonte: DE MARCO, 1982).

Os absorvedores desse tipo não absorvem nenhuma frequência em particular, possuindo larga faixa de atuação nos graves. Seu uso, em conjunto com absorvedores porosos, permite a absorção homogênea de toda a faixa de áudio, quando necessário.

### 2.3.8 Diferentes Efeitos das Reflexões Sonoras

Em ambientes fechados o som encontra mais de um obstáculo, como por exemplo, paredes. Daí, surgem outros efeitos (e às vezes, defeitos).

De 0 a 10 m, dois sons são percebidos como um som único, passando despercebida a reflexão. Suponhamos duas fontes sonoras, ambas à nossa frente, afastadas entre si o suficiente para que possamos considerá-las como "esquerda" e "direita". Apliquemos às duas fontes sinais iguais, porém uma das fontes irá receber o sinal com atraso, tal como se fosse uma reflexão do som da outra fonte. Aplicados os sinais às duas caixas, a sensação é que o som está sendo produzido entre as duas caixas, bem no meio, como se fosse um som único (Figura 2.20).

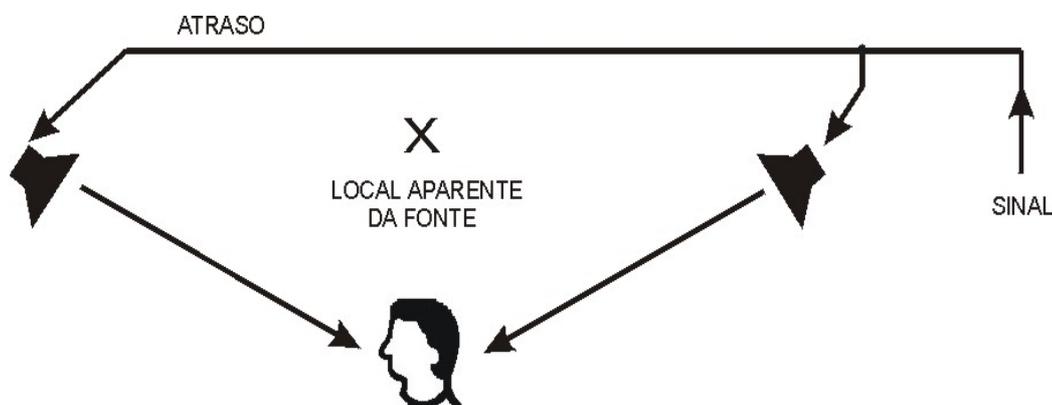


Figura 2.20: Local aparente da fonte sonora.

#### 2.3.8.1 Eco

Se a fonte de som se situa entre duas superfícies paralelas, o eco criado pela reflexão na parede em frente voltará a "bater" na parede atrás da fonte de som; dali será novamente refletido para frente, permanecendo nesse vai e vem até que as perdas

naturais pela propagação tornem o som das reflexões totalmente inaudível.

Se o som encontra paredes absorventes, rapidamente ele se extingue nelas. Por outro lado, se o som encontra paredes com alto grau de difusão, esse se espalha no ambiente em vez de ser rebatido, impedindo o aparecimento de ecos definidos.

Finalmente, se as paredes não são paralelas, as reflexões não voltam ao ponto de origem, fugindo para outras regiões do ambiente e impedindo o fenômeno da repetição. O comportamento da onda sonora em diversas situações, como acima citadas, pode ser sintetizada através da Figura 2.21 abaixo.

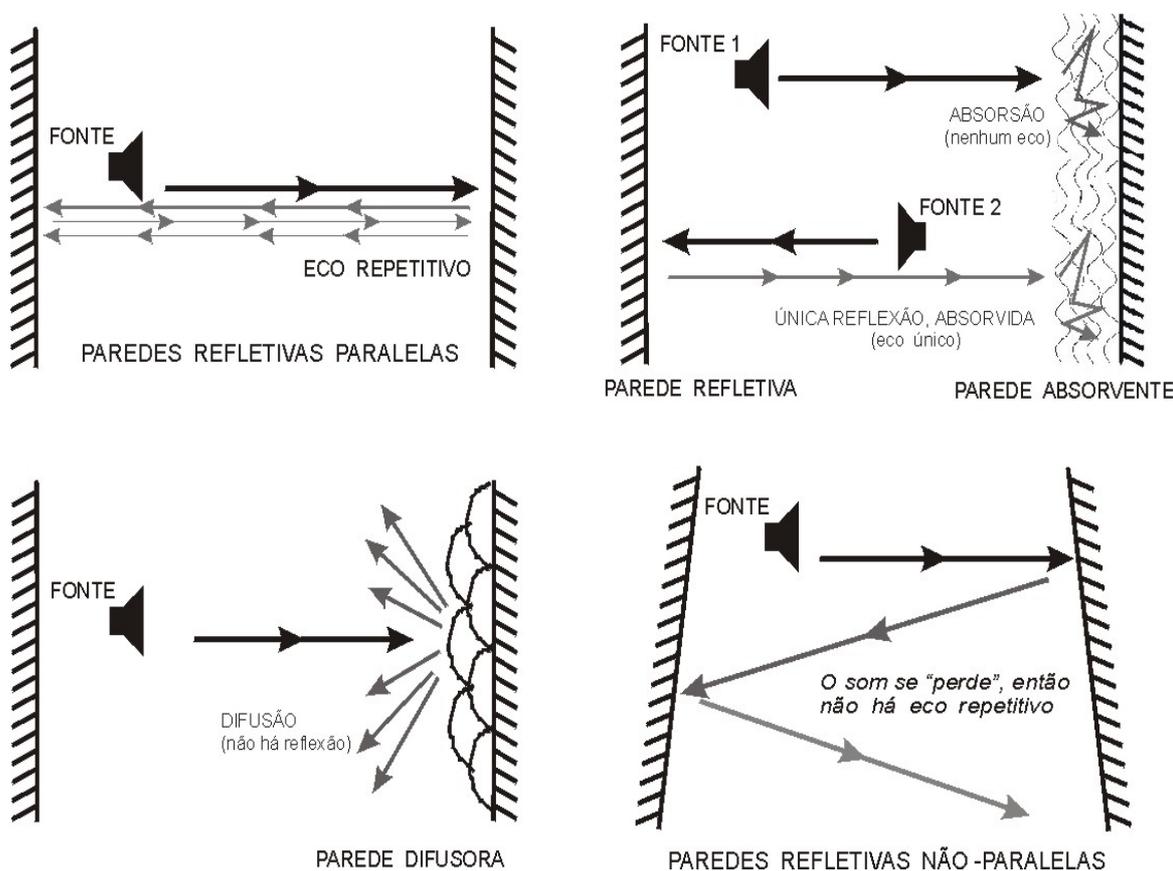


Figura 2.21: Comportamento do som em superfícies diversas.

Para o estabelecimento de eco repetitivo, é necessário que a distância entre cada reflexão sucessiva seja de pelo menos 100 m. Porém para nosso estudo, vimos que com paredes que não sejam paralelas, o som perde grande quantidade de energia para voltar até o ponto de origem.

### **2.3.8.2 Dobras Repetitivas e Flutter Echo**

Se a distância entre cada duas reflexões seguidas é inferior a 100 m, o que temos agora são dobras repetitivas. Como a distância percorrida agora é menor que 34,4 m, se as paredes forem muito reflexivas podem ocorrer muitas reflexões antes do efeito se tornar inaudível. A isso denominamos "flutter echo", que é um dos maiores e mais comuns "defeitos" de acústica.

O "flutter echo" destrói violentamente a inteligibilidade do som falado, pois torna os fonemas consoantes desfocados, reduzindo a "presença" do som. Além disso, promove, devido aos curtos atrasos de tempo, cancelamento de ondas sonoras, ocasionando deformação da resposta de frequências ouvida no local.

### **2.3.8.3 Reverberação**

A reverberação é o mais importante fenômeno de áudio. Ela pode produzir desde o enriquecimento até o desastre total do som. Tudo depende de como, quando e quanto existe de reverberação. Num ambiente fechado, repleto de superfícies duras e lisas, ocorrem muitas reflexões sonoras, fazendo com que os ouvintes escutem o som direto da fonte e os vários sons refletidos. Os atrasos do som direto e do refletido vão desde centésimos até décimos de segundos. Como desta forma não é possível distinguir nada que seja repetitivo ou periódico, não é possível sentir nenhum tempo definido entre reflexões. A impressão audível é de um prolongamento do som da fonte e não de repetição ou eco, dificultando a inteligibilidade da linguagem.

Esse fenômeno, muito comum em grandes igrejas e ginásios, chama-se reverberação. O tempo que o "prolongamento" leva para desaparecer é chamado de tempo de reverberação. O desaparecimento do som corresponde a aproximadamente a uma queda de 60 dB.

O tempo de reverberação é o tempo necessário para que um som deixe de ser ouvido, após a extinção da fonte sonora. O tempo de reverberação é expresso em segundos, e será medido como o tempo necessário para que o som sofra um decréscimo de 60 dB, conforme normas internacionais. Assim sendo, ficou padronizado que o tempo gasto para o som cair 60 dB seria, por definição, o tempo de reverberação. Assim, foi adotada a abreviatura RT-60 OU TR. Existem algumas soluções para se diminuir a reverberação em ambientes:

- Fazer um projeto arquitetônico que evite as reflexões do som;
- Revestir as superfícies do recinto com material absorvente acústico (essa solução deve ser encarada com cuidado por três razões: o material não absorve igualmente todas as frequências - principalmente materiais de pequena espessura como a cortiça - causando distorções no som; não se pode aplicar esses materiais em qualquer recinto; o alto custo do revestimento).
- Dirigir a absorção sonora apenas para algumas direções da propagação;
- Usar o público - o corpo humano é um ótimo absorvente acústico - como elemento acústico.

O condicionamento acústico ideal de um ambiente, embora possa ser obtido de forma empírica, deverá obedecer a algumas normas para obtenção imediata de bons resultados. Como regra, devemos determinar qual o tempo de reverberação ideal para cada ambiente e situação. A Norma Brasileira NB-101 estabelece as bases fundamentais para a execução de tratamentos acústicos em recintos fechados.

A tabela de Beranek (Figura 2.22), determina os tempos ótimos de reverberação para diversos ambientes. A impressão audível é de um prolongamento do som da fonte e não de repetição ou eco. A sala ressoa de forma idêntica para qualquer frequência gerada em seu interior.

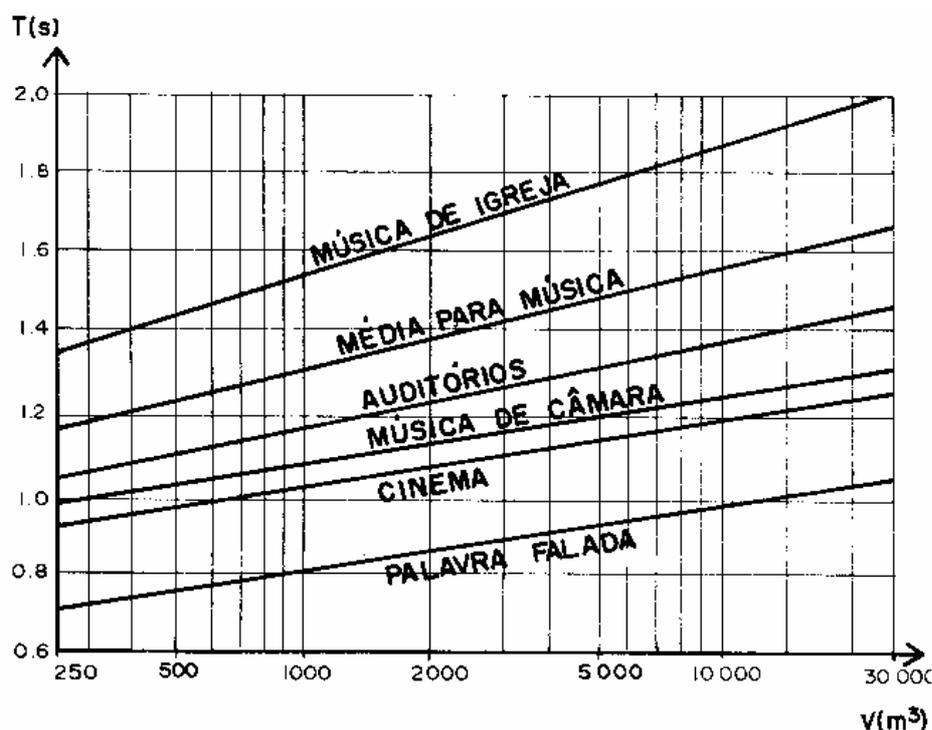


Figura 2.22: Tempos de reverberação ótimos para recintos (Fonte: ROSA, 1997).

Quando se necessita projetar um ambiente com um tempo de reverberação específico, pode-se recorrer a alguns estudos teóricos sobre o assunto. Dois modelos matemáticos são comumente usados para prever ou corrigir o tempo de reverberação de um determinado ambiente.

### a) Fórmula de Sabine

No final do século XIX, comparando a acústica de salas similares, mas com diferentes quantidades de absorvedores, Sabine estabeleceu, empiricamente, a equação que recebeu seu nome:

$$TR = \frac{0,161 \cdot V}{s \cdot a}$$

Onde,

"V" = volume em m<sup>3</sup> da sala;

"0,161" = constante descoberta por Sabine;

"s" = superfície total da sala em m<sup>2</sup>;

"a" = média dos coeficientes de absorção da sala,  $(a = \frac{s1.a1 + s2.a2... + sn.an}{s})$

Exemplo: uma sala de superfície total de 400 m<sup>2</sup> é revestida com 150 m<sup>2</sup> de um material de índices de absorção = 0,9, e com 250 m<sup>2</sup> de outro material, com índice de absorção igual a 0,1. qual o índice médio da sala?

$$a = \frac{150 \cdot 0,9 + 250 \cdot 0,1}{400} = \frac{135 + 25}{400} = \frac{160}{400} = 0,40$$

Se o volume da sala é de 500 m<sup>3</sup>, qual será o seu tempo de reverberação?

$$RT-60 = \frac{0,161 \cdot 500}{400 \cdot 0,4} = \frac{80}{160} = 0,5 \text{ segundos.}$$

## b) Fórmula de Eyring

A fórmula de Sabine ainda é falha para salas muito "mortas", ou seja, com alto índice de absorção. No entanto, Eyring a aprimorou, eliminando o erro. Essa fórmula é recomendada quando, na frequência analisada, o coeficiente médio de absorção sonora ( $\alpha_m$ ) das várias superfícies interiores do recinto e demais elementos absorventes nele contidos como espectadores, cadeiras, mesas, etc. for maior que 0,30. Assim sendo, a equação de Norris-Eyring descreve-se como:

$$TR = - \frac{0,161 \times V}{S \times \ln(1 - \alpha_m) + X \times V}$$

Onde:

“V” = volume em m<sup>3</sup> da sala;

“0,161” = constante;

“S” = superfície total em m<sup>2</sup>;

“X” = coeficiente de absorção para o ar;

“ln” = log neperiano, ou seja, na base  $e = 2,71828$  aproximadamente.

“ $\alpha_m$ ” = coeficiente médio ponderado de absorção sonora das várias superfícies;

$$\alpha_m = \frac{S_1 \cdot a_1 + S_2 \cdot a_2 + S_3 \cdot a_3 \dots}{S}$$

### 2.3.9 Privacidade acústica e Inteligibilidade da fala

Questões como “você escuta vozes ou ruídos de uma sala vizinha?” ou “você precisa falar mais alto para ser compreendido?” foram adotadas como parte integrante do questionário da avaliação subjetiva a fim de avaliar a privacidade e inteligibilidade da palavra em ambientes específicos das unidades de saúde estudadas.

Tanto a privacidade como a inteligibilidade da palavra não depende somente das características da mensagem, mas também da qualidade acústica do ambiente. Frequências entre 200 e 6000 Hz são as mais importantes para a compreensão da voz humana, embora o espectro da voz se estenda desde frequências inferiores a 100 Hz até superiores a 10.000 Hz.

Uma série de fatores são fundamentais para se conseguir a privacidade da fala em um determinado ambiente. Além da inteligibilidade da mensagem falada, o ruído de fundo, o coeficiente de absorção dos materiais e o isolamento sonoro somam-se com igual importância neste aspecto.

É importante tratar o isolamento sonoro proporcionado por seus elementos de vedação interna e externa de forma que os ruídos produzidos pela palavra, ao atingir o recinto vizinho, não contenham informações. Para tanto, deverá ser previsto um isolamento sonoro que atenda às faixas de frequência importantes para a fala. Quando se trata sobre a atenuação do som e a inteligibilidade da fala, são considerados importantes fatores tanto em ambientes enclausurados como em espaços abertos:

Em ambientes enclausurados:

- Grau de absorção no ambiente gerador;
- Uso da fala e seu grau de esforço no ambiente gerador;
- Grau de privacidade requerido;
- Nível do ruído de fundo no ambiente receptor;
- Redução do ruído entre os ambientes.

Em ambientes abertos:

- Grau de absorção no ambiente;

- Nível de esforço no discurso e orientação do orador;
- Grau de privacidade requerido;
- Nível do ruído de fundo;
- Atenuação (ou redução do som) provocada pelas barreiras.

As figuras abaixo demonstram a diferença de atenuação sonora do nível da fala em ambientes enclausurados, sendo o primeiro ambiente composto por superfícies rígidas (Figura 2.23) e o segundo composto por superfícies absorventes, tais como carpete e forro acústico (Figura 2.24).

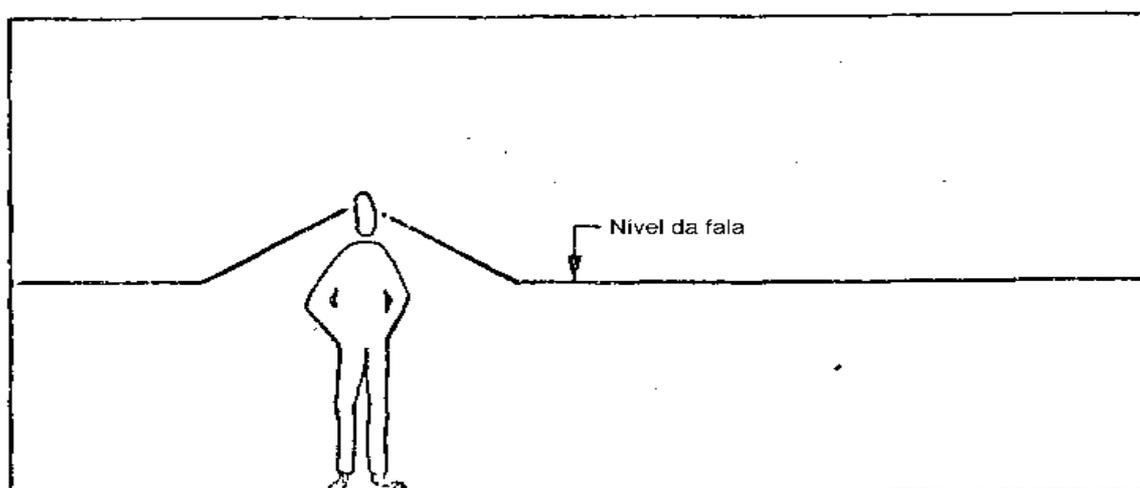


Figura 2.23: Atenuação do som em ambientes enclausurados - superfícies rígidas (Fonte: EAGAN, 1972).

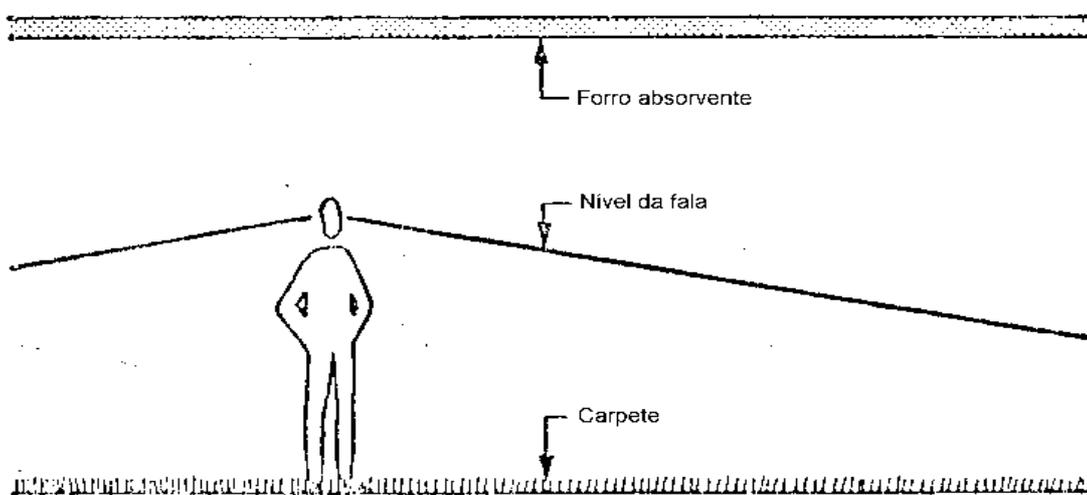


Figura 2.24: Atenuação do som em ambientes abertos - superfícies absorventes (Fonte: EAGAN, 1972).

Em espaços amplos e abertos, onde as paredes divisórias são parte relativamente insignificante na composição espacial, a atenuação do som com o dobro do distanciamento pode atingir 6 dB na presença de carpetes nos pisos e forros absorventes no teto (Figura 2.25).

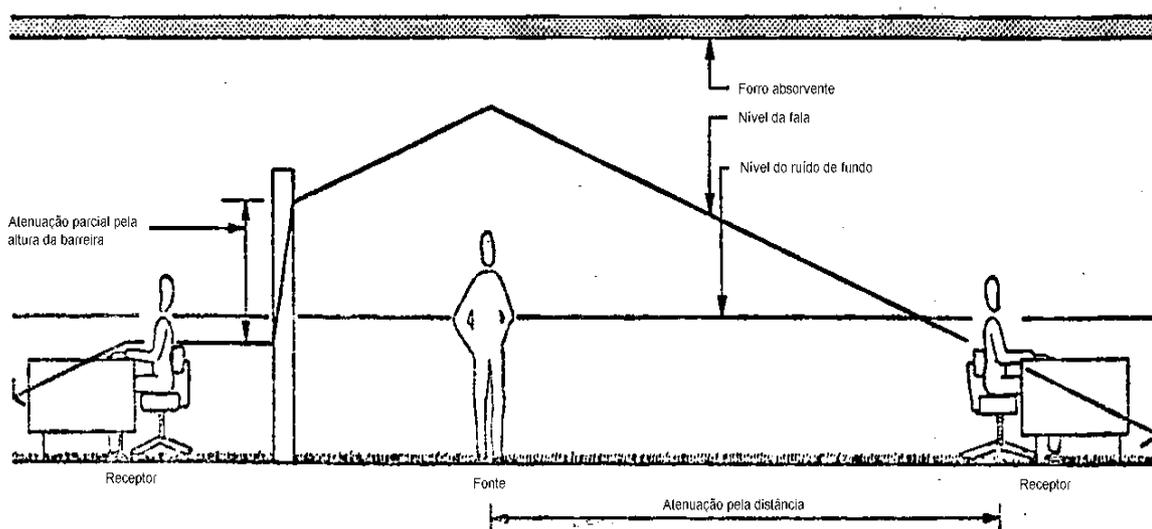


Figura 2.25: Ambientes abertos (Fonte: EAGAN, 1972).

Em ambientes enclausurados, além dos revestimentos absorvedores, paredes e demais fechamentos são determinantes na privacidade acústica local. Para conseguir privacidade na situação abaixo (Figura 2.26), o nível de voz que passa da sala à esquerda para o outro à direita deve ficar pelo menos 10dB<sub>(A)</sub> abaixo do ruído de fundo, exigindo alto desempenho da partição quanto à isolamento sonora.

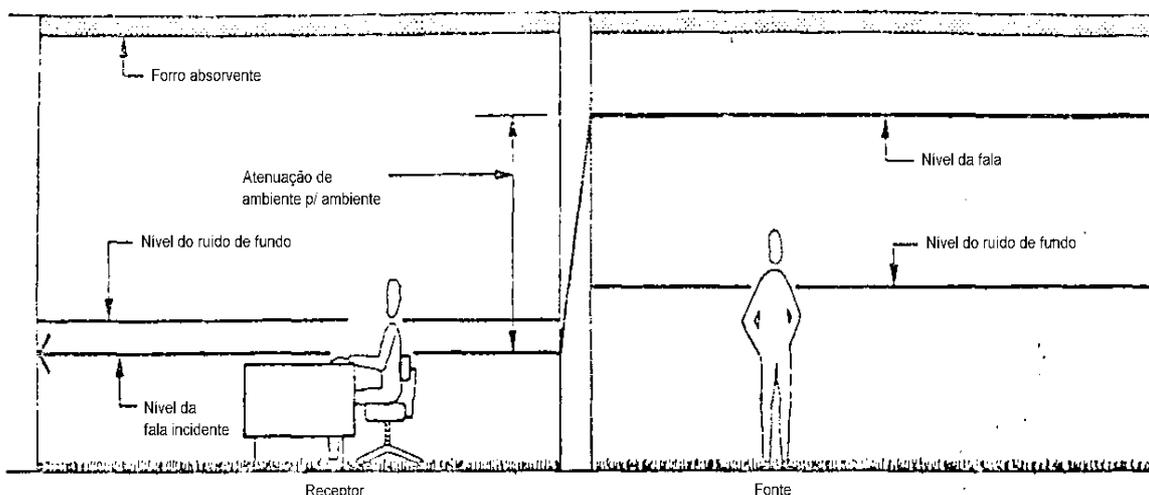


Figura 2.26: Ambientes enclausurados (Fonte: EAGAN, 1972).

O isolamento sonoro requerido para obtenção de privacidade implica, não somente na capacidade de isolamento de divisórias e paredes, mas a sua instalação do piso ao teto, sem frestas nas junções. Um erro clássico é “chegar” com a partição apenas até a parte inferior de um forro instalado previamente em toda extensão do pavimento destinado aos ambientes distintos. Além disto, como visto anteriormente, o ruído de fundo tem papel fundamental na redução da inteligibilidade da palavra.

Para se ter uma idéia do isolamento acústico relacionado com a privacidade da fala, a tabela abaixo (Figura 2.27) mostra as condições de audibilidade da voz através de uma parede. No caso de unidades básicas de saúde, objeto do presente estudo, torna-se importante este conhecimento para aplicação em consultórios e salas de reuniões.

<b>Amortecimento do som através de uma parede</b>	<b>Condições de Audibilidade</b>	<b>Conclusão</b>
<b>30 dB ou menos</b>	A voz normal pode ser compreendida com facilidade e de modo distinto.	<i>Pobre</i>
<b>de 30 a 35 dB</b>	O som da voz é percebido fracamente. A conversa pode ser ouvida, mas não nitidamente compreendida.	<i>Suave</i>
<b>de 30 a 40 dB</b>	O som da voz pode ser ouvido, mas não compreendidas as palavras com facilidade. A voz normal só será ouvida debilmente e às vezes não.	<i>Bom</i>
<b>de 40 a 45 dB</b>	O som da voz pode ser ouvido fracamente sem, no entanto ser compreendido. A conversação normal não é audível.	Muito bom. Recomendado para paredes de edifícios de apartamentos.
<b>45 dB ou mais</b>	Sons muito fortes como o canto, instrumentos de sopro, rádio tocando muito alto, podem ser ouvidos fracamente e às vezes não.	Excelente. Recomendado para estúdios de rádio, auditórios e indústrias.

Figura 2.27: Condições de audibilidade através de uma parede (Fonte: FERNANDES, 2002).

### 2.3.9.1 Orientações do orador e do ouvinte

A orientação do orador pode representar um fator importante em ambientes abertos. Conforme demonstrado no esquema abaixo (Figura 2.28), existe uma diferença em torno de 10 dB entre os lados, anterior e posterior do orador. Em consequência disso, uma orientação deficiente de cadeiras ou assentos pode contribuir para condições insatisfatórias de inteligibilidade da fala em ambientes abertos.

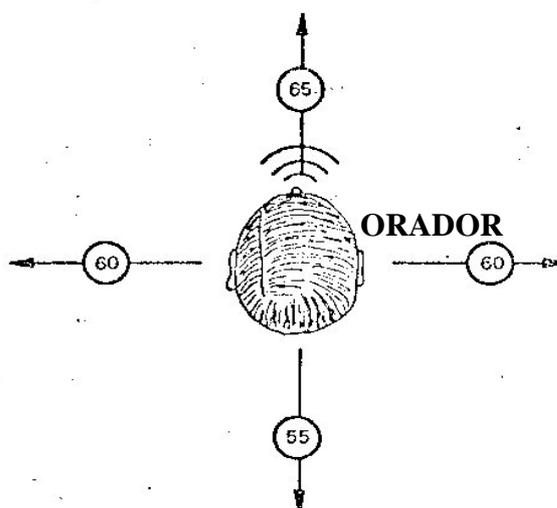


Figura 2.28: Nível típico em dB da fala a uma determinada frequência esquematizada em círculos para quatro direções (Fonte: EAGAN, 1972).

A orientação do ouvinte afeta a percepção da direção da fonte, ou seja, o som pode ser percebido incorretamente como proveniente de cima, de baixo, de frente ou de trás, porém não altera o nível em decibéis da mesma (Figura 2.29).

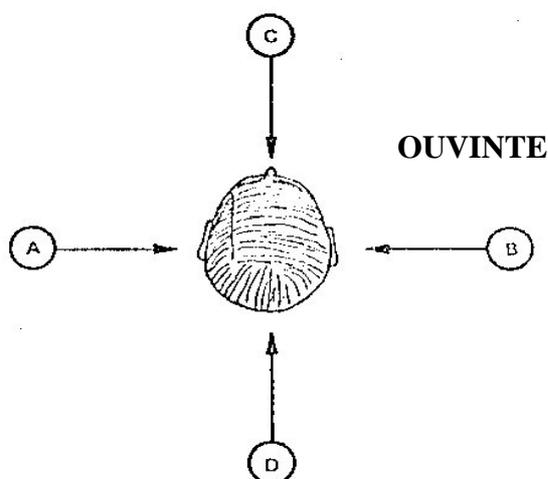


Figura 2.29: Direção da fonte. Condições do ouvinte. A - Som proveniente da esquerda; B - Som proveniente da direita; C e D - (Fonte: EAGAN, 1972).

### 2.3.9.2 Ruído de fundo

Em situações que requerem privacidade, o incômodo usualmente ocorre mais em função do quanto a fala incidente encontra-se acima ou abaixo do ruído de fundo aceitável do que propriamente em virtude do nível atual da fala. Tal constatação pode ser verificada através da curva representada abaixo na Figura 2.30.

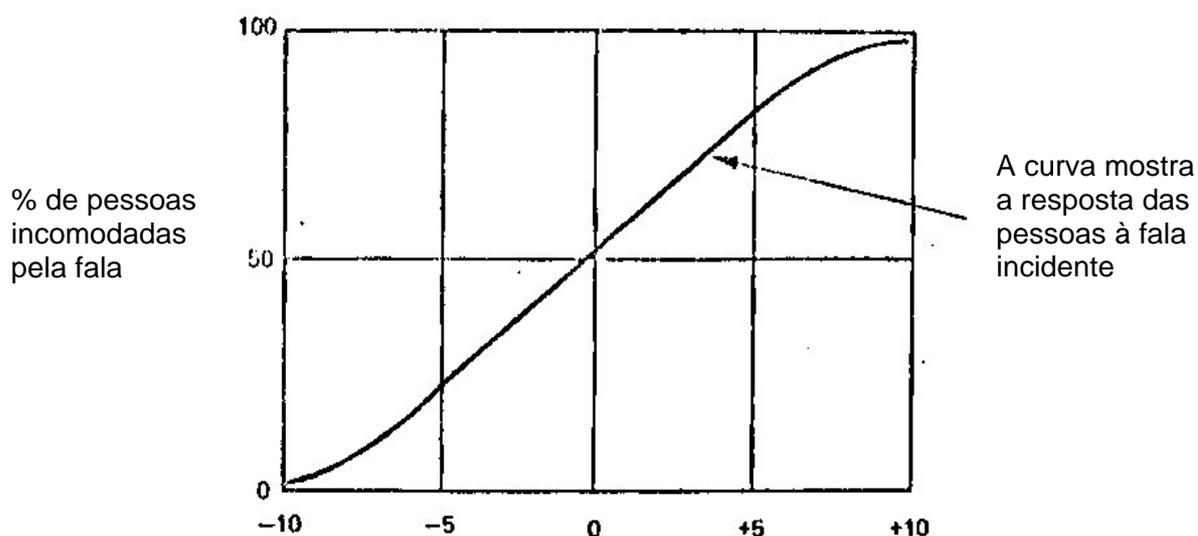


Figura 2.30: Valor da fala incidente acima ou abaixo do ruído de fundo (Fonte: EAGAN, 1972).

Dispositivos de condicionamento de ar controlados de forma convencional são capazes de proporcionar um ruído de fundo mínimo necessário para o mascaramento de ruídos específicos incidentes em escritórios, conforme demonstrado na Figura 2.31.

É possível notar que em escritórios possuidores de sistemas silenciosos de condicionamento irão experimentar sérias queixas em virtude da carência de níveis satisfatórios de ruídos de fundo.

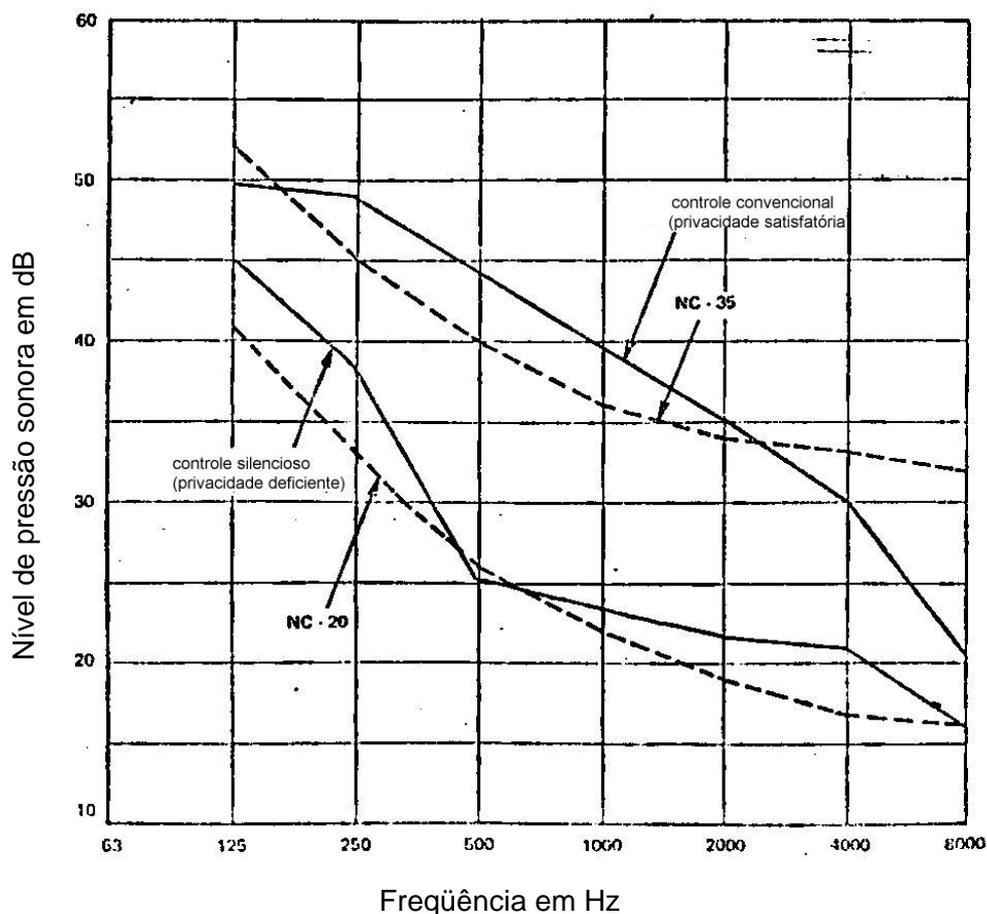


Figura 2.31: Curvas de controle de privacidade (Fonte: EAGAN, 1972).

### 2.3.10 Isolamento Sonoro

O Isolamento acústico se trata da eliminação total ou parcial do som de um ambiente para outro, ou seja, a menor interferência sonora entre duas salas justapostas ou mesmo do meio externo para o interno desta. Sendo assim, este tipo de tratamento acústico consiste em dificultar a transmissão sonora, sendo que um bom isolante deve ser rígido, compacto, pesado.

No caso de um obstáculo composto de uma parede simples, o isolamento depende da massa superficial (peso) desta. Segundo a “Lei da Massa”, a cada vez que a espessura é dobrada, o isolamento aumenta em 4 dB aproximadamente, sendo maior para as altas frequências.

A utilização de paredes duplas ou compostas é conveniente quando se deseja evitar o uso de paredes muito espessas e pesadas. Materiais absorventes, quando colocados entre painéis rígidos, funcionam como “mola”, minimizando a transmissão do ruído. Esse conjunto – que não obedece rigorosamente à Lei da Massa – costuma apresentar um índice de redução sonora maior que o de uma parede homogênea, com a mesma espessura.

Dois tipos de isolamentos devem ser considerados: isolamento contra ruído aéreo se origina no ar, e isolamento contra ruído de impacto, se refere a impactos como passos, batidas nos fechamentos, etc.

Para o isolamento contra ruído aéreo, o mais usual é a utilização de paredes duplas. O isolamento produzido está entre 5 e 10 dB superior ao produzido por uma parede simples do mesmo peso. Deve-se observar, no entanto, a possibilidade de transmissão do som por outros meios, por exemplo, pela estrutura, por materiais muito porosos como concreto celular ou tijolo vazado, portas ou janelas com diferente índice de enfraquecimento do resto da parede, forros falsos, etc.

Conforme visto anteriormente, quanto mais pesado ou massivo for o material de uma parede ou divisória, melhor será o isolamento acústico de um ambiente. Porém, eles têm características reflexivas que podem interferir na compreensão sonora, comprometendo o condicionamento acústico do ambiente em questão. A melhor maneira de tratar problemas relacionados aos sons é associar com prudência os materiais absorventes com os reflexivos.

Em se tratando de isolamento contra ruídos de impacto, o caso mais importante é tratar o impacto no piso. Tais impactos dependerão da construção do piso, em especial, de sua superfície. O melhor é agir diretamente nesta superfície, utilizando superfícies macias que possam absorver o impacto: tapetes, placas de borracha, cortiça. Já os materiais absorventes são muito porosos e leves, fazendo com que o som penetre por ele e alcance outros ambientes. Pode haver uma separação hermética entre o piso e o teto imediatamente inferior, seja através de estruturas ou piso flutuante.

O sistema de piso flutuante proporciona um índice de redução acústica superior a uma massa equivalente três vezes maior. Este sistema incorpora apoios de neoprene em uma manta espaçadora e absorvedora de fibra de vidro. O espaçamento e características dos PAD's (apoios de neoprene) são calculados para cada aplicação específica. É comum a adoção deste sistema em casas de máquinas em prédios, estúdios, salas de dança, etc.

Inicia-se o projeto do isolamento de um ambiente ao ruído obtendo-se dois parâmetros essenciais:

- O nível de ruído externo [ $L_{ex}$ ]
- O nível de ruído interno [ $L_{in}$ ].

Para o caso de isolamento contra ruídos externos (projeto de uma ambiente silencioso), o  $L_{ex}$  é obtido pela medição do ruído externo ao recinto (*normalmente toma-se o valor máximo, ou o nível equivalente  $L_{eq}$* ), e o  $L_{in}$  é fixado pelos dados da NBR 10.152, que estabelece os valores máximos de ruído para locais.

Quando se pretende que o ruído gerado no interior do ambiente seja isolado do exterior, o  $L_{ex}$  é determinado pelo máximo nível de ruído permitido para aquela região da cidade (fixado em leis municipais, ou pela Norma NBR 10.151) e o  $L_{in}$  é obtido pelo máximo de som que se pretende gerar no interior do recinto. O isolamento mínimo necessário para o ambiente será:

$$ISOL = L_{ex} - L_{in} \quad \text{ou} \quad ISOL = L_{in} - L_{ex}$$

Conforme o caso.

Esse isolamento deve prevalecer em todas as superfícies que compõem o ambiente: paredes, laje do teto, laje do piso, portas, janelas, visores, sistema de ventilação, etc. As atenuações de alguns materiais são apresentadas na tabela a seguir (Figura 2.32).

<b>VALOR ACÚSTICO DE DIVERSOS MATERIAIS</b>	
<b>MATERIAL</b>	<b>Isolamento acústico em h = 1 Decibéis (500Hz)</b>
Alvenaria tijolo maciço (espessura de 10 cm)	45 dB
Alvenaria tijolo maciço (espessura de 20 cm)	50 dB
Alvenaria tijolo maciço (espessura de 30 cm)	53 dB
Alvenaria tijolo maciço (espessura de 40 cm)	55 dB
Alvenaria tijolo furado (espessura de 25 cm)	40 dB
Chapa de fibra de madeira tipo "Soft-Board" (espessura de 12 mm)	18 dB
Chapa de fibra de madeira tipo "Soft-Board" com camada de ar intermediária de 10cm	30 dB
Chapas ocas de gesso (espessura de 10 cm)	24 dB
Compensado de madeira (espessura de 6,0 mm)	20 dB
Compensado de madeira (espessura de 6,0 mm): 2 placas com camada de ar intermediária de 10 cm	25 dB
Concreto – laje entre pavimentos	68 dB
Vidro de janela (espessura de 2 a 4 mm)	20 a 24 dB
Vidro grosso (espessura de 4 a 6 mm)	26 a 32 dB
Vidro de fundição (espessura de 3 a 4 mm) : uma placa	24 dB
Vidro de fundição (espessura de 4 a 6 mm) : duas placas com camada de ar intermediária	36 dB

Figura 2.32.: Tabela de propriedade de isolamento acústico dos materiais (Fonte: AZEVEDO, 1994).

### 3 METODOLOGIA DE TRABALHO

Os métodos utilizados numa avaliação devem ter maleabilidade suficiente para poder responder o mais precisamente possível às necessidades da relação cliente/objetivo da avaliação/usuário. Para tanto, a APO acústica proposta baseou-se em dois tipos de avaliações: a avaliação objetiva e a avaliação comportamental.

#### 3.1 Avaliação objetiva

A avaliação objetiva foi obtida através de levantamento e análise do projeto arquitetônico, de observações durante visitas *in loco*, de levantamentos fotográficos e de medições técnicas realizadas de acordo com a NBR 10.151. Para realização das medições do ruído ambiental das UBS's foi utilizado o Decibelímetro MSL-1352 da empresa Minipa.

Segundo o fabricante, este equipamento está em conformidade com as Normas IEC-651 Classe II e ANSI S1.4 Classe II para Medidores de Nível Sonoro. Este decibelímetro foi projetado para atender as exigências de precisão em medidas para engenheiros de segurança, especialistas nas áreas de saúde, segurança industrial, controle de qualidade e vários outros ambientes.

Trata-se de um instrumento digital portátil, com display com resolução de 0,1 dB em um display LCD de quatro dígitos e barra gráfica. Com precisão de +/-1,5 dB (94dB/1kHz) é capaz de armazenar registros de máximo e mínimo, possui opções de resposta rápida (FAST) e lenta (SLOW) através de um microfone de eletreto de 1/2" e faixa dinâmica de 100 dB. Outras características do equipamento são:

- Faixa de 30 dB a 130 dB em frequências entre 31,5 Hz e 8 kHz;
- Duas ponderações de frequências: A e C;
- Capacidade de memória interna de armazenamento de 32.000 registros;
- Uma saída de sinais AC e DC disponibilizada por um soquete coaxial 3,5 mm padrão, apropriado para analisadores de frequência, registradores de nível, registradores gráficos, etc.



Figura 3.1: Decibelímetro MSL-1352, usado para medições acústicas nas UBS's.

O aparelho (Figura 3.1) tem interface RS-232 que permite comunicação bi-direcional com o computador. Assim, os dados coletados podem ser exportados para uma planilha eletrônica, como o programa *Microsoft Excel*, ou aplicados no programa computacional *Test Link SE-322*. Ambos os programas foram utilizados neste trabalho.

Depois que os dados são descarregados no *Test Link SE-322*, o lado esquerdo da tela mostra o número de conjuntos de dados. Por exemplo, se foram feitas seis medidas, tem-se acesso a quatro conjuntos de dados, além de informações detalhadas de cada conjunto, como data de início, horário de início, número de gravações e taxa de gravação, ou seja,  $dB_{(A)}$  ou  $dB_{(C)}$  (Figura 3.2).

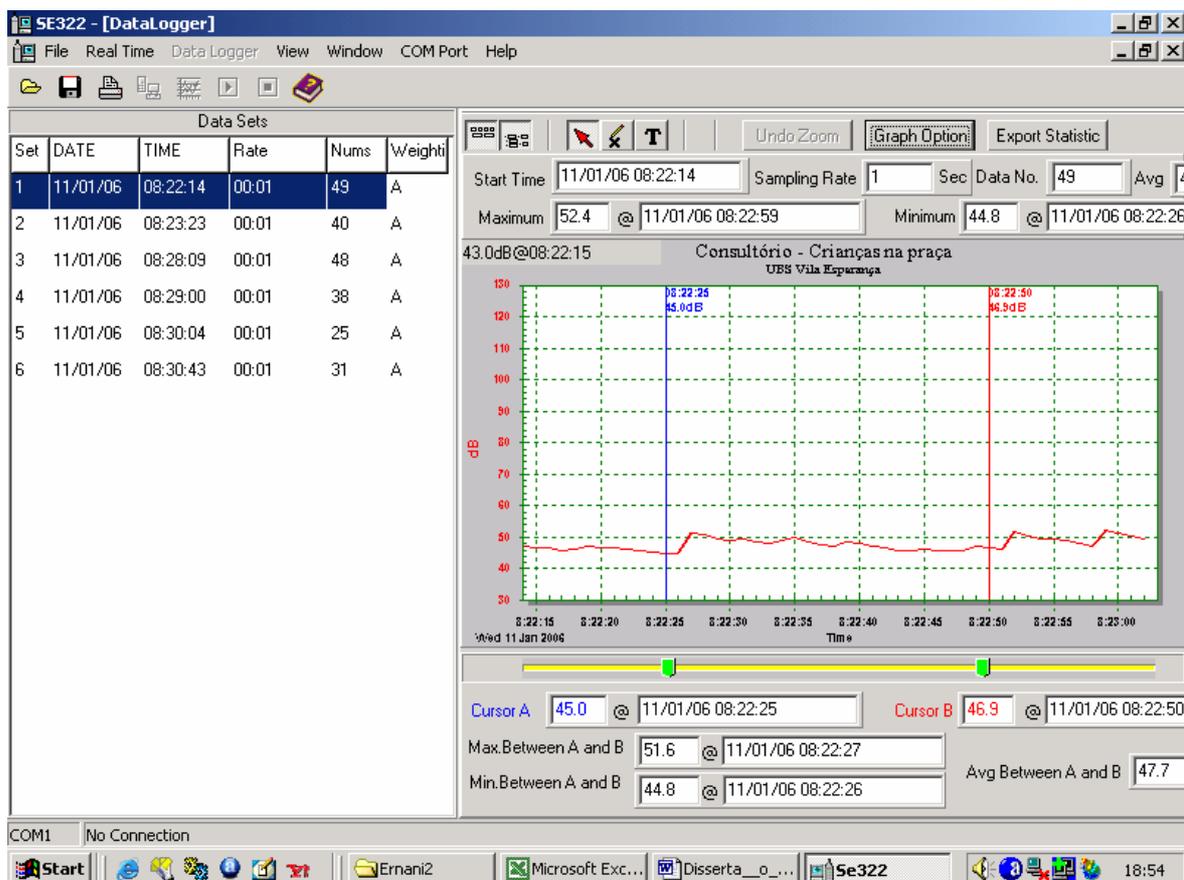


Figura 3.2: Tela do programa computacional Test Link SE-322 – Carregamento de dados.

No gráfico apresentado existem duas linhas verticais: cursor A, em azul, e cursor B, em vermelho. Estas linhas possibilitam a definição do intervalo de tempo a ser analisado, sendo que a hora e o nível de pressão sonora do início e término da amostragem são exibidos no topo dos cursores. Abaixo do gráfico são exibidos o tempo de início, a taxa de amostragem, e o valor máximo, mínimo e médio dos níveis de pressão sonora medidos dentro do intervalo de tempo amostrado.

Apesar deste programa não calcular o nível de pressão sonora equivalente ( $L_{aeq}$ ), sua interface permite uma fácil leitura dos resultados, otimizando o tempo de análise dos dados coletados. Para efetuar o cálculo do  $L_{aeq}$ , indispensável para realização deste trabalho, utilizou-se o programa *Microsoft Excel*. Este programa tornou-se essencial para a otimização da pesquisa devido a grande quantidade de registros obtida durante todas as medições.

## 3.2 Avaliação comportamental

Em uma primeira etapa, para a aplicação de uma avaliação subjetiva, foram estabelecidos contatos com a gerência das unidades de saúde, com a finalidade de definir datas e horários apropriados para a aplicação dos questionários, bem como a realização dos levantamentos físicos. Através deste primeiro contato, conseguiu-se definir algumas questões a serem utilizadas nos questionários propostos. Estes abordaram aspectos interdisciplinares relacionados ao conforto térmico, acústico, lumínico, satisfação com o projeto, além de aspectos sócio-econômicos tais como idade, profissão e grau de instrução dos usuários.

Para a aplicação e análise dos questionários, além de considerar-se que as sensações percebidas são características individuais, houve ainda a necessidade de divisão dos usuários das UBS's em dois grupos:

- **usuários internos:** compostos por profissionais da área de saúde e funcionários que trabalham dentro do espaço construído, com maior tempo de permanência no local;
- **usuários externos:** compostos por pacientes e seus eventuais acompanhantes.

Em cada unidade de saúde, a aplicação destes questionários (Anexo - 1) foi realizada em forma de entrevista direcionada a 35 usuários externos e a todos os usuários internos. Mesmo não se concretizando o acesso direto a todos os médicos, enfermeiros e demais profissionais, objetiva-se atingir um índice acima de 90% do número total dos usuários internos entrevistados de cada UBS estudada.

É importante salientar que o presente trabalho não possui objetivo especificamente estatístico. Neste caso, a amostragem de 35 usuários externos é capaz de reconhecer e identificar pontos de insatisfação ou satisfação dos usuários. Além disto, promove o reforço de possíveis pontos identificados previamente pela análise projetual e pela avaliação objetiva.

## 4 ESTUDOS NAS UNIDADES DE SAÚDE

### 4.1 APO – Unidade Básica de Saúde de Vila Esperança

#### 4.1.1 Apresentação e Descrição da Unidade

Com a participação ativa dos conselhos de saúde, que atuaram como clientes diretamente envolvidos com o projeto, discutiu-se a localização no bairro Vila Esperança II para a implantação da unidade de saúde. O bairro localiza-se na região noroeste do município (Figura 4.1) e a escolha da implantação da unidade no bairro foi concluída pelo uso de uma área destinada a uma praça, na região central do bairro.

Após a escolha do terreno, foi solicitada à prefeitura municipal a reserva de um espaço no projeto da praça para desenvolvimento da UBS. A área destinada foi de 400 metros quadrados (20mx20m).

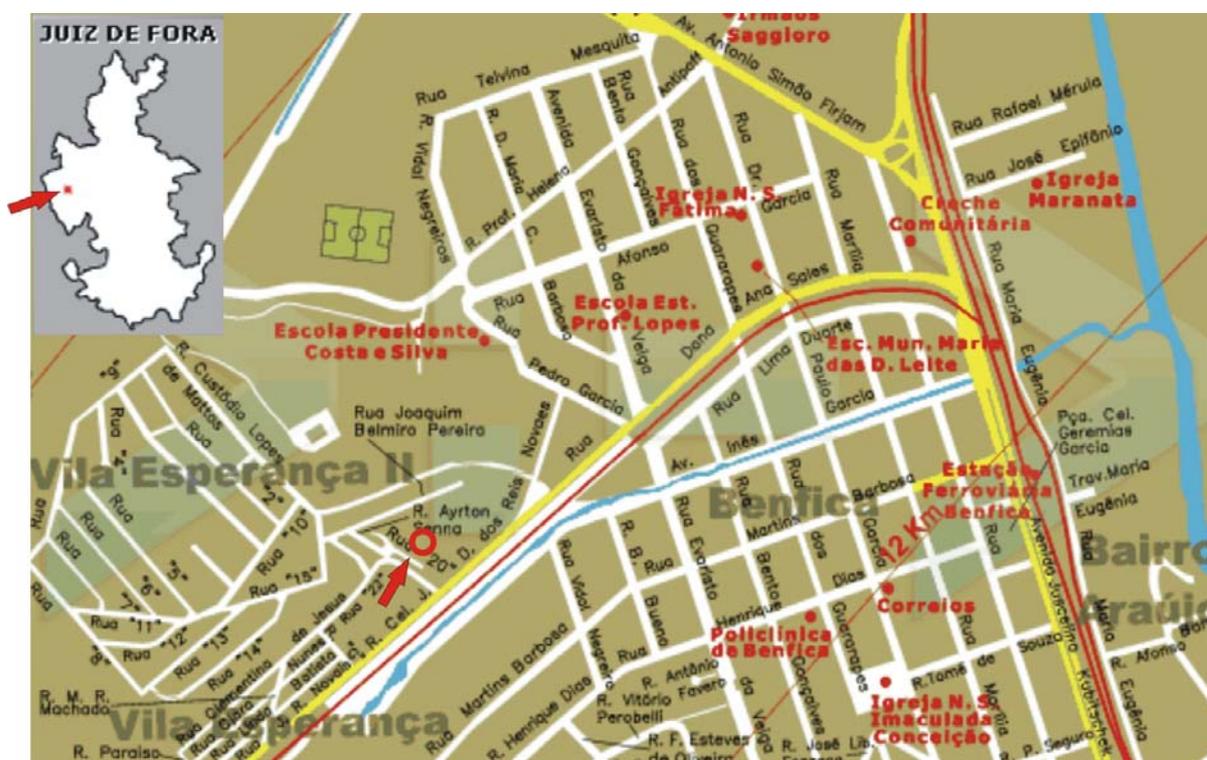


Figura 4.1 – Localização do bairro Vila Esperança II e do local para implantação da UBS. (fonte: [www.acesa.com.br](http://www.acesa.com.br), modificada pelo autor).

A unidade de saúde de Vila Esperança foi projetada e construída no ano de 2002, sendo inaugurada em junho de 2003. Sua área de abrangência, ou seja, área geograficamente pré-definida para controle da bio-estatística de saúde para levantamento de dados do Ministério da Saúde, foi destinada a 14.000 pessoas, assistidas por 03 equipes de saúde composta cada uma de 01 médico, 01 enfermeiro, 04 agentes comunitários de saúde e 01 profissional de apoio. É importante salientar que as unidades de saúde trabalham com dois conceitos de áreas, a de abrangência, como dito acima, e a de influência, que se refere à real área de alcance populacional da unidade. O profissional dentista, bem como o serviço odontológico não se encontra atualmente ativo nesta unidade. O horário de funcionamento da unidade de Vila Esperança é de segunda a sexta-feira, de 07:00 H às 22:00 H com intervalos de 11:00 H às 13:00 H e de 17:00 H às 19:00 H.

#### 4.1.2 Descrição e Análise do Projeto Arquitetônico

Segundo Gustavo Abdalla, arquiteto responsável pelo projeto, a concepção do projeto partiu da lógica de ser a unidade um elemento da praça, o que serviu de base para determinar a forma estética. Trabalhou-se com cores fortes e primárias, curvas e formas lúdicas para a edificação, (Figura 4.2) tendo como objeto de inspiração, brinquedos do playground existente em diversas praças da cidade. Esteticamente, a unidade de saúde buscou remeter de forma lúdica aos brinquedos do playground já inserido na praça.



Figura 4.2: Vista externa da UBS Vila Esperança.

O projeto da UBS de Vila Esperança foi dividido em cinco setores distintos: área de recepção e espera, sala de atendimento a grupos, atendimento imediato, atendimento clínico programado e setor de apoio ao trabalhador (Figura 4.3).

A proposta do projeto se deu em uma subdivisão em dois blocos que são interligados por áreas de apoios. O programa definiu-se em uma área de recepção e espera, 02 banheiros de atendimento ao público, farmácia, sala de atendimento a grupos (reuniões), sala de curativos, consultório de enfermagem, vacina, injeção, nebulização, 02 consultórios clínicos, odontológico, ginecológico, 02 vestiários, copa e área de expurgo, limpeza e esterilização.

Foi adotado também no projeto um consultório odontológico, o qual não se encontra em funcionamento como citado anteriormente. Atualmente este espaço foi adaptado para funcionar como sala de enfermagem.

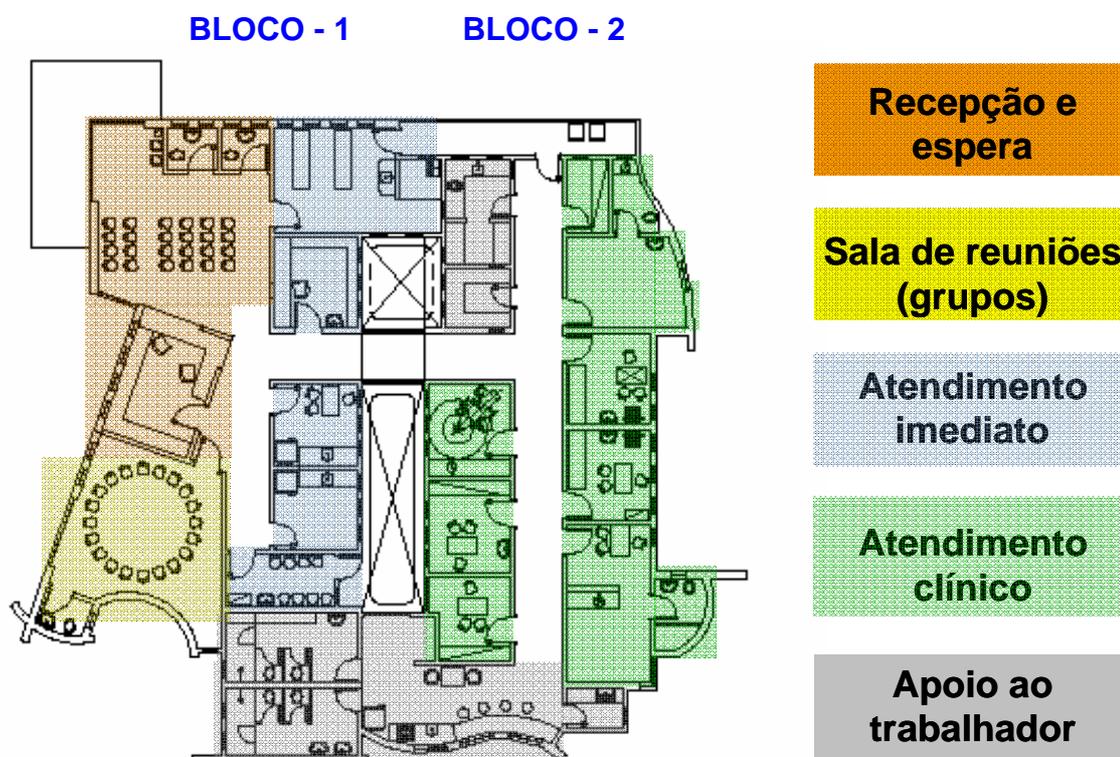


Figura 4.3: Planta baixa setORIZADA da UBS de Vila Esperança

### 4.1.3 Avaliação técnico-construtiva - Descrição dos materiais de acabamento e distribuição do layout

Considerando ambientes como fontes e/ou receptores de ruído, além da questão da concentração nos serviços prestados e do tempo de permanência, foram analisadas as áreas de recepção e espera, atendimento a grupos, atendimento clínico programado (consultórios) e a sala de nebulização, locada no atendimento imediato.

#### ***Área de recepção e espera:***

O setor de recepção e espera serve de ambiente de atendimento prévio e triagem para as áreas de atendimento imediato e o bloco posterior que serve para atendimento clínico. O mobiliário é composto por cadeiras do tipo longarinas estofadas com espuma e tecido. O piso em toda unidade é composto por granilite e as paredes são em alvenaria pintada, com exceção da parede da entrada que é em vidro, material que compõe também a porta de acesso, que se mantém sempre aberta.



Figura 4.4- Área de recepção e espera (vista externa e interna)

#### ***Sala de atendimento a grupos (reuniões):***

Estrategicamente dotada por acessos pelo interior e exterior da edificação, foi instalada a sala de atendimento a grupos, promovendo o uso independente da unidade, dado que alguns grupos demandam atividades desenvolvidas fora do horário de funcionamento normal.



Figura 4.5 – Sala de atendimento a grupos

A disposição do mobiliário deste ambiente é livre, adequando-se para cada situação. É composto por algumas cadeiras em madeira e outras revestidas por tecido ou couro sintético, duas mesas, piso em granilite, paredes em alvenaria pintada e porta envidraçada (Figura 4.5).

É importante salientar que por ser uma área de concentração de ruídos e necessitar também de privacidade de fala, devido aos tipos de grupos e assuntos ali tratados (alcoolismo, drogas, gravidez, doenças sexualmente transmissíveis, etc.) a localização deste ambiente é beneficiado, não somente pelo acesso independente, mas acusticamente, pelo fato da recepção servir como barreira para a sala de espera.

#### **Atendimento clínico programado (consultórios):**

Atualmente, os consultórios recebem maior influência do ruído externo, promovido por usuários da praça a qual a UBS está inserida. O playground e a quadra poliesportiva são equipamentos de uso constante pela comunidade e sua proximidade com o setor de

atendimento clínico programado da UBS Vila Esperança compromete a qualidade acústica no interior dos consultórios.

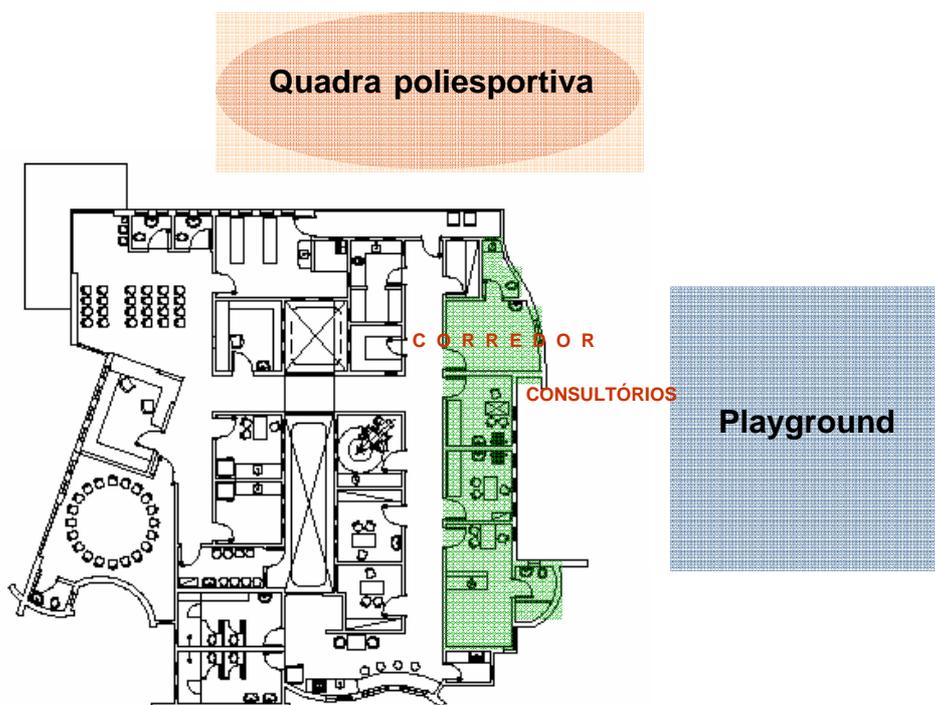


Figura 4.6 – Relação do playground e quadra poliesportiva com a UBS Vila Esperança.

O ruído produzido na quadra poliesportiva é “captado” pela porta de acesso ao depósito de lixo que, por sua vez, percorre o corredor de acesso aos consultórios que é composto basicamente de materiais reflexivos, como piso em granilite, paredes e portas pintadas, conforme explicitado na Figura 4.7.



Figura 4.7: Relação da quadra poliesportiva com o corredor de acesso aos consultórios

Devido à localização do playground e a inexistência de qualquer barreira ou anteparo acústico, este é considerado outro equipamento que possivelmente compromete a qualidade acústica dos consultórios (Figura 4.8).



Figura 4.8: Relação do playground com os consultórios.

O que é tido como benéfico neste caso, é a dimensão e altura do parapeito das janelas (1,70m). A distância da abertura em relação ao piso relacionada diretamente a um lay-out adequado promovem uma linha de sombra acústica. Quando os indivíduos receptores permanecem sentados, estes ficam abaixo desta linha. Logo, a interferência sonora diminui e favorece a inteligibilidade da palavra falada (Figura 4.9). Mas quando a porta do consultório é fechada, situação normal durante qualquer consulta, cria-se uma nova barreira refletora para o interior deste ambiente.

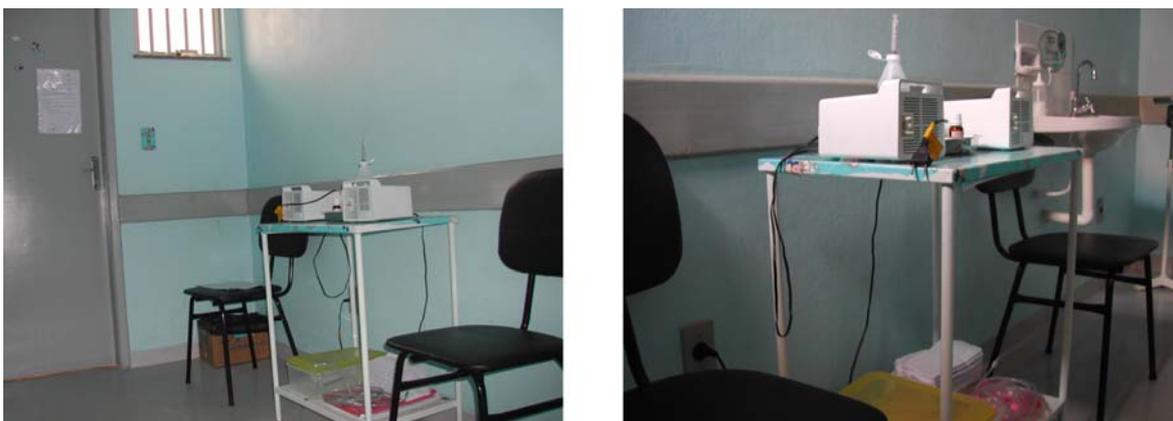


Figura 4.9: Consultórios e a relação da abertura com a linha de sombra acústica.

**Sala de nebulização:**

No setor de atendimento imediato, o ponto considerado de maior fonte de ruído foi encontrado na sala de nebulização localizada entre os vestiários e a sala de coleta/injeção. Atualmente, nesta unidade de saúde são utilizados compressores residenciais, existindo uma previsão para uso de compressor hospitalar para nebulização. O ruído emitido atualmente torna-se incômodo tanto no interior quanto externo ao ambiente de nebulização.

Os compressores são posicionados próximos ao ouvido do paciente, sobre uma frágil mesa metálica (Figura 4.10). Assim, além do ruído emitido pelo próprio equipamento, existe o ruído produzido por vibrações deste com a mesa e, por consequência, desta com o piso.



*Figura 4.10 – Sala de nebulização*

Com a troca dos equipamentos residenciais pelo compressor hospitalar, o maior inconveniente será o local destinado para instalação externa deste equipamento, um pequeno pátio interno que poderá se transformar em uma fonte de ruídos para três consultórios conforme demonstrados na Figura 4.11.

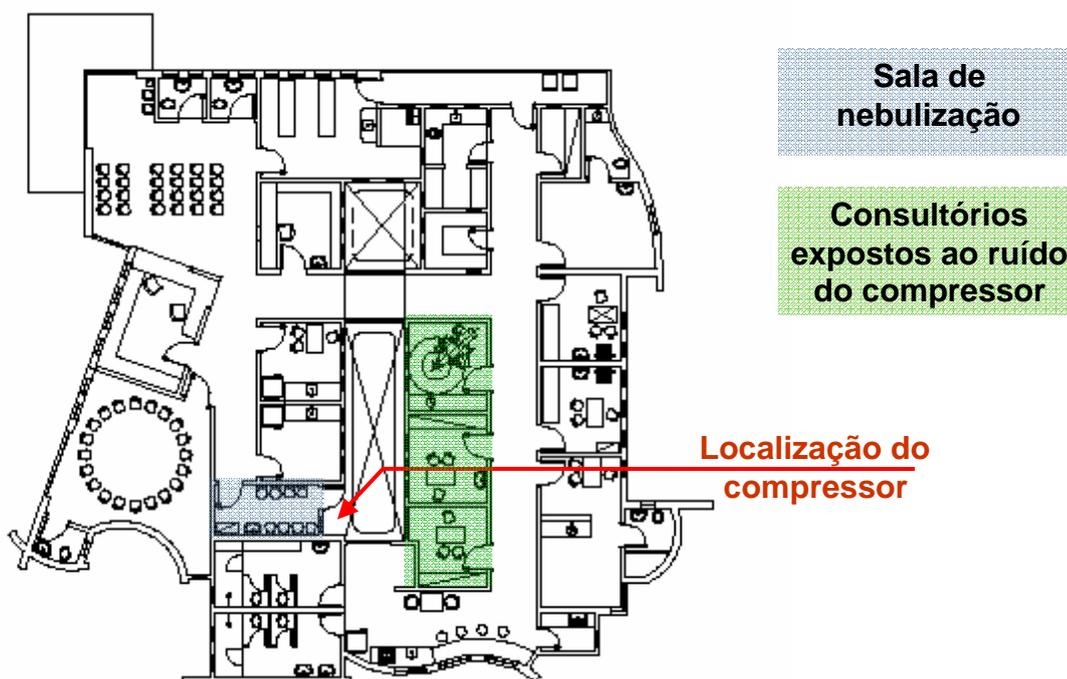


Figura 4.11: Relação do compressor da nebulização com salas próximas

#### 4.1.4 Avaliação Física - Levantamento e medições técnicas (decibélímetro)

Conforme apresentado anteriormente, o equipamento utilizado para a realização das medições acústicas foi o decibélímetro Minipa MSL-1352C. O decibélímetro foi programado para gravar dados com tempo de resposta no modo “Slow”, filtro de ponderação “A” e intervalos de registro de 01 segundo para todos os ambientes, exceto para o setor de recepção e espera, onde se adotou o intervalo de 30 segundos. Em seguida, com auxílio do programa computacional *Microsoft Excel*, os dados foram transformados em  $L_{Aeq}$ , conforme NBR-10151. As medições foram realizadas nas áreas de recepção e espera, na sala de nebulização, no exterior da UBS (playground e quadra poliesportiva) e no interior consultórios, considerando-os como receptores sonoros.

##### a) Ruído emitido na área de recepção e espera:

Fez-se necessário realizar o levantamento da área de recepção e espera durante toda jornada de trabalho de um dia, ou seja, de 07:00 H as 11:00 H, de 13:00 as 17:00 H e de 18:00 H as 22:00 H. Para determinação de qual seria o dia ideal para a coleta de

dados, foi necessário recorrer à gerência informações estatísticas de atendimento na unidade. Verificou-se, então, que dias de maior fluxo são freqüentemente no início da semana (segundas e terças-feiras), diminuindo progressivamente o número de atendimentos diários no decorrer da semana, até à sexta-feira, avaliada estatisticamente como o dia de menor movimento.

Foram coletados dados da área de recepção e espera no dia 13/09/2005. A condição climática durante toda a medição era de céu parcialmente nublado e sem chuvas. A preocupação para efetuar uma medição durante todo o dia, foi a integridade do equipamento. Outra necessidade era criar uma situação favorável a evitar eventuais sons muito próximos (menos de 1,2 m) do microfone do decibelímetro. Mesmo ferindo a norma no que diz respeito à distância do equipamento em relação às superfícies rígidas (neste caso, o teto), a única solução encontrada para a adaptação do decibelímetro neste ambiente, foi a sua fixação no teto da sala de espera, próximo ao balcão de atendimento.



Figura 4.12.: Adaptação do decibelímetro no teto da área de espera da UBS Vila Esperança.

A Figura 4.12 explicita não só a instalação do aparelho no teto do ambiente de espera, mas também a situação deste local às 15:30 H, período considerado de pouco fluxo e pouco ruído, conforme é possível examinar, adiante, no gráfico de registro de

dados coletados no período da tarde (Figura 4.14).

No período da manhã foram realizados 438 registros válidos na área de recepção e espera. Estes registros foram aplicados na fórmula para transformação em  $L_{Aeq}$  onde o qual foi encontrado o valor de 67 dB(A). De acordo com as medições, este ambiente apresentou um valor de ruído médio igual a 62,3 dB(A), tendo como maior registro 79 dB(A) às 10:12 H e menor com 45,8 dB(A) às 10:27 H.

Mesmo com os ruídos médio e equivalente ( $L_{Aeq}$ ) estando situados abaixo de 75 dB(A), em vários momentos o nível de pressão sonora no setor de espera supera este limite (Figura 4.13). Assim, para qualquer situação ou atividade, o ruído passa a ser um agente de desconforto, comprometendo a inteligibilidade da linguagem, passando a ocorrer distrações, irritabilidade e diminuição da produtividade no trabalho. A foto que ilustra o ambiente de espera e recepção também mostra que uma das portas de acesso ao interior da unidade permaneceu fechada, que além de diminuir a ventilação cruzada, cria uma área de superfície acusticamente refletora no lugar de outra 100% absorvente.



Figura 4.13.: Gráfico de registro de dados e  $L_{Aeq}$  coletados pela manhã na área de recepção e espera.

O período da tarde após a coleta de 477 registros, verificou-se que este ambiente apresentou-se menos ruidoso que pela manhã, apresentando um  $L_{Aeq}$  igual a 62 dB. Registrou-se também um ruído médio de 57,5 dB(A) com pico de 76 dB(A) às 13:20 H e menor registro com 42,2 dB(A) às 16:58 H. Em geral todas as medidas coletadas ficaram abaixo de 75 dB(A), constatando o não comprometimento das atividades exercidas neste local (Figura 4.14).

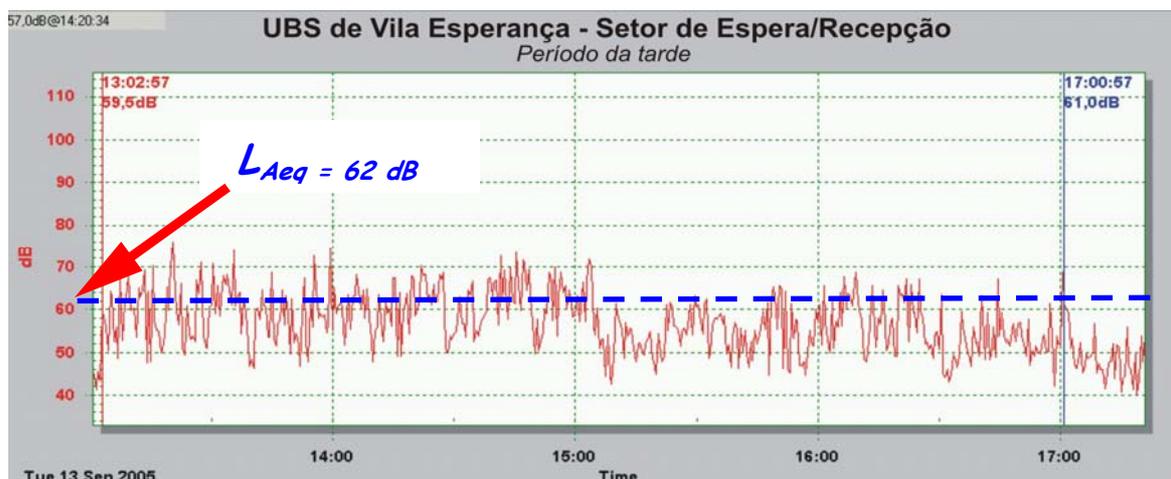


Figura 4.14: Gráfico de registro de dados e  $L_{Aeq}$  coletados no turno da tarde na área de recepção e espera

Após a coleta de 483 dados, a conclusão foi que este ambiente apresentou nível de ruído equivalente ( $L_{Aeq}$ ) igual a 57 dB(A) e um ruído médio de 50,9 dB(A). Entretanto, houve um elevado do registro de 75,3 dB(A) às 19:05 H, mas também se registrou a menor intensidade sonora durante todo o dia com a unidade em funcionamento, sendo 38,0 dB(A) às 18:17 H (Figura 4.15). O último profissional em saúde a sair da unidade foi às 21:45 H e a unidade permaneceu aberta até 22:00 H com duas pessoas conversando na área de espera.

Assim sendo, é possível constatar que durante a coleta de uma jornada de um dia de funcionamento, o período da noite foi qualificado como o período menos ruidoso na área de recepção e espera da UBS Vila Esperança.



Figura 4.15: Gráfico de registro de dados e  $L_{Aeq}$  coletados no turno da noite na área de recepção e espera.

**b) Ruído emitido no interior da sala de nebulização:**

Para medição do nível de pressão sonora emitido na sala de nebulização, foi necessário poucos minutos, uma vez que o objetivo era efetuar o registro do ruído de fundo e do ruído produzido pelos aparelhos nebulizadores. Durante toda a realização deste trabalho de medição, a sala em questão permaneceu de portas fechadas e janela aberta, situação comum para trabalhos ali realizados. As medições seguiram criteriosamente a NBR 10.151 e os resultados foram apresentados através dos valores coletados e transformados em  $L_{Aeq}$ .

Durante a medição do ruído de fundo, ou seja, situação com os aparelhos de nebulização desligados, o som percebido com maior ênfase foi o proveniente de conversação ocorrida no ambiente de recepção e espera. Foram realizados 38 registros válidos, que aplicados na fórmula para transformação em  $L_{Aeq}$ , chegou-se a um valor de 50 dB(A). Conforme o gráfico abaixo (Figura 4.16), o maior registro encontrado foi de 57 dB(A) e menor com 41 dB(A), estabelecendo 48,6 dB(A) como o valor médio.

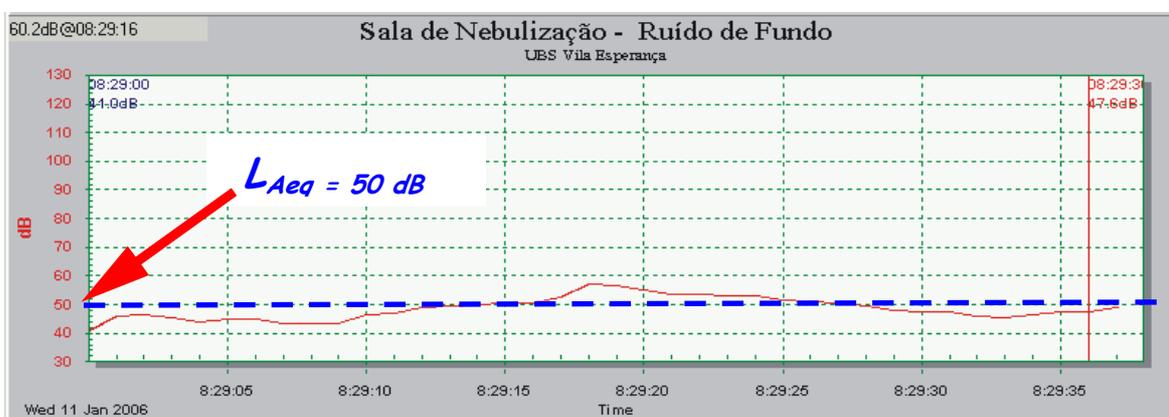


Figura 4.16: Gráfico de registro do ruído de fundo da sala de nebulização e apresentação do  $L_{Aeq}$ .

Em seguida, dentro da sala na mesma situação, ou seja, com portas fechadas e janelas abertas, a medição ocorreu com os dois aparelhos de nebulização existentes ligados. Foram realizados 25 registros válidos, que aplicados na fórmula para transformação em  $L_{Aeq}$ , chegou-se a um valor de 78 dB(A). Nota-se que o ruído emitido por estes aparelhos culminou em um mascaramento do ruído de fundo, tornando o gráfico desta medida praticamente linear (Figura 4.17). O maior registro encontrado foi de 78,9 dB(A) e menor com 77,9 dB(A), estabelecendo 78,4 dB(A) como o valor médio.

Como acima de 75 dB(A), para qualquer situação ou atividade, o ruído passa a ser um agente de desconforto, este local é considerado desconfortável acusticamente. É importante lembrar que a medição objetivava somente o ruído dos equipamentos, portanto, não havia pessoas conversando no local. Mesmo assim, o  $L_{Aeq}$  da sala de nebulização (78 dB(A)) chega próximo de 80 dB(A), onde pessoas mais sensíveis podem sofrer perda de audição.

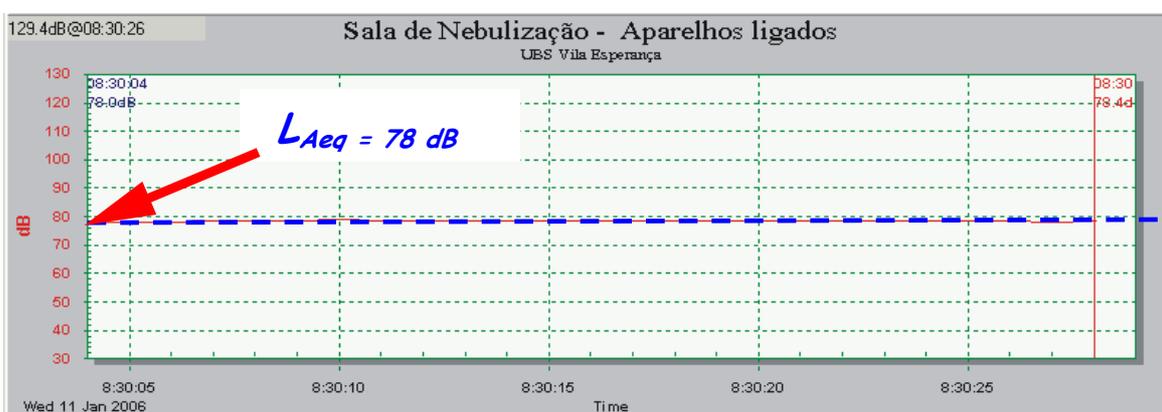


Figura 4.17: Gráfico de registro do ruído produzido da sala de nebulização e apresentação do  $L_{Aeq}$

### c) Consultórios X ruído externo:

Também se fez necessário avaliar a UBS Vila Esperança como receptora dos ruídos externos. Para tanto, foram coletados dados a 2m das fachadas voltadas para a quadra poliesportiva e o playground. Com a finalidade de registrar o ruído de fundo externo à unidade, inicialmente foi realizada uma medição prévia, sem a presença de trânsito de veículos ou pessoas conversando.

Para a verificação do ruído de fundo na quadra poliesportiva foram realizados 49 registros, que aplicados na fórmula para transformação em  $L_{Aeq}$ , chegou-se a um valor de 48 dB. De acordo com as medidas realizadas (Figura 4.18), o maior registro encontrado foi de 52,4 dB e menor com 44,8 dB, estabelecendo 47,9 dB como o valor médio do ruído de fundo.

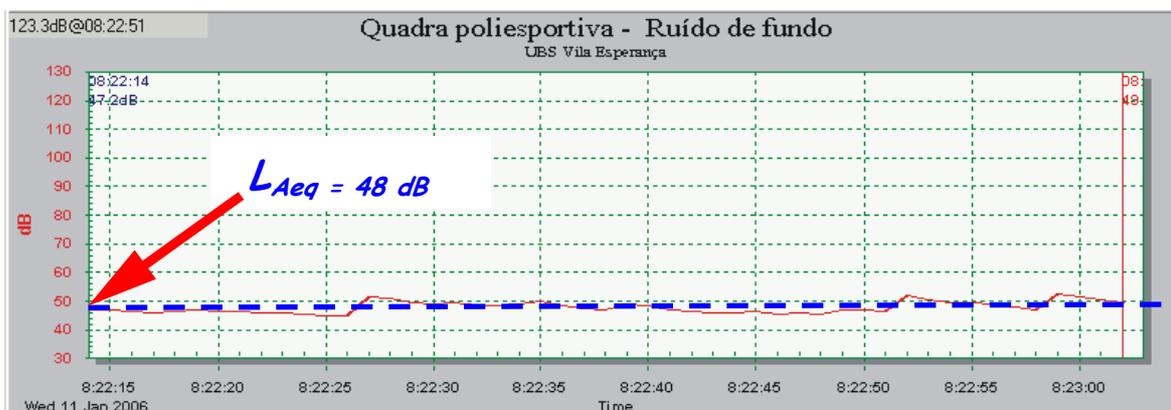


Figura 4.18: Gráfico de registro do ruído de fundo e  $L_{Aeq}$  da quadra poliesportiva, próximo à UBS.

Com a medição do ruído de fundo do playground, o maior registro encontrado foi de 49,8 dB(A) e menor com 46,1 dB(A), estabelecendo 47,5 dB(A) como o valor médio do ruído de fundo (Figura 4.19). Foram coletados 40 registros, que resultaram em um  $L_{Aeq}$  igual a 48 dB(A), mesmo valor encontrado na quadra poliesportiva. Porém, é importante ressaltar que, segundo a NBR 10.151, os valores dos os níveis de pressão sonora devem ser aproximados ao valor inteiro mais próximo. Neste caso, a diferença do ruído de fundo equivalente encontrado no playground ( $L_{Aeq} = 47,6 \text{ dB(A)}$ ) foi 0,7 dB(A) inferior ao encontrado na quadra poliesportiva ( $L_{Aeq} = 48,3 \text{ dB(A)}$ ).

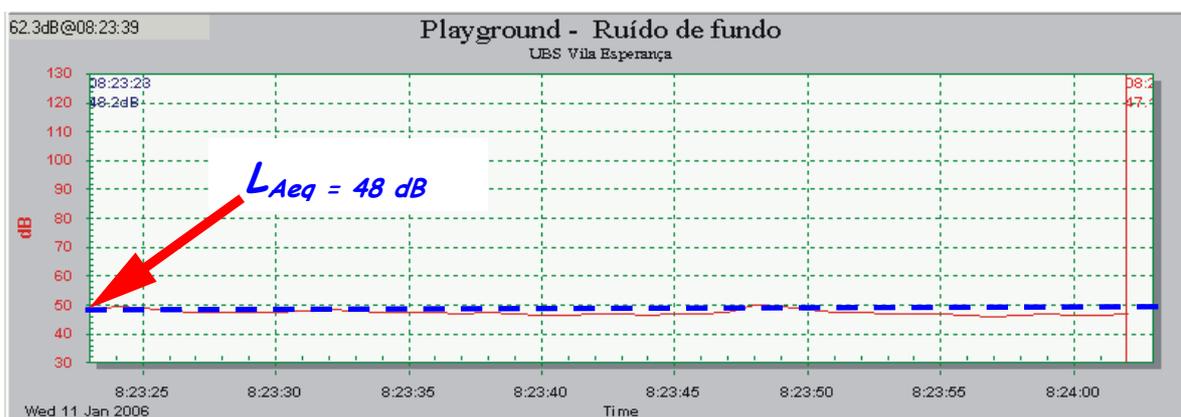


Figura 4.19: Gráfico de registro do ruído de fundo e  $L_{Aeq}$  do playground, próximo à fachada da UBS

Com a mesma situação sonora acima, verificou-se também o ruído de fundo no interior dos consultórios os quais estão todos voltados para o playground, conforme verificado anteriormente (Figura 4.6). O consultório adotado para esta amostragem foi considerado previamente como o mais crítico por estar localizado mais próximo da

quadra poliesportiva, recebendo, assim, ruído dos dois equipamentos da praça. Durante toda a medição a porta foi mantida fechada e as duas janelas abertas, situação mais comum em dias de funcionamento.

Foram coletados 52 registros válidos, que aplicados na fórmula para transformação em  $L_{Aeq}$ , chegou-se a um valor de 37 dB(A). De acordo com as medidas realizadas, o maior registro encontrado foi de 40,1 dB(A) e menor com 34,9 dB(A), estabelecendo 37,3 dB(A) como o valor médio do ruído de fundo (Figura 4.20). Analisando o consultório, o qual possui  $L_{Aeq}$  externo igual a 48 dB(A) e  $L_{Aeq}$  interno de 37 dB(A), em situações de ruídos externos semelhantes, conclui-se que no interior deste ambiente, com as janelas abertas, tem-se uma redução de 10 dB(A) aproximadamente.



Figura 4.20: Gráfico de registro do ruído de fundo e  $L_{Aeq}$  do interior do consultório.

Poucos minutos depois, oportunamente, cinco crianças brincavam no playground. Neste caso foi possível coletar os dados com os brinquedos em utilização. Foram coletados 34 registros válidos, que aplicados na fórmula para transformação em  $L_{Aeq}$ , chegou-se a um valor de 59 dB(A). De acordo com as medidas realizadas (Figura 4.21), o maior registro encontrado foi de 65,2 dB(A) e menor com 53,1 dB(A), estabelecendo 58 dB(A) como o valor médio recebido no interior do consultório em questão com crianças brincando no playground.



Figura 4.21: Gráfico de registro do ruído e  $L_{Aeq}$  do interior do consultório com crianças na praça.

#### 4.1.5 Avaliação Comportamental - Aplicação e análise estatística dos questionários

Como citado anteriormente no terceiro capítulo deste trabalho, os questionários utilizados para a avaliação comportamental foram aplicados em dias distintos e direcionados para dois tipos de usuários: pacientes e acompanhantes (usuários externos) e profissionais ativos no espaço construído (usuários internos). Os agentes comunitários de saúde não participaram das entrevistas, pois as atividades exercidas em sua maior parte acontecem externamente à unidade de saúde. Aplicou-se o questionário em 35 usuários externos e em 09 dos 11 profissionais em atividade interna na atual gestão.

A primeira questão do questionário aplicado na UBS Vila Esperança objetiva verificar, de maneira mais abrangente, o grau de satisfação com a unidade. Neste momento não foi focada nenhuma questão específica como arquitetura, conforto ambiental ou humanização. O gráfico abaixo (Figura 4.22) reflete a diferença de percepção entre os dois tipos de usuários.

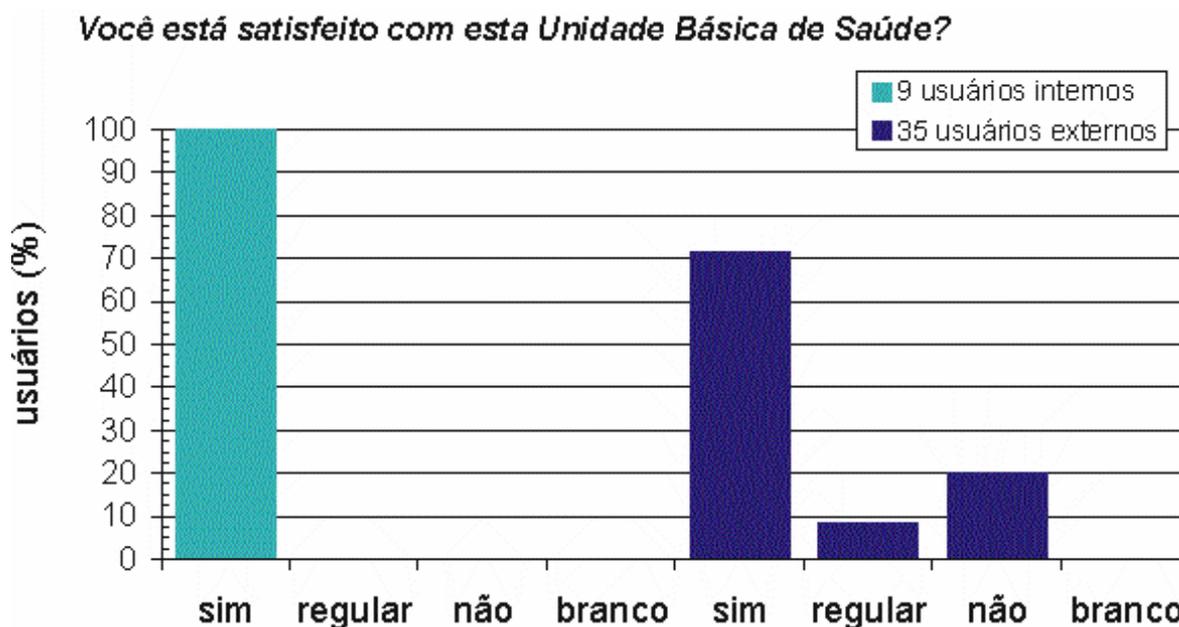


Figura 4.22: Gráfico do nível de satisfação com a UBS Vila Esperança.

A diferença de percepção aqui demonstrada reflete a diferença também de interpretação a esta pergunta do questionário. Por um lado, os usuários internos respondem a esta pergunta como uma análise comparativa, considerando a unidade de Vila Esperança como um projeto arquitetônico que oferece conforto maior que a maioria das UBS's em Juiz de Fora. Já os usuários externos entendem a unidade não somente como projeto arquitetônico, reivindicando também melhor atendimento, mais profissionais, remédios, equipamentos, etc. Mesmo assim, a unidade foi considerada satisfatória por eles.

Para tratar sobre a qualidade da ventilação na unidade, foram necessárias duas questões. Uma delas enfoca a ventilação como um todo, ou seja, natural e/ou artificial nos ambientes (Figura 4.23), enquanto uma segunda questão aborda a utilização de ventilação artificial (ventiladores) em determinados ambientes. Verifica-se também se estes são eficientes, mesmo durante o verão (Figura 4.24).

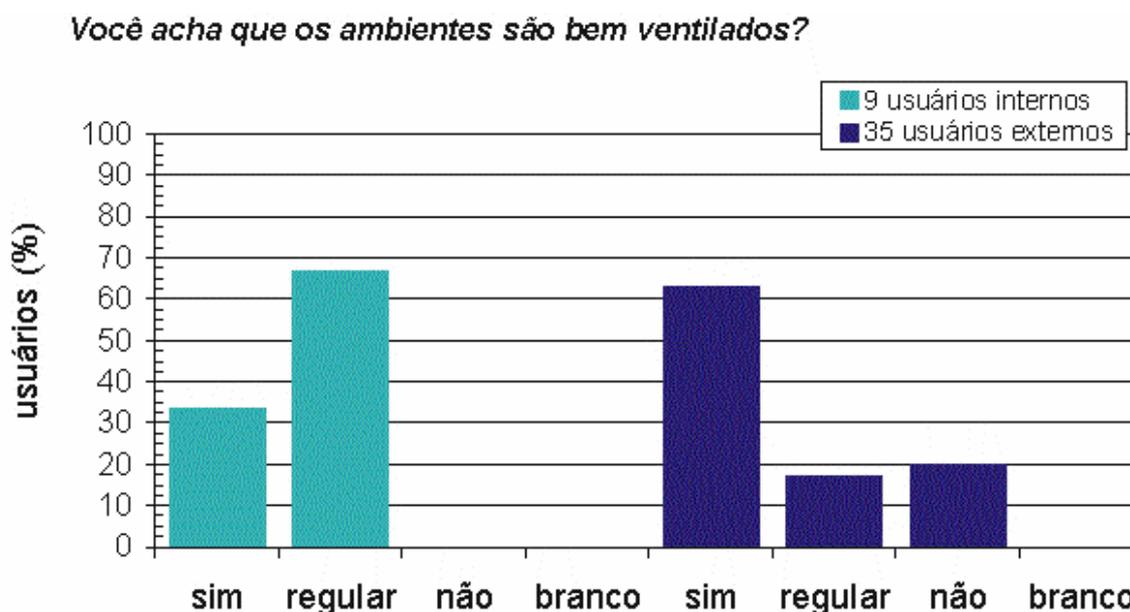


Figura 4.23: Gráfico sobre o grau de satisfação quanto à ventilação dos ambientes.

De acordo com o levantamento demonstrado no gráfico acima, mesmo considerando que os usuários internos permanecem por mais tempo no interior das unidades, o nível da qualidade da ventilação foi considerado satisfatório, pois nenhum ambiente foi considerado com sua ventilação comprometida.

Durante a aplicação dos questionários aos usuários externos, uma das portas de entrada para o interior da unidade permaneceu fechada, diminuindo a ventilação cruzada no ambiente de espera. Apesar desta situação, o gráfico da Figura 4.23 demonstra que 63% dos usuários externos consideram os ambientes bem ventilados.

Porém, é possível verificar através do gráfico abaixo (Figura 4.24) que mais de 55% dos usuários internos e 46% dos usuários externos afirmaram que a utilização de ventiladores não é suficiente para obter conforto térmico durante o verão. No caso dos usuários externos, esta afirmação foi reforçada principalmente após a percepção destes pela existência de somente um ventilador de teto dentro da recepção e nenhum no setor de espera.

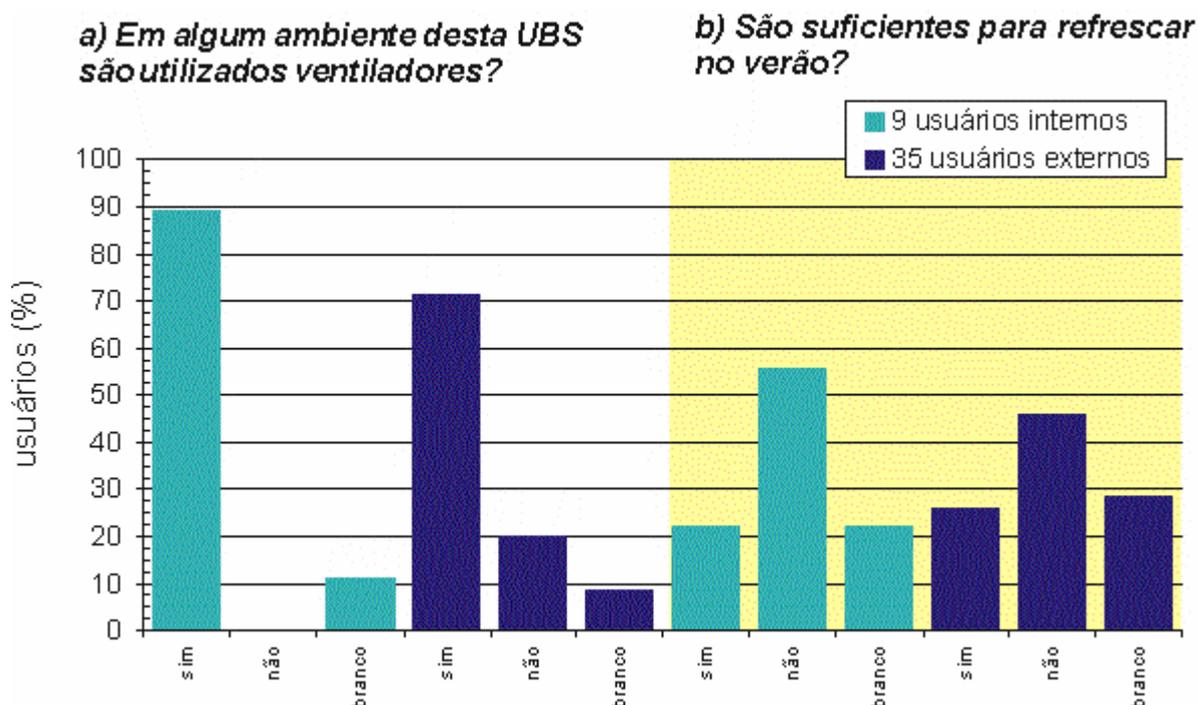


Figura 4.24: Gráfico sobre a utilização e eficiência dos ventiladores nos ambientes.

Além da questão da ventilação, foi necessário avaliar a satisfação dos usuários no que se refere à iluminação dos ambientes internos. Em geral, a iluminação dos ambientes foi considerada satisfatória. Mas, verificou-se através do gráfico abaixo (Figura 4.25) também uma exigência maior por parte dos usuários internos, onde 45% consideram bem iluminados e outros 44% consideram a qualidade da iluminação como regular. Por outro lado, 89% dos usuários externos entrevistados consideram os ambientes bem iluminados.

Conclui-se mais uma vez que, para os usuários internos, o conforto ambiental, neste caso o luminício, é considerado de extrema importância não somente pelo maior tempo de permanência no interior da unidade, mas também para que o ambiente construído proporcione o exercício das atividades ocupacionais com atenção e concentração.

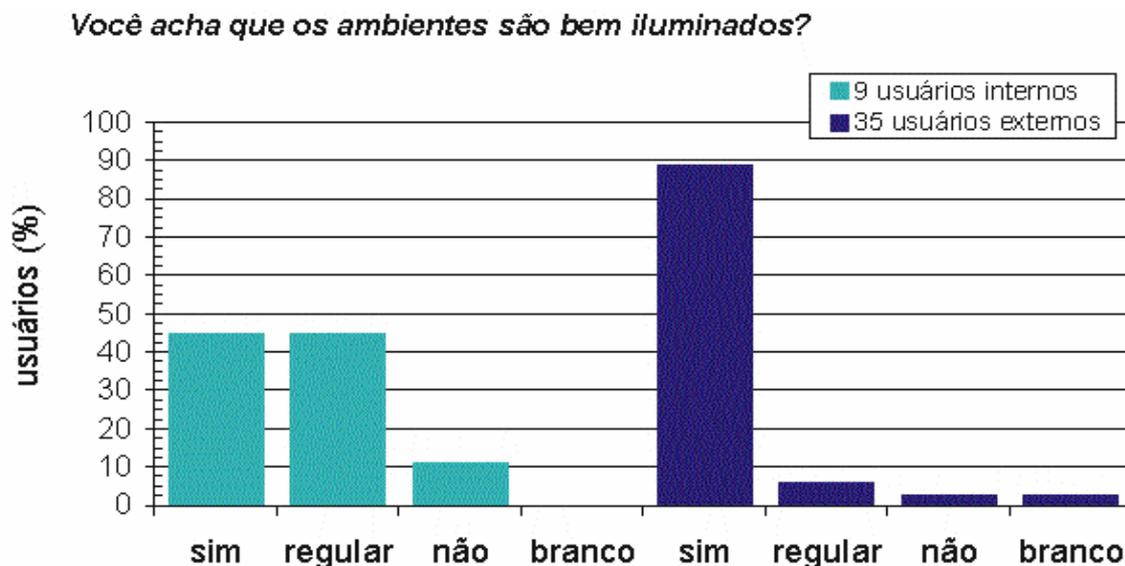


Figura 4.25: Gráfico sobre o grau de satisfação quanto à iluminação dos ambientes.

A partir da questão N<sup>o</sup> 06, o questionário é diretamente focado ao conforto acústico dos ambientes da UBS. Em um primeiro instante, verificou-se o comprometimento acústico da unidade em relação aos ruídos externos (trânsito, vizinhos, etc.). Por uma questão cultural ou o maior tempo de permanência aliada à concentração, a percepção e incômodo obtiveram maior destaque pelos usuários internos (Figura 4.26).

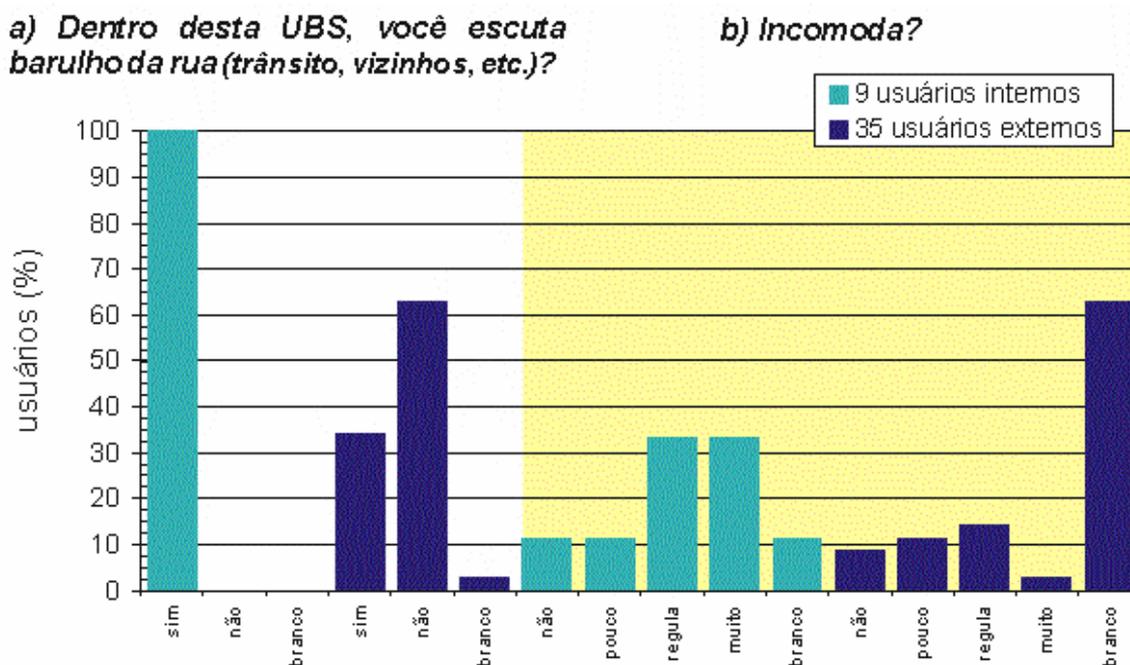


Figura 4.26: Gráfico sobre a percepção e incômodo quanto ao ruído externo.

De acordo com o gráfico acima, o ruído externo foi percebido por 100% dos usuários internos entrevistados enquanto somente 34% dos usuários externos perceberam o mesmo ruído. Nota-se também uma maior tolerância por parte dos usuários externos.

Analisando ainda as respostas referentes à questão acima, os usuários internos, principalmente os profissionais que atuam no interior dos consultórios, destacam que o ruído de maior incômodo e percepção é o emitido pelas crianças que utilizam a praça. Enfatizam também que a quadra poliesportiva situada ao lado da UBS é o principal equipamento que interfere acusticamente no interior da unidade.

Quanto ao ruído interno, o ruído de maior incômodo destacado tanto pelos usuários internos quanto pelos externos foi o próprio ruído emitido pelas pessoas na sala de espera, além do ruído emitido na sala de nebulização, estes destacados em sua maior parte pelos profissionais da unidade. Também é percebido pelo gráfico abaixo (Figura 4.27) como o ruído afeta mais os usuários internos (89%) que os externos (37%).

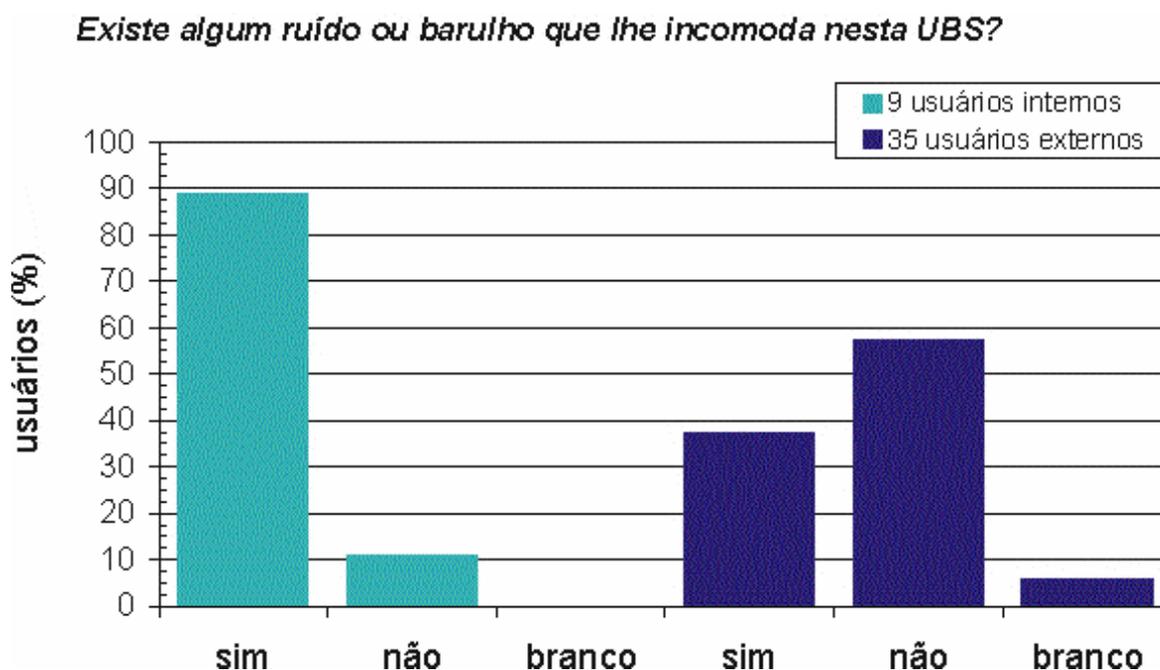


Figura 4.27: Gráfico sobre a percepção e incômodo quanto ao ruído externo.

No gráfico abaixo (Figura 4.28) foi exposto se o usuário acredita na existência de alguma solução que possa solucionar ou amenizar os ruídos recebidos ou emitidos pela unidade de saúde. Mesmo quando os entrevistados acreditavam que era possível solucionar esta questão, muitos destes não sabiam detectar qual o tipo de solução poderia ser aplicada. A solução mais apontada pelos usuários foi a conscientização dos próprios usuários em relação ao silêncio.

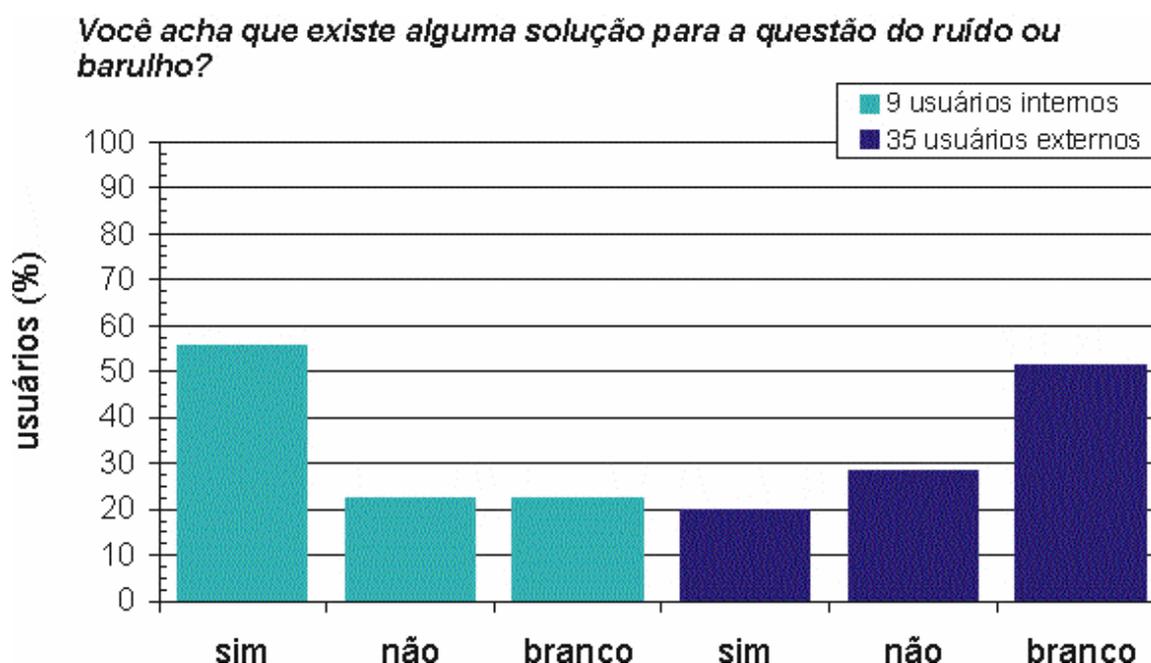


Figura 4.28: Gráfico sobre a opinião sobre a solução para questão do ruído.

A questão seguinte é relacionada à privacidade da fala dentro dos consultórios, atuando tanto como fonte como receptor. Considerando o consultório como receptor ao ruídos, as perguntas objetivaram identificar qual a possibilidade de se ouvir algum ruído externo, qual o grau de incômodo e o quanto este ruído é amenizado quando se fecham portas ou janelas (Figura 4.29). Avaliando o mesmo como fonte sonora, verificou-se a relação do ambiente interno com corredores e salas vizinhas (Figura 4.30).

Através do gráfico (Figura 4.29) nota-se uma disparidade de percepções, uma vez que não foi detectado nenhum ruído por mais de 80% dos usuários externos, enquanto que mais da metade dos profissionais percebem este ruído e 44% o consideram com alto grau de incômodo. O ruído mais destacado também foi o produzido pelos aparelhos de nebulização (modelo residencial).

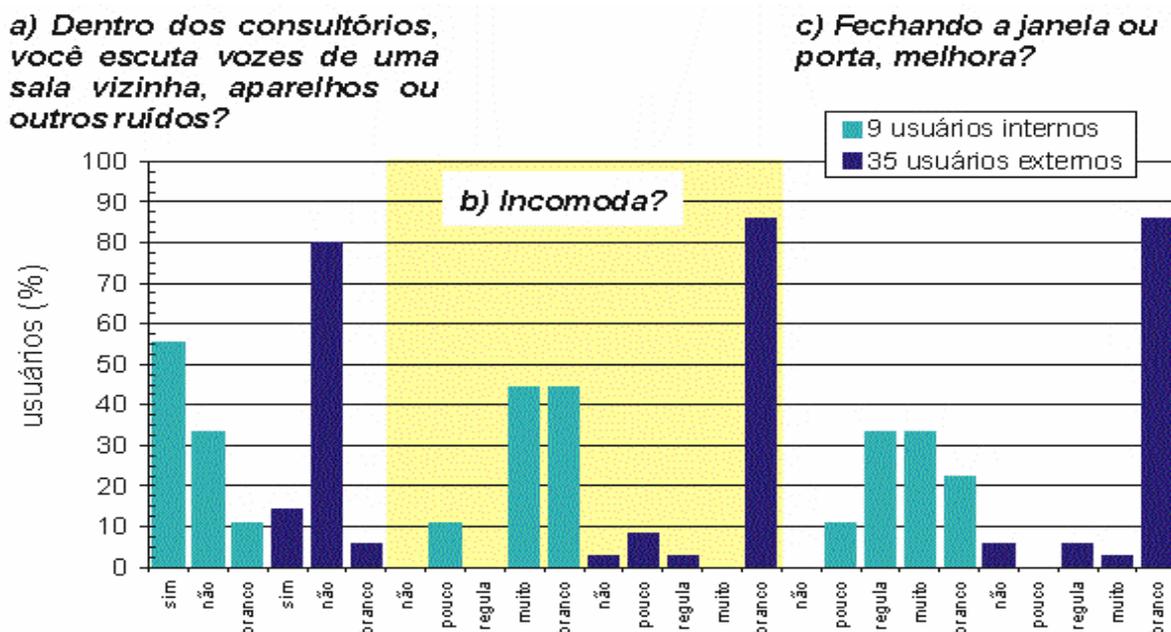


Figura 4.29: Gráfico sobre a privacidade da fala nos consultórios atuando como receptor.

Outra diferença acentuada entre as percepções dos usuários internos dos externos é demonstrada através do gráfico abaixo (Figura 4.30), onde 67% dos usuários internos acreditam ser comprometida a privacidade da fala no interior dos consultórios, estando uma pessoa localizada no corredor, conforme entrevista. No caso dos usuários externos, apenas 17% acreditam ser possível uma pessoa do lado de fora escutar o que se diz dentro dos consultórios. Também por estes usuários, o único local apontado como possível ponto de escuta foi o corredor.

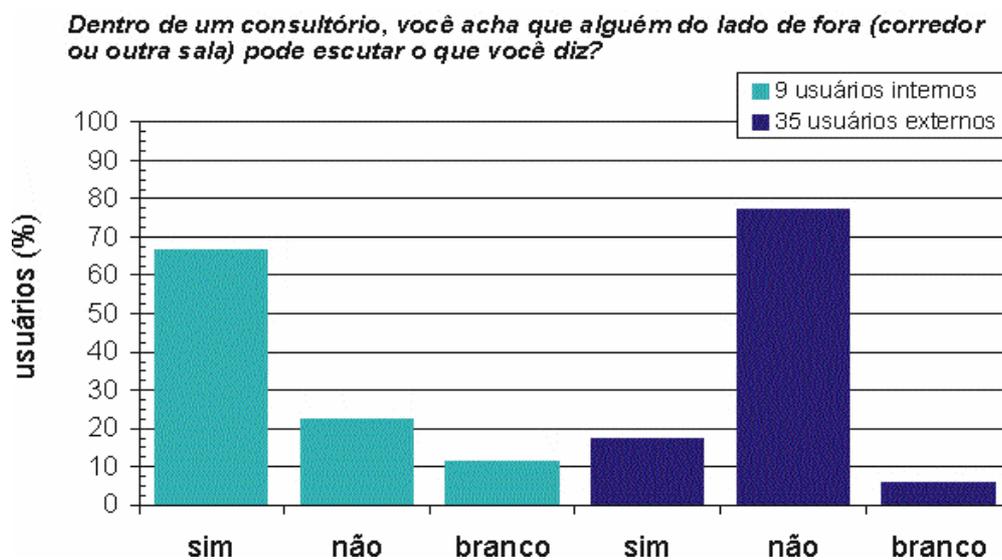


Figura 4.30: Gráfico sobre a privacidade da fala nos consultórios atuando como fonte

Além das questões relacionadas ao ruído e privacidade da fala, outro enfoque dado foi à inteligibilidade da palavra, onde se buscou questionar se o usuário sentia a necessidade de elevar o nível de intensidade sonora da voz para ser compreendido. A partir deste momento, as questões foram direcionadas a ambientes específicos tais como a sala de nebulização, sala de grupos e área de recepção e espera. Apesar da sala de odontologia estar relacionada no questionário (vide Anexo - 1), esta questão não foi respondida pelos usuários, uma vez que este ambiente ainda não se encontra em funcionamento.

O ruído produzido sala de nebulização, é de elevado incômodo para 44% dos usuários internos. Atualmente, os consultórios são considerados bem localizados, pois apenas 11% destes consideram este ruído em questão como de baixo incômodo. Os usuários internos que consideram o ruído da sala de nebulização como elevado e baixo incômodo, os quais totalizam-se em 55%, definem que quando o ambiente é fechado por portas ou janelas, há uma melhoria na qualidade sonora. Percebe-se também (Figura 4.31) a necessidade de elevar o nível de intensidade da voz para efetuar a comunicação verbal neste local. Grande parte dos usuários externos entrevistados não respondeu a esta pergunta, seja por nunca utilizar este serviço ou por não perceber qual é o ruído específico produzido naquele ambiente.

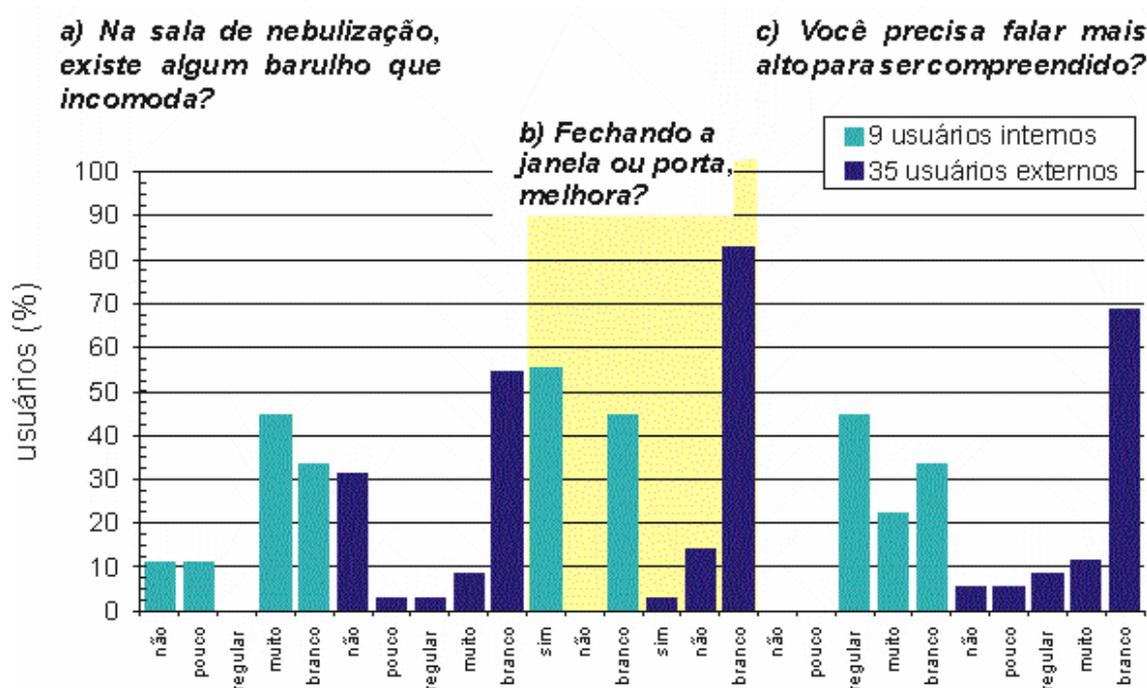


Figura 4.31: Gráfico sobre avaliação acústica da sala de nebulização.

Na sala de atendimento a grupos, verificou-se que 55% dos usuários internos consideram o ruído ali produzido como de alto incômodo, porém, não se pode afirmar que este ambiente seja mais ruidoso que a sala de nebulização, uma vez que a afirmação de que este ruído não incomoda é o dobro (22%) do percentual destes usuários em relação à sala de nebulização.

Outro fator a ser considerado é o tipo de ruído produzido em cada ambiente, onde um é proveniente de equipamentos e outro por pessoas, o que é psicologicamente diferenciado no grau de incômodo. Como exemplo, uma música a 75 dB<sub>(A)</sub> pode incomodar menos que duas pessoas discutindo ou uma criança chorando a 72 dB<sub>(A)</sub>. A percepção deste fato é refletida na baixa necessidade de elevar o nível sonoro da voz para efetuar a compreensão da palavra (Figura 4.32). Nota-se também uma melhora considerável quando se fecha portas ou janelas deste ambiente.

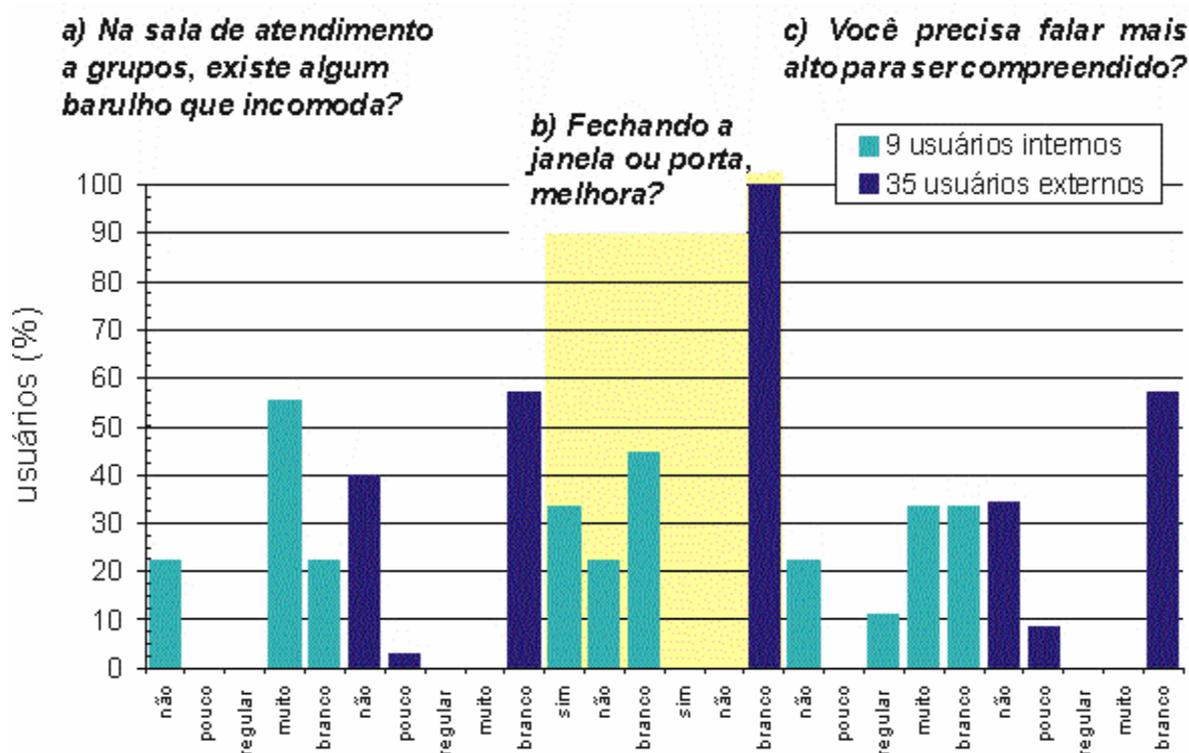


Figura 4.32: Gráfico sobre avaliação acústica da sala de grupos.

O setor de recepção e espera foi considerado como o mais crítico da unidade, pois as entrevistas realizadas atestaram que 56% dos usuários internos e 20% dos usuários externos consideram o ruído ali produzido como de alto incômodo. A Figura 4.33 mostra também que não existe melhoria quando fecham-se portas ou janelas e, principalmente por parte dos usuários internos, é necessário elevar consideravelmente o nível de intensidade da voz para boa compreensão da palavra falada.

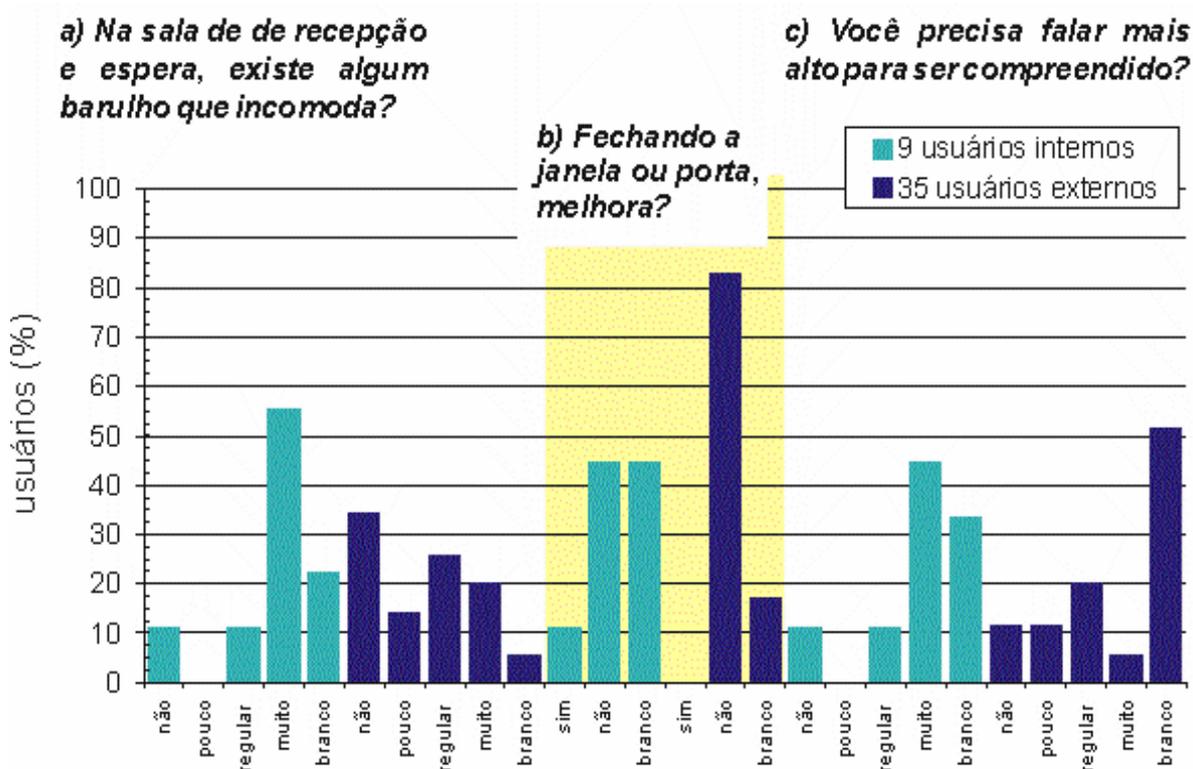


Figura 4.33: Gráfico sobre avaliação acústica da área de recepção e espera.

#### 4.1.6 Análise dos dados coletados e propostas de soluções acústicas.

Antes de avaliar acusticamente a UBS Vila Esperança como um todo, é necessário analisar os quatro setores de maior enfoque dos dados destacados tanto na avaliação física quanto na comportamental. São estes: o setor de recepção e espera, a sala de atendimento a grupos, a sala de nebulização e consultórios clínicos.

**a) Recepção e espera:**

Na área de recepção e espera, nos três períodos de funcionamento (manhã, tarde e noite) não se encontrou maiores problemas em relação ao ruído. Apesar de apresentar ruídos médios e equivalentes abaixo de 75 dB<sub>(A)</sub> conferidos na avaliação física, houve maior exigência por parte dos profissionais (usuários internos) que atuam neste setor no que se refere à qualidade acústica deste setor. Esta reivindicação se deu devido à responsabilidade e necessidade de concentração destes profissionais para a realização dos serviços ali atribuídos.

Assim sendo, além dos níveis sonoros coletados é importante verificar o tempo de reverberação (TR) neste local. Como toda informação verbal transmitida pela recepção ocorre no balcão de atendimento voltado para a sala de espera, não se fez necessário efetuar o cálculo do TR no interior deste ambiente para o presente estudo. Ao realizar este cálculo para a sala de espera, simulou-se  $\frac{3}{4}$  de cadeiras ocupadas e uma das portas de acesso à unidade mantida fechada, situação encontrada durante as medições técnicas e entrevistas. O enfoque dado neste caso é o condicionamento acústico para a faixa de frequência da palavra falada, compreendida em sua maior parte entre 500Hz e 2000Hz, conforme verificado na tabela abaixo (Figura 4.34):

SUPERFÍCIES - MATERIAIS	S (m <sup>2</sup> )	$\alpha$		S. $\alpha$	
		500	2000	500	2000
Piso - Granilite	31.76	0.01	0.02	0.32	0.64
Porta entrada 1 - vidro (fonte: General Building Mater)	5.83	0.1	0.07	0.58	0.41
Porta entrada 1 - Vão de abertura (passagem)	3.05	1	1.00	3.05	3.05
Porta entrada 2 - vidro (fonte: General Building Mater)	3.36	0.1	0.07	0.34	0.24
Portas (3) - madeira	5.67	0.06	0.1	0.34	0.57
Teto - laje + massa pintada	31.76	0.02	0.02	0.64	0.64
Paredes - alvenaria pintada	29.5	0.02	0.02	0.59	0.59
Cadeira estofada, com tecido, vazias - unidade	4	0.2	0.25	0.80	1.00
Cadeiras ocupadas - unidade	12	0.44	0.46	5.28	5.52
Vão do guichê de atendimento	3.2	1	1	3.20	3.20
Vão de acesso aos demais setores da UBS	3	1	1	3.00	3.00
Guichê farmácia - vidro	0.5	0.1	0.07	0.05	0.04
Guichê farmácia - vão de abertura	0.15	1	1	0.15	0.15
Quadro de feltro 1 (90X60cm)	0.54	0.18	0.55	0.10	0.30
Quadro de feltro 2 (90X40cm)	0.36	0.18	0.55	0.06	0.20
Barra de madeira (13cm) sobre alvenaria	3.16	0.05	0.04	0.16	0.13
<b>SOMATÓRIOS</b>	<b>137.84</b>			<b>18.65</b>	<b>19.65</b>
<b><math>\alpha_m (\sum S\alpha / \sum S)</math></b>				<b>0.14</b>	<b>0.14</b>

Figura 4.34: Tabela de cálculo do TR da sala de espera com uma das portas de acesso mantida fechada.

Para o cálculo do TR, a partir do valor do coeficiente médio de absorção sonora ( $\alpha_m$ ) encontrado em cada frequência, são utilizadas as fórmulas de Sabine ( $\alpha_m \leq 0,30$ ) ou Eyring ( $\alpha_m > 0,30$ ):

$$\alpha_{m500} = 0,12 < 0,30 \rightarrow \text{Equação de Sabine}$$

$$\alpha_{m2000} = 0,13 < 0,30 \rightarrow \text{Equação de Sabine}$$

Conforme verificado anteriormente na tabela de Beranek (Figura 2.22), o TR ideal em 500 Hz é igual a 0,7 segundos para a palavra falada em um volume abaixo de 250 m<sup>3</sup>. Através deste dado, é possível encontrar o TR ideal para a frequência de 2000 Hz, que é o mesmo valor do TR ideal em 500Hz. Em uma situação em que seja necessária a obtenção do valor do TR ideal em 125Hz, basta multiplicar o TR ideal de 500 Hz por 1,4.

**Em 500 Hz:**

$$TR_{500} = \frac{(0,161 \cdot 88,93)}{18,65} \rightarrow \mathbf{0,77 \text{ segundos em 500 Hz}}$$

Como o TR ideal é de 0,7 s em 500Hz e o TR obtido de 0,77 s está dentro do limite de tolerância de 10%, a sala é considerada satisfatória nesta frequência.

**Em 2000 Hz:**

$$TR_{2000} = \frac{(0,161 \cdot 88,93)}{19,65} \rightarrow \mathbf{0,73 \text{ segundos em 2000 Hz}}$$

Como o TR ideal é de 0,7 s em 2000 Hz e o TR obtido de 0,73 s está dentro do limite de tolerância de 10%, a sala é considerada satisfatória nesta frequência.

Mesmo sem nenhum projeto acústico destinado para o setor de espera, este se encontra em situação de condicionamento acústico satisfatório para o que se destina. Mesmo assim, é importante lembrar que uma das duas portas de acesso são sempre mantidas fechadas e afetam na qualidade de ventilação natural deste ambiente. Quando estas estiverem abertas também não irão comprometer o condicionamento acústico interno, uma vez que, nas duas frequências analisadas o TR obtido ultrapassou o valor ideal. Portanto, ao aumentar a área absorvedora, este número irá reduzir, chegando mais próximo do valor ideal.

Na sala de espera, ressalta-se não só a qualidade acústica, mas também a adequada disposição deste ambiente em relação a outros. Considerado como uma fonte de ruído em potencial em todas as unidades de saúde, o setor de espera desta UBS foi locado de forma estratégica a preservar tanto os consultórios quanto promover a privacidade da fala na sala de atendimento a grupos.

***b) Sala de atendimento a grupos:***

Na sala de atendimento a grupos, de acordo com as atividades exercidas, constata-se uma necessidade de promover a privacidade e a inteligibilidade da palavra falada neste ambiente. Como visto anteriormente através da avaliação técnico-construtiva, a privacidade acústica deste local é satisfatória. De acordo com a avaliação comportamental, a sala de atendimento a grupos também foi considerada satisfatória. Mas, verificou-se uma insatisfação por parte dos usuários internos no que se refere à questão da inteligibilidade da palavra.

Verificou-se então, o tempo de reverberação deste local (Figura 4.35). Para tanto, criou-se uma situação hipotética de ocupação com doze pessoas sentadas e duas pessoas em pé. Todo mobiliário encontrado atualmente nesta sala foi inserido para a realização do cálculo, exceto o aparelho de TV e algumas caixas de papelão depositadas naquele espaço, as quais não estavam previstas no projeto original.

Em todas as visitas realizadas na UBS, a porta de acesso externo encontrava-se aberta, mesmo com a sala em pleno funcionamento, ou seja, havendo reuniões com a comunidade ou grupos específicos. Esta possibilidade é dada pela localização desta abertura, cerca de 20 metros depois do acesso à recepção e 2 metros aproximadamente acima do nível da rua, garantindo a privacidade visual.

SUPERFÍCIES - MATERIAIS	S (m <sup>2</sup> )	$\alpha$		S. $\alpha$	
		500	2000	500	2000
Piso - Granilite	26.86	0.01	0.02	0.27	0.54
Porta entrada 1 - vidro (fonte: General Building Mater	2.5	0.1	0.07	0.25	0.18
Porta entrada 1 - Vão de abertura (passagem)	1.82	1	1.00	1.82	1.82
Janela aberta	0.88	1	1.00	0.88	0.88
Janela fechada	0.44	0.1	0.02	0.04	0.01
Portas (3) - madeira	3.78	0.06	0.1	0.23	0.38
Teto - laje + massa pintada	26.86	0.02	0.02	0.54	0.54
Paredes - alvenaria pintada	9.72	0.02	0.02	0.19	0.19
Adulto em pé	2	0.44	0.46	0.88	0.92
Cadeira estofada, com tecido, vazias - unidade	5	0.2	0.25	1.00	1.25
Cadeiras ocupadas - unidade	12	0.44	0.46	5.28	5.52
Cadeira revest. em couro sintético, vazias - unidade	7	0.15	0.07	1.05	0.49
Duas mesas de madeira polida r=90 cada	1.26	0.16	0.35	0.20	0.44
Quadro de feltro 1 (90X60cm)	0.54	0.18	0.55	0.10	0.30
Armário em metal	5.12	0.1	0.08	0.51	0.41
Barra de madeira (13cm) sobre alvenaria	2.94	0.05	0.04	0.15	0.12
<b>SOMATÓRIOS</b>	<b>108.72</b>			<b>13.39</b>	<b>13.98</b>
$\alpha_m (\sum S\alpha / \sum S)$				<b>0.12</b>	<b>0.13</b>

Figura 4.35: Tabela de cálculo do TR da sala de atendimento a grupos.

$$\alpha_{m500} = 0,12 < 0,30 \rightarrow \text{Equação de Sabine}$$

$$\alpha_{m2000} = 0,13 < 0,30 \rightarrow \text{Equação de Sabine}$$

Acompanhando a mesma situação da sala de espera, na sala de atendimento a grupos o TR ideal em 500 Hz e 2000Hz também são iguais a 0,7 segundos para a palavra falada.

#### **Em 500 Hz:**

$$TR_{500} = \frac{(0,161 \cdot 75,23)}{13,39} \rightarrow \mathbf{0,91 \text{ segundos em 500 Hz}}$$

Como o TR ideal é de 0,7 s em 500Hz e o TR obtido de 0,90 s está acima do limite de tolerância de 10%, a sala é considerada reverberante nesta frequência.

#### **Em 2000 Hz:**

$$TR_{2000} = \frac{(0,161 \cdot 75,23)}{13,98} \rightarrow \mathbf{0,87 \text{ segundos em 2000 Hz}}$$

Como o TR ideal é de 0,7 s em 2000 Hz e o TR obtido de 0,87 s está acima do limite de tolerância de 10%, a sala é considerada reverberante nesta frequência.

Como o tempo de reverberação é superior nas duas frequências analisadas, Verifica-se a necessidade de condicionamento acústico neste ambiente. Tratando as Unidades Básicas de Saúde com o um equipamento público, a preocupação com gastos de materiais e mão-de-obra é de alta relevância. Ao considerar este fato, a adaptação aqui sugerida é o revestimento de apenas 4 m<sup>2</sup> da superfície do teto com placas absorvedoras acústicas (Figura 4.36). Estas devem ser distribuídas diretamente sobre o local destinado a maior concentração de pessoas.

SUPERFÍCIES - MATERIAIS	S (m2)	$\alpha$		S. $\alpha$	
		500	2000	500	2000
Piso - Granilite	26.86	0.01	0.02	0.27	0.54
Porta entrada 1 - vidro (fonte: General Building Mater	2.5	0.1	0.07	0.25	0.18
Porta entrada 1 - Vão de abertura (passagem)	1.82	1	1.00	1.82	1.82
Janela aberta	0.88	1	1.00	0.88	0.88
Janela fechada	0.44	0.1	0.02	0.04	0.01
Portas (3) - madeira	3.78	0.06	0.1	0.23	0.38
Teto - laje + massa pintada	12.86	0.02	0.02	0.26	0.26
Teto - placa roc 45mm (Illbruck/sonex)	4	1	0.91	4.00	3.64
Paredes - alvenaria pintada	9.72	0.02	0.02	0.19	0.19
Adulto em pé	2	0.44	0.46	0.88	0.92
Cadeira estofada, com tecido, vazias - unidade	5	0.2	0.25	1.00	1.25
Cadeiras ocupadas - unidade	12	0.44	0.46	5.28	5.52
Cadeira revest. em couro sintético, vazias - unidade	7	0.15	0.07	1.05	0.49
Duas mesas de madeira polida r=90 cada	1.26	0.16	0.35	0.20	0.44
Quadro de feltro 1 (90X60cm)	0.54	0.18	0.55	0.10	0.30
Armário em metal	5.12	0.1	0.08	0.51	0.41
Barra de madeira (13cm) sobre alvenaria	2.94	0.05	0.04	0.15	0.12
<b>SOMATÓRIOS</b>	<b>98.72</b>			<b>17.11</b>	<b>17.34</b>
$\alpha_m (\sum S\alpha / \sum S)$				<b>0.17</b>	<b>0.18</b>

Figura 4.36: Tabela de adequação acústica do TR da sala de atendimento a grupos.

#### **Em 500 Hz:**

$$TR_{500} = \frac{(0,161 \cdot 75,23)}{17,11} \rightarrow 0,70 \text{ segundos em 500 Hz}$$

17,11

Como o TR ideal é de 0,7 s em 500Hz e o TR obtido também é de 0,7 s, este ambiente torna-se satisfatório nesta frequência.

**Em 2000 Hz:**

$$TR_{2000} = \frac{(0,161 \cdot 75,23)}{17,34} \rightarrow \mathbf{0,70 \text{ segundos em 2000 Hz}}$$

Como o TR ideal é de 0,7 s em 2000Hz e o TR obtido também é de 0,7 s, este ambiente torna-se satisfatório nesta frequência.

Pode-se concluir que com um gasto inexpressivo de mão-de-obra e material acústico, neste caso 4 m<sup>2</sup>, é possível transformar a atual sala de atendimento a grupos em uma situação acústica ideal para o exercício das atividades propostas para este espaço.

**c) Sala de nebulização**

A sala de nebulização foi considerada como um dos ambientes mais críticos da UBS Vila Esperança. Com  $L_{Aeq}$  encontrado igual a 78 dB<sub>(A)</sub>, este local foi considerado desconfortável acusticamente, uma vez que, para qualquer situação ou atividade, acima de 75 dB<sub>(A)</sub> o ruído passa a ser um agente de desconforto. Além disto, o ruído no local destinado para os compressores hospitalares de ar comprimido, quando em uso, poderá comprometer as atividades exercidas nos consultórios, como visto anteriormente na avaliação técnico-construtiva.

Propõe-se, então, um novo local para a locação destes compressores, próximo à sala de atendimento a grupos (Figura 4.36), isolado acusticamente com paredes duplas de tijolos maciços e locando o equipamento sobre uma base de neopreme de 15 mm a fim de absorver os ruídos de impactos transmitidos pelo piso promovidos pelo compressor em funcionamento.

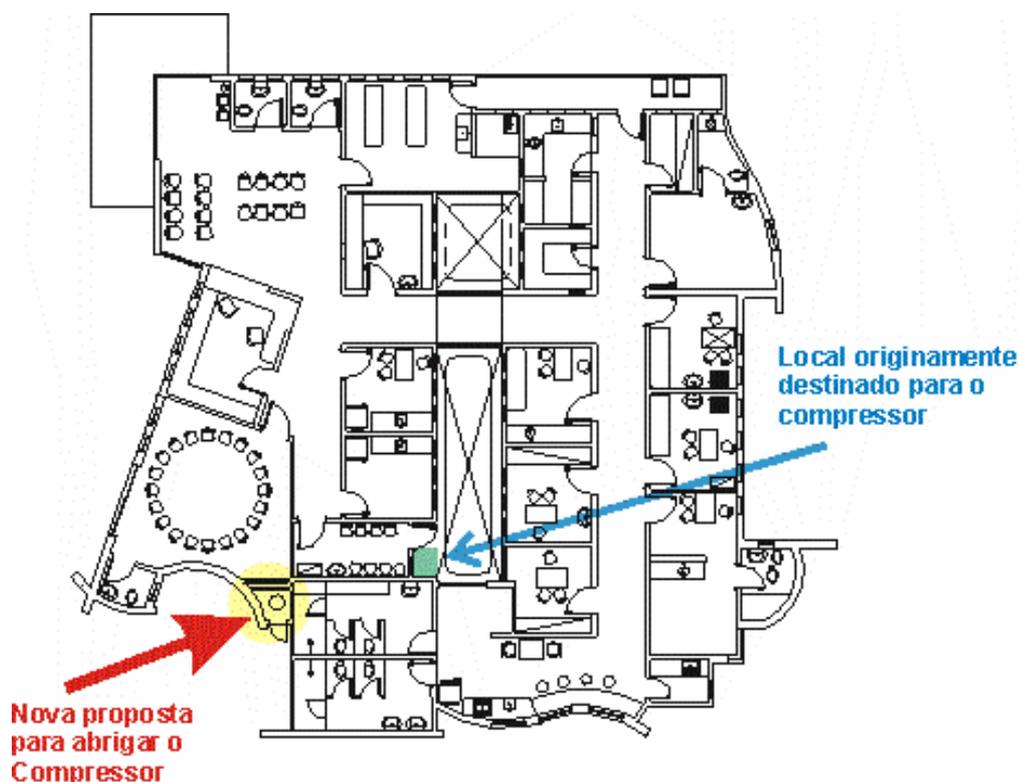


Figura 4.36: Nova instalação para o compressor de nebulização.

#### **d) Consultórios clínicos**

Uma das situações apontadas na avaliação técnico-construtiva foi a possível interferência sonora do corredor do bloco clínico para o interior dos consultórios. Já havia sido apontado anteriormente nas entrevistas com os usuários da unidade que este não era considerado um problema em potencial. Mesmo assim, foi verificado o TR dos corredores, o qual constatou-se os corredores ultrapassam os níveis aceitáveis da tabela de Beranek (Figura 2.22), considerado-o reverberante.

Mesmo assim, este estudo não foi aprofundado pelo fato deste ambiente ser apenas um espaço de transição, ou seja, não é um local de permanência. Além de não necessitar de uma precisão no condicionamento acústico para inteligibilidade da palavra falada, os custos para a inserção de materiais absorvedores não justificariam a eficiência atingida no interior dos consultórios. A título de aprofundamento desta análise, encontra-se disponível no Anexo-2 deste trabalho, o cálculo do TR do corredor de acesso aos consultórios.

Entretanto, os consultórios clínicos da UBS Vila Esperança são ambientes onde a qualidade acústica é comprometedor. Não se trata do condicionamento acústico deste ambiente, nem da privacidade da fala em relação a outros consultórios. Mas o maior problema encontrado foi quando os consultórios foram considerados como receptores de ruídos externos à unidade de saúde.

Conforme visto anteriormente, através das avaliações técnico-construtiva, objetiva e comportamental, é necessário isolar acusticamente estes ambientes do ruído produzido na praça em utilização. A inserção de alguns obstáculos (como muros), é uma proposta eficiente, que além de servir como barreiras acústicas, podem ter também a função de omitir equipamentos indesejáveis, como containeres de lixo ou o próprio corredor de acesso aos consultórios (Figura 4.37).



Figura 4.37: Proposta de inserção de barreira acústica para a UBS Vila Esperança.

A proposta sugerida acima consiste na inserção de um muro em alvenaria em tijolo maciço de 10 cm, com capacidade de redução de até 45 dB na frequência de 500 Hz, como visto anteriormente (Figura 2.32).

Este anteparo fará a função de proteção acústica para o interior dos consultórios. É importante verificar que este novo elemento mantém, assim como na concepção desta UBS, a linguagem lúdica da concepção da UBS com a praça, através da aplicação de cores que compõe tanto os equipamentos da praça (brinquedos) quanto a própria unidade.



se enquadrar como Unidade Básica de Saúde que, entre outros, também contempla o Programa Saúde da Família (PSF).

Neste contexto de funcionamento como unidade de saúde, esta passou por diversas pequenas intervenções (Figura 4.39) que resultaram em transformações espaciais, construtivas e ampliações na edificação, tal qual ocorreu setembro de 1996, quando se buscava abrigar, em área estendida, a farmácia, o expurgo, o depósito de material de limpeza e a central de marcação de consultas (CMC).

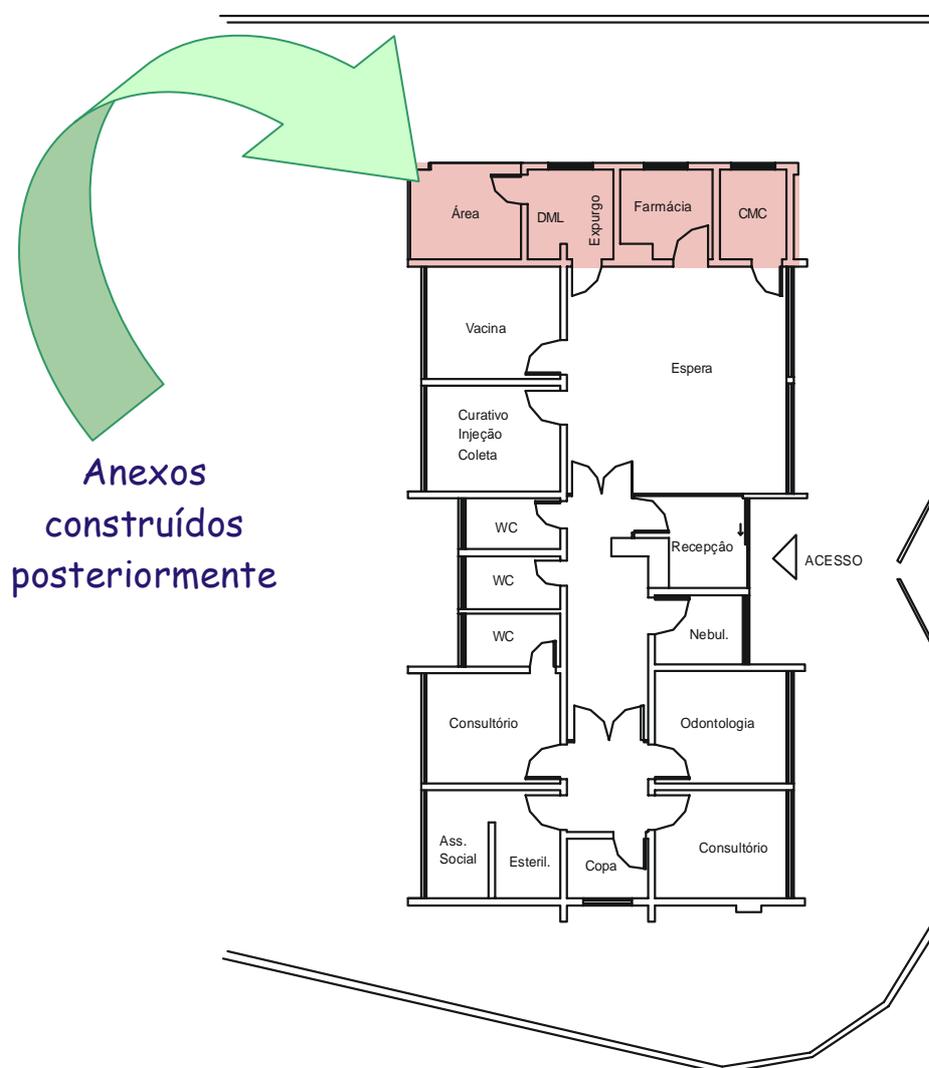


Figura 4.39 – Planta baixa da antiga UBS Milho Branco já com as alterações ocorridas em 1996.

Contudo, num primeiro momento não ocorriam preocupações com relação ao refinamento de sua arquitetura para atender a exigências funcionais, tanto de trabalho, quanto normativas e legais. Entretanto, no início do século XXI, segundo entrevista com o arquiteto, por meio de exigências do Ministério da Saúde e estudos acadêmicos da arquitetura, há uma orientação de adequação desta unidade às novas exigências de normas da vigilância sanitária e outras, mas principalmente a RDC-50 / 2002, e de funcionamento dos serviços, dado o relatório do projeto de extensão intitulado Arquitetura e Urbanismo na Secretaria de Saúde de Juiz de Fora.

Isto resultou num projeto de adequação da UBS através de desenvolvimento da sua arquitetura pelo Prof. Gustavo Abdalla, que foi executado parcialmente em setembro de 2004, observado que por contingência orçamentária, ocorreu a necessidade de cortes de áreas na arquitetura proposta. O que não foi construído neste projeto, encontra-se destacado em vermelho na planta abaixo (Figura 4.40).

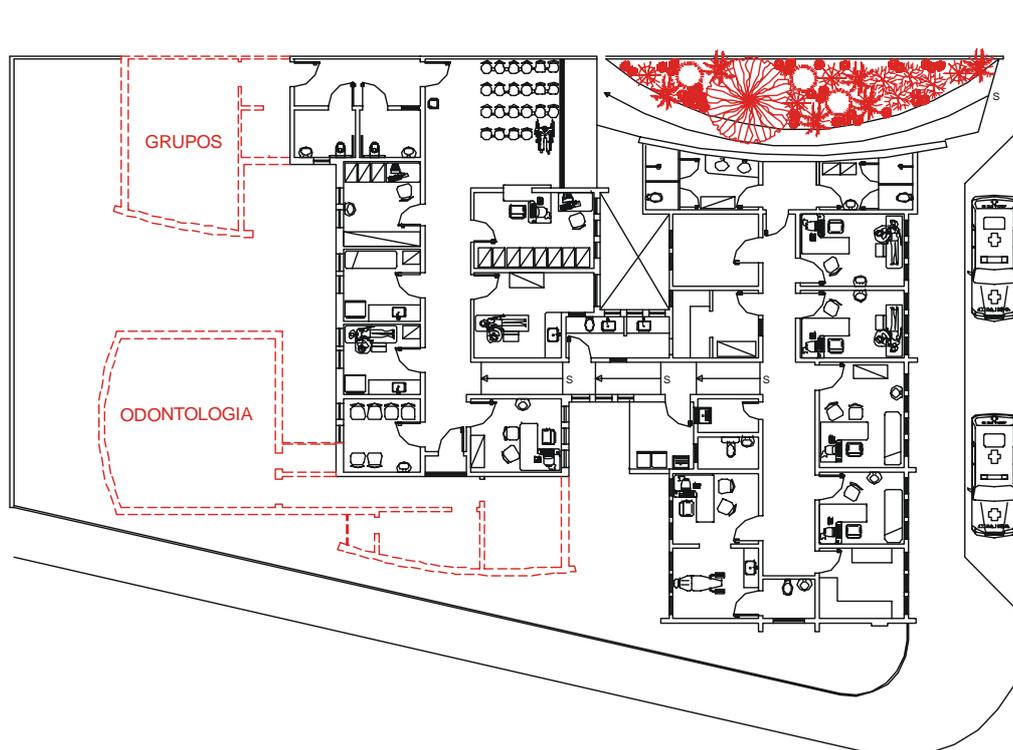


Figura 4.40 – Planta baixa da atual UBS Milho Branco.

Para maior clareza na análise da proposta arquitetônica desta unidade, é disponibilizada no Anexo - 3 do presente trabalho, uma planta baixa em formato A3 do que fora demolido, construído e não construído até o presente momento.

A área geograficamente pré-definida para controle da bio-estatística e epidemiologia em saúde desta unidade foi programada para uma população de abrangência entre 6.000 e 9.000 pessoas. Esta população é assistida atualmente por 03 equipes do PSF, isto é, cada uma composta por 01 médico, 01 enfermeiro, 04 agentes comunitários de saúde e 01 profissional de apoio. O profissional dentista já é obrigatório na equipe a partir do ano de 2005, mas ainda não está formalizado como será sua participação no PSF em Juiz de Fora. Contudo, mesmo desvinculado do PSF, o serviço odontológico se encontra ativo na UBS Milho Branco.

Segundo a gerente da unidade, o atendimento médio é de 36 consultas ao dia, as quais normalmente ocorrem no período da manhã. No período da tarde ocorrem as reuniões de grupos (alcoólicos anônimos, saúde da família, Doenças sexualmente transmissíveis, etc.), mas em outro ambiente, ou seja, fora da unidade. No período da noite, o atendimento começa pela marcação de consultas às 18:00 H e atendimento destes. Raramente a unidade permanece aberta até às 22:00 H, fechando logo após o atendimento da última consulta marcada no período da noite.

#### 4.2.2 Descrição e Análise do Projeto Arquitetônico

A UBS de Milho Branco (Figura 4.41) seguiu a mesma filosofia funcional dos cinco setores e dos ambientes que compõe cada um deles na unidade de Vila Esperança, tendo em vista que Milho Branco foi um projeto desenvolvido quase um ano depois do primeiro.



Figura 4.41 – Vista da fachada frontal da UBS Milho Branco.

Outra semelhança destacada entre as duas unidades de saúde é a concepção funcional de setorização por blocos. Na Unidade de Milho Branco, cada bloco apresenta uma característica funcional própria, isto é, fundamentalmente, atende aos serviços de atenção básica no bloco de acesso principal e às necessidades ambulatoriais e do PSF no outro bloco (Figura 4.42). O que a difere da unidade de Vila Esperança é o fato de propor isoladamente dois anexos, um para sala de grupos e outro para o atendimento odontológico, contudo, anexos que não foram construídos.

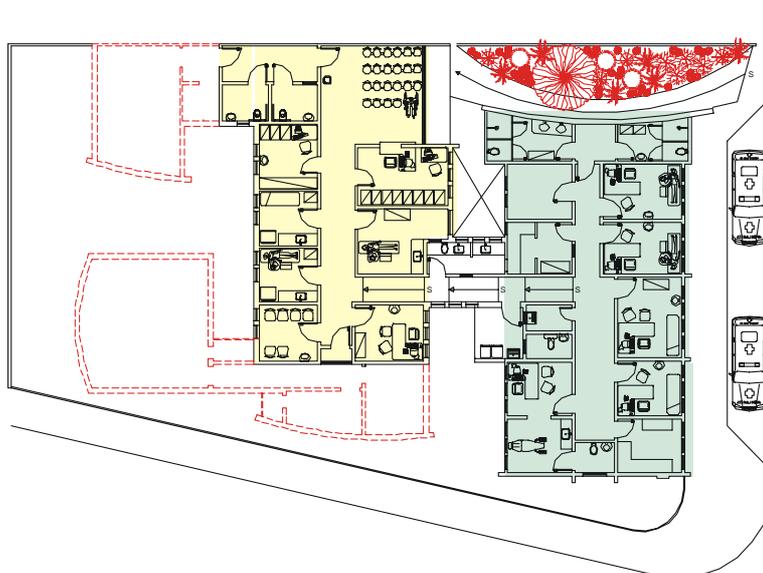


Figura 4.42 – Blocos que compõe a UBS Milho Branco.

Esteticamente, a unidade não busca romper com o projeto original da década de 1980. Não é possível identificar ao simples olhar externo da edificação, qual é a construção original da década de 1980 e qual é o anexo construído em 2003 (Figura 4.43).



Figura 4.43 – Vista dos blocos que compõe a UBS Milho Branco e acesso alternativo proposto.

Outra diferença está no fato de ser uma unidade reformada, remodelada e expandida. Aproveitou-se praticamente toda a construção existente, demolindo-se apenas alguns poucos metros quadrados. Por meio de comunicações pessoais com o arquiteto Abdalla, esta foi a primeira unidade projetada nos moldes do PROESF, onde o Ministério da Saúde (MS) tem como uma das exigências para o cumprimento do programa que as unidades não devem ser construções novas, isto é, podem ser projetos de reforma, ampliação ou ambos em unidades já existentes e de propriedade das prefeituras.

Mais do que isto, segundo o arquiteto, o MS não permitiu que a obra, qualquer que fosse ela, ultrapasse o valor de R\$ 150.000,00 (valores da época). Tais características normativas do programa do MS foram apontadas como um dos principais fatores para a não execução do projeto completo.

Internamente, foi aproveitada a construção original para alocar o bloco de ambulatorios e PSF, onde se encontra, então, principalmente consultórios da equipe de saúde e consultórios especializados, inclusive adaptando-se o consultório odontológico (Figura 4.44), visto que não foi construído o anexo previsto para esta finalidade. Além disto, está neste bloco o setor de apoio aos funcionários. No bloco novo estão os serviços de atenção básica (curativo, farmácia, nebulização, vacina, coleta/injeção). Naturalmente, segundo a concepção do projetista, este bloco serve de acesso principal para usuários internos e externos, para tanto apresenta uma sala de espera, a recepção e a CMC, além dos sanitários públicos. Como ligação entre os blocos, seguindo os mesmos princípios de Vila Esperança, estão as áreas de apoio técnico.

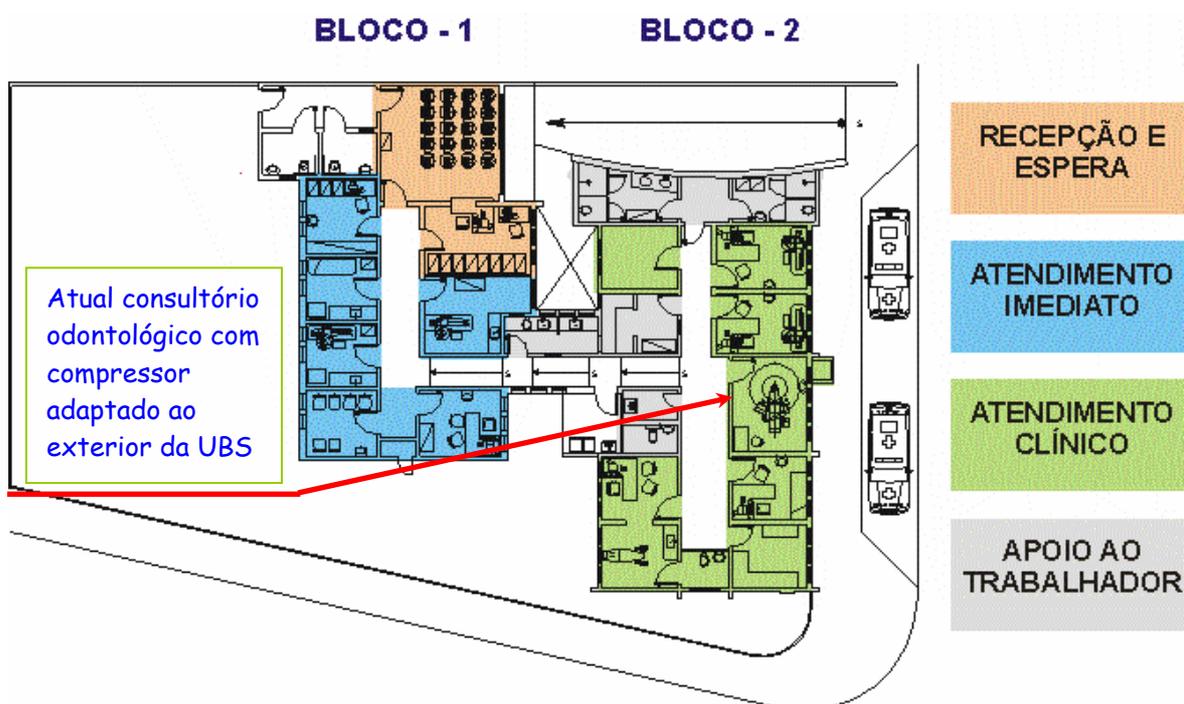


Figura 4.44 – Setorização da UBS Milho Branco.

Cabe ressaltar que, construtivamente, coube ao arquiteto seguir as normas do ministério da saúde, tanto nos aspectos de fluxos de biossegurança, quanto no que diz respeito a materiais e instalações ordinárias. Contudo, ocorreram modificações significativas a este respeito, também por conta de redução de custos da obra, tais como, substituição das esquadrias de alumínio por ferro e troca de peças de granito para pias e balcões por peças de ardósia polidas. Aparentes simplificações sem conseqüências para o bom funcionamento da unidade, que vem mostrando problemas que afetam a biossegurança e o conforto dos usuários.

### 4.2.3 Avaliação técnico-construtiva - Descrição dos materiais de acabamento e distribuição do layout

Considerando ambientes como fontes e/ou receptores de ruído, além da questão da concentração nos serviços prestados e do tempo de permanência, foram analisadas as áreas de recepção e espera, atendimento clínico programado (consultórios) e a sala de nebulização, locada no atendimento imediato. Ressalta-se que nesta unidade não existe a sala de atendimento a grupos.

**a) Área de recepção e espera:**

O setor de recepção e espera atua como ambiente de atendimento prévio e triagem para as áreas de atendimento imediato e atendimento clínico, estes últimos, situados no bloco posterior. O piso em toda unidade é composto por granilite, com exceção do piso do corredor de acesso ao bloco que abriga o atendimento clínico programado que é em borracha antiderrapante, do tipo plurigoma. O mobiliário do setor de espera é composto por cadeiras de PVC voltadas para a recepção (Figura 4.45). As paredes são em alvenaria pintada, e a que está locada a entrada da UBS é dotada de grandes vãos envidraçados e porta de acesso também em vidro.

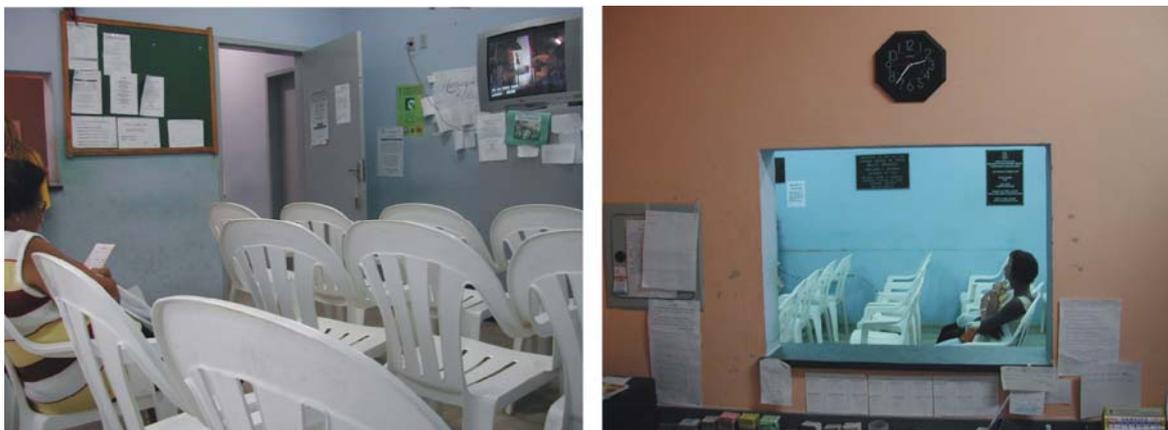


Figura 4.45 - Área de recepção e espera (vista do ambiente e vista pela sala de espera)

É relevante lembrar que a não execução da sala de atendimento a grupos com acesso independente, diminui a possibilidade de uma ventilação cruzada na sala de espera. Além disto, o tipo de esquadrias (básculas), o material (ferro) e a falta de manutenção das janelas e portas deste ambiente também comprometem o conforto dos usuários neste ambiente. Atualmente, as janelas encontram-se defeituosas, onde só uma das oito aberturas pode ser aberta. O mesmo acontece com a porta de acesso, que foi originalmente projetada para promover uma passagem de 1,20 m, só mantém aberta metade desta abertura, ou seja, 60 cm (Figura 4.46).



Figura 4.46 – Vista externa e interna da atual situação das aberturas na fachada de acesso à unidade.

Nesta situação, a ventilação cruzada na sala de espera é praticamente inexistente, comprometendo não só a biossegurança, mas também o conforto térmico na sala de espera, como será possível comprovar, adiante, através da avaliação comportamental. Quanto ao conforto acústico, com as janelas e portas fechadas, aumenta-se a quantidade de área refletora acústica e diminui a área de superfícies absorventes, podendo este espaço se tornar inadequado para boa compreensão da palavra falada.

#### **b) Atendimento clínico programado (consultórios):**

Atualmente, os consultórios recebem influência considerável do ruído externo, seja de trânsito ou pessoas conversando. Com a localização da unidade próxima a uma escola, tanto a entrada ou saída dos alunos do colégio atrapalha acusticamente a execução de tarefas nos consultórios. Outro fator que contribui para este desconforto é o fato da rua a qual estão voltados os consultórios ser parte do trajeto da linha de ônibus que atende o bairro Milho Branco.

No consultório odontológico, de maneira acusticamente correta, o compressor foi localizado no exterior da unidade. Porém, na execução da obra, não é notada uma preocupação estética para a adaptação deste equipamento no exterior do edifício (Figura 4.47).



Figura 4.47: Relação acústica dos consultórios com a rua e localização do compressor odontológico .

**c) Sala de nebulização:**

No setor de atendimento imediato, o ponto considerado de maior fonte de ruído foi encontrado na sala de nebulização localizada ao lado do setor de coleta e em frente a atual sala da assistente social e dos agentes comunitários de saúde. Este ambiente é equipado com a Central de Ar Comprimido KSS 40-003 (Figura 4.48) aparentemente em bom estado de conservação.

Dotado de moto-compressor refrigerado a ar, este equipamento gera ar comprimido e possui reservatório de 31 litros. Não foi possível obter diretamente com o fabricante informações precisas sobre a quantidade de decibéis emitidos por este equipamento em bom estado de funcionamento e manutenção.



Figura 4.48 - Equipamento utilizado para atender o setor de nebulização da UBS Milho Branco.

Mesmo com o projeto e execução de um abrigo externo para este tipo de equipamento, este se encontra em local impróprio para obter conforto acústico na sala de nebulização e em salas vizinhas. Atualmente, este equipamento encontra-se dentro da sala de nebulização, posicionado entre duas cadeiras destinadas aos pacientes, que eventualmente podem estar sendo medicados ao mesmo tempo (Figura 4.49).

Quando o compressor é ligado, provoca vibrações que são transferidas até três rodas de ferro que atualmente servem de suporte para este equipamento, diretamente sobre o piso em granilite. Geram, portanto, além do ruído aéreo, um ruído de impacto, aumentando ainda mais o grau de desconforto acústico tanto no interior quanto externo ao ambiente de nebulização.

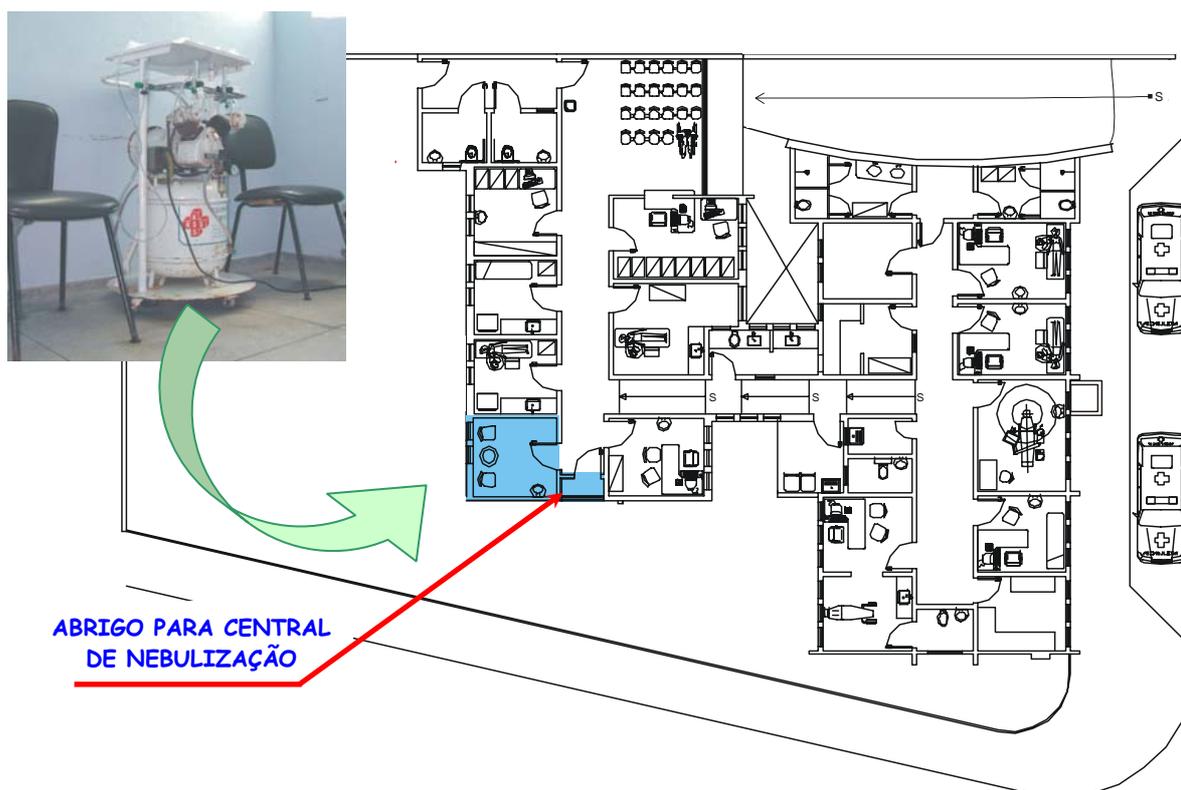


Figura 4.49 – Sala de nebulização e a atual localização da central de ar-comprimido.

#### **4.2.4 Avaliação Física - Levantamento e medições técnicas (decibelímetro).**

O mesmo equipamento utilizado para coleta de dados para a UBS de Vila Esperança, o decibelímetro Minipa MSL-1352C, foi utilizado também para a UBS de Milho Branco. A programação do equipamento se efetuou da mesma maneira que na UBS Vila Esperança, ou seja, ajustou-se a gravação de dados com tempo de resposta no modo "Slow", filtro de ponderação "A" e intervalos de registro de 01 segundo para todos os ambientes, exceto para o setor de recepção e espera, onde se adotou o intervalo de 30 segundos.

##### ***a) Ruído emitido na área de recepção e espera:***

Também foi necessário realizar o levantamento da área de recepção e espera durante toda jornada de trabalho de um dia, ou seja, de 07:00 H às 11:00 H, de 13:00 H às 17:00 H e de 18:00 H às 22:00 H. Através de informações obtidas com a gerencia e pessoas que trabalham na recepção, verificou-se que dias de maior fluxo são freqüentemente no início da semana, assim como na unidade de Vila Esperança, porém com pouca diferença no decorrer da semana.

Através de uma entrevista inicialmente informal, a funcionária do setor de recepção juntamente com o funcionário encarregado da vigilância, o qual em maior parte do dia permanece no setor de recepção e espera, apontam este local como o ambiente mais ruidoso. Segundo eles, um fato que contribuiu para diminuição do ruído produzido pela fala na área de espera foi a adoção de um aparelho de TV, servindo de entretenimento para os usuários externos neste ambiente.

Inicialmente, foram coletados dados da área de recepção e espera no dia 26/09/2005. A condição climática durante toda a medição era de céu parcialmente nublado e sem chuvas. Para efetuar uma medição durante todo o dia neste ambiente, a preocupação inicial, assim como na coleta de dados na UBS Vila Esperança, era manter integridade do equipamento e criar uma situação favorável a fim de evitar eventuais sons muito próximos (menos de 1,2 m) do microfone do equipamento. Adotou-se, portanto, a mesma opção utilizada com sucesso em Vila Esperança, ou seja, a fixação do decibelímetro no teto da sala de espera, próximo ao balcão de atendimento.

Após a realização desta coleta de dados, foi importante considerar a exposição da funcionária responsável pelo setor de recepção, a qual verificou que o público se intimidou diante do aparelho, talvez por achar que o mesmo estivesse gravando as vozes das pessoas na sala de espera.

Devido a este relato, descartou-se o registro daquele dia e foi realizada outra coleta de dados, desta vez com a instalação do equipamento com antecedência suficiente para que nenhum usuário externo presenciasse. É claro que este procedimento não impedia que uma pessoa, em algum momento do dia, avistasse o decibelímetro. Mas, de certo diminuiu sensivelmente a quantidade de pessoas curiosas e intimidadas por causa do equipamento.

Os dados considerados válidos da área de recepção e espera foram os coletados no dia 27/09/2005. A condição climática durante toda a medição também foi de céu parcialmente nublado e sem chuvas. O aparelho foi adaptado no teto da área de espera, gravando dados com intervalos de registro de 30 segundos, tempo de resposta no modo "Slow" ponderação "A".

Foram coletados no período da manhã 451 registros entre 07:15 H a 11:00 H. De acordo com as medições, este ambiente apresentou um valor de ruído médio igual a 68,2 dB<sub>(A)</sub>, tendo como maior registro 85,8 dB<sub>(A)</sub> às 10:36 H e menor com 52,9 dB<sub>(A)</sub> às 07:57 H. O ruído equivalente ( $L_{Aeq}$ ) encontrado foi de 76 dB<sub>(A)</sub>, como é possível verificar através do gráfico demonstrado na Figura 4.50.

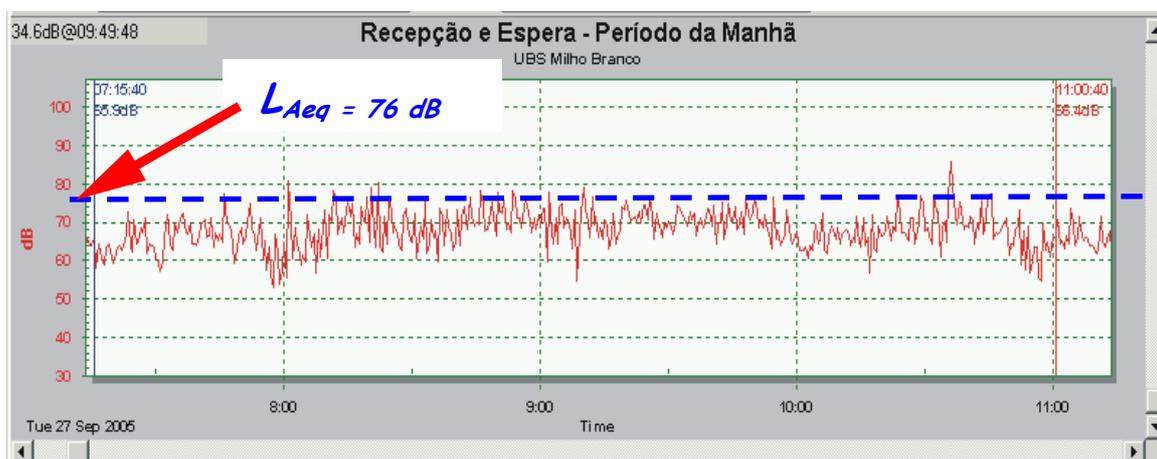


Figura 4.50.: Gráfico de registro de dados coletados no período da manhã na área de recepção e espera.

É importante lembrar que a partir de 75 dB<sub>(A)</sub>, para qualquer situação ou atividade, o ruído passa a ser um agente de desconforto, comprometendo a inteligibilidade da linguagem, passando a ocorrer distrações, irritabilidade e diminuição da produtividade no trabalho neste local. Assim sendo, fisicamente este ambiente torna-se inadequado acusticamente para o bom exercício das tarefas ali realizadas.

Após a coleta de 601 registros no período da tarde, verificou-se que este ambiente apresentou-se menos ruidoso que pela manhã, apresentando um  $L_{Aeq}$  igual a 70 dB<sub>(A)</sub>. O ruído médio encontrado foi de 66 dB<sub>(A)</sub>, ou seja, um pouco abaixo do encontrado pela manhã (68,2 dB<sub>(A)</sub>) ruído médio obtido pela manhã, ou seja, 66 dB<sub>(A)</sub> (Figura 4.51).

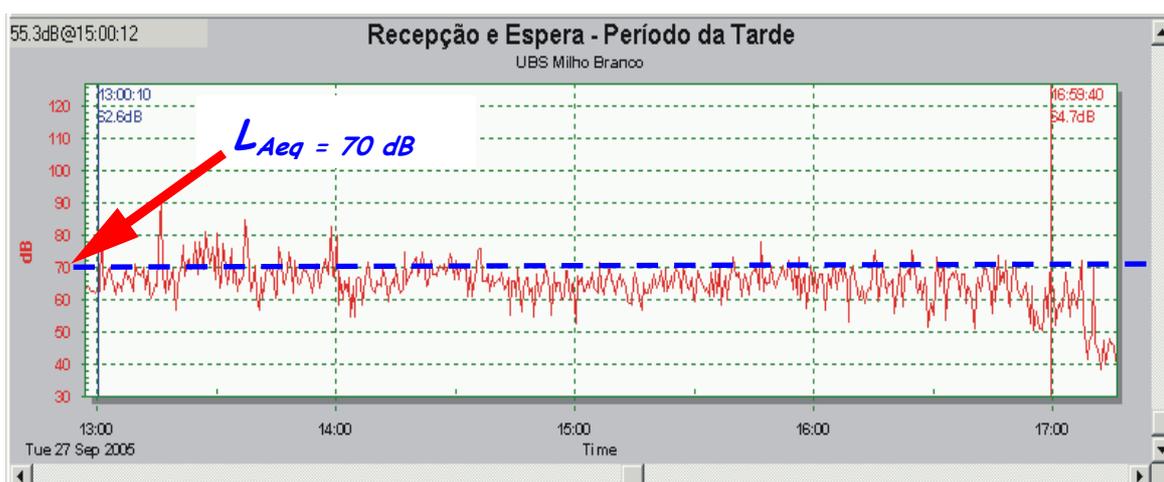


Figura 4.51: Gráfico de registro de dados coletados no período da tarde na área de recepção e espera

Analisado o gráfico acima, verifica-se que, mesmo com  $L_{Aeq}$  abaixo dos 75 dB<sub>(A)</sub>, em muitos momentos o valor registrado supera este limite, chegando a um valor máximo de 90,1 dB<sub>(A)</sub> às 13:16 H, sendo considerado o maior valor registrado em todo o dia. O menor registro no período da tarde deu-se às 16:55 H com 50,3 dB.

A coleta de dados válidas no período da noite compreendeu-se entre 18:03 H e 21:35 H, horário em que a unidade encerrou os trabalhos daquele dia. Após este horário, o registro do gráfico abaixo foi somente do ruído produzido pelo aparelho de TV e pelo arrastar de móveis em algum momento. Totalizou-se no espaço de tempo ativo da unidade no período da noite, uma coleta de 428 registros.

Durante a coleta de todo o dia, o período da noite (de 18:03 às 21:35 H) foi qualificado como o período menos ruidoso, apresentando um ruído interno médio de 61 dB<sub>(A)</sub>. Entretanto, houve um elevado registro de 76,4 dB<sub>(A)</sub> no começo do turno (19:10 H), mas registrou-se também a menor intensidade sonora durante todo o dia com a unidade em funcionamento, sendo 41,9 dB<sub>(A)</sub> às 20:18H. O  $L_{Aeq}$  encontrado foi de 65 dB<sub>(A)</sub>. Consta-se, portanto, que este foi o único período considerado acusticamente satisfatório para a execução das tarefas neste ambiente (Figura 4.52).

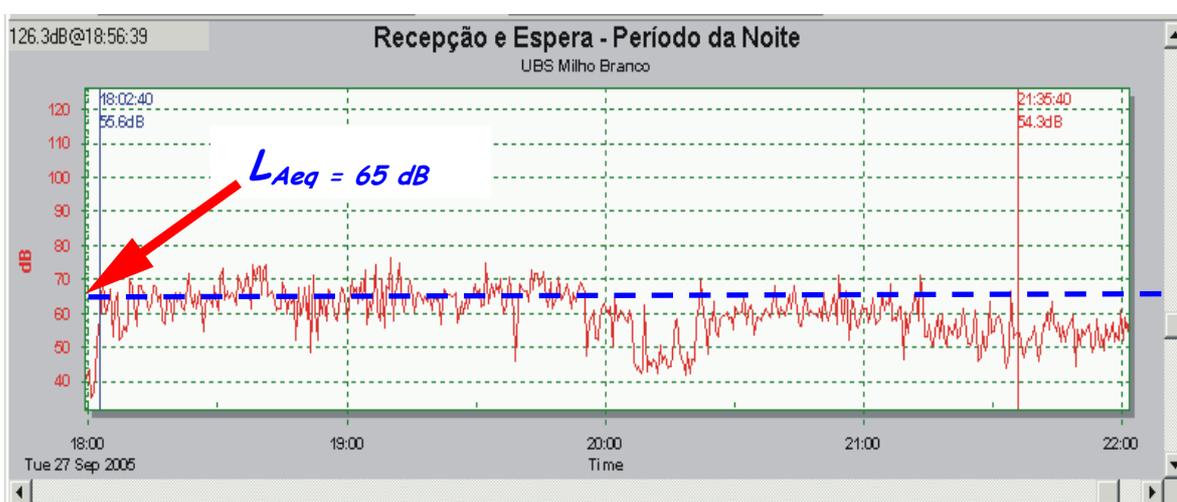


Figura 4.52: Gráfico de registro de dados coletados no período da noite na área de recepção e espera

#### **b) Ruído emitido no interior da sala de nebulização:**

Outro setor apontado como gerador de ruídos em potencial foi a sala de nebulização. Para medição do nível de pressão sonora emitida neste ambiente, foram necessários poucos minutos, uma vez que o objetivo era efetuar o registro do ruído produzido Central de ar-comprimado localizada no interior da sala em questão. Durante toda a realização deste trabalho de medição, a sala em questão permaneceu de porta e janela aberta, situação normal de atendimento. As medições seguiram criteriosamente a NBR-10.151 e os resultados foram apresentados através dos valores coletados e transformados em  $L_{Aeq}$ .

Através da coleta de 57 registros, verifica-se um ruído médio de 76,3 dB, onde o valor máximo foi de 77,4 dB<sub>(A)</sub> e o mínimo de 75,5 dB<sub>(A)</sub>. O ruído equivalente ( $L_{Aeq}$ )

encontrado foi de 76 dB<sub>(A)</sub>, como é possível verificar através do gráfico demonstrado na Figura 4.53.

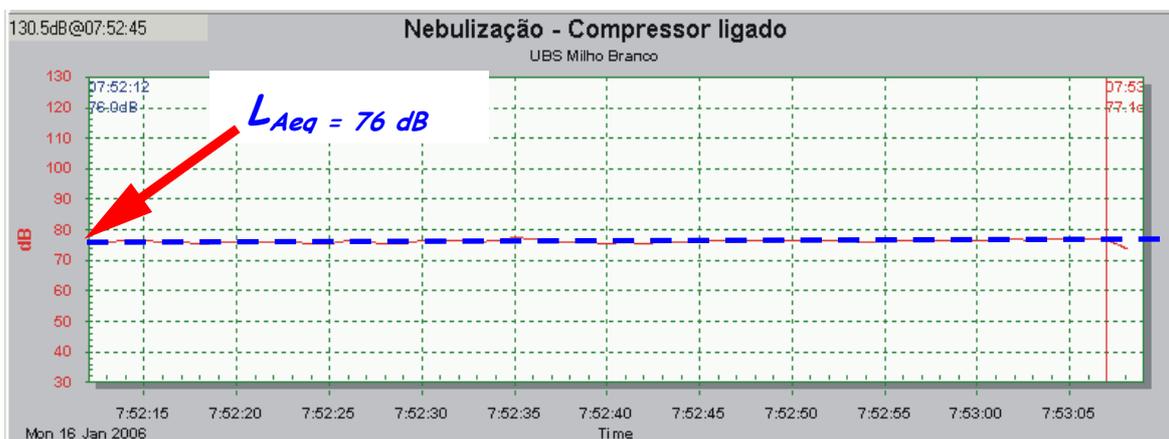


Figura 4.53: Gráfico de registro de dados coletados na sala de nebulização com o compressor ligado.

É importante lembrar que a medição objetivava somente o ruído do compressor de nebulização, portanto, não havia pessoas conversando no local, o que poderia alterar os resultados acima, aumentando o nível de pressão sonora deste ambiente. Mesmo assim, durante toda a medição, os níveis de pressão sonora ultrapassaram o valor de 75 dB<sub>(A)</sub>, considerado como limite para qualquer situação ou atividade, o ruído não seja um agente de desconforto, conforme já exposto anteriormente. Portanto, em virtude da má qualidade acústica deste ambiente apontado nas medições realizadas, é possível ocorrer distrações, irritabilidade ou diminuição da eficácia e produtividade no trabalho neste local.

### c) Consultórios X ruído externo:

Também se fez necessário avaliar a UBS Milho Branco como receptora dos ruídos externos. Como verificado na avaliação técnico-construtiva, os consultórios encontram-se localizados em frente à rua de acesso à unidade, a qual situa-se ao lado de uma escola. Esta situação abriu uma hipótese de um possível ruído produzido pelos estudantes durante o horário de entrada e saída do colégio. Para tanto, foram coletados dados a 2 m da fachada onde se localizam os consultórios e também no interior destes.

Com a finalidade de registrar o ruído de fundo da rua situada em frente à fachada dos consultórios, inicialmente foi realizada uma medição prévia, sem a presença de

trânsito de veículos ou pessoas conversando. Os dados foram baseados na coleta de 60 registros os quais apontaram um  $L_{Aeq}$  de 56 dB<sub>(A)</sub> (Figura 4.54). Durante a realização desta medição, o maior registro encontrado foi de 58,5 dB<sub>(A)</sub> e menor com 53,5 dB<sub>(A)</sub>, estabelecendo 55,4 dB<sub>(A)</sub> como o valor médio do ruído de fundo.

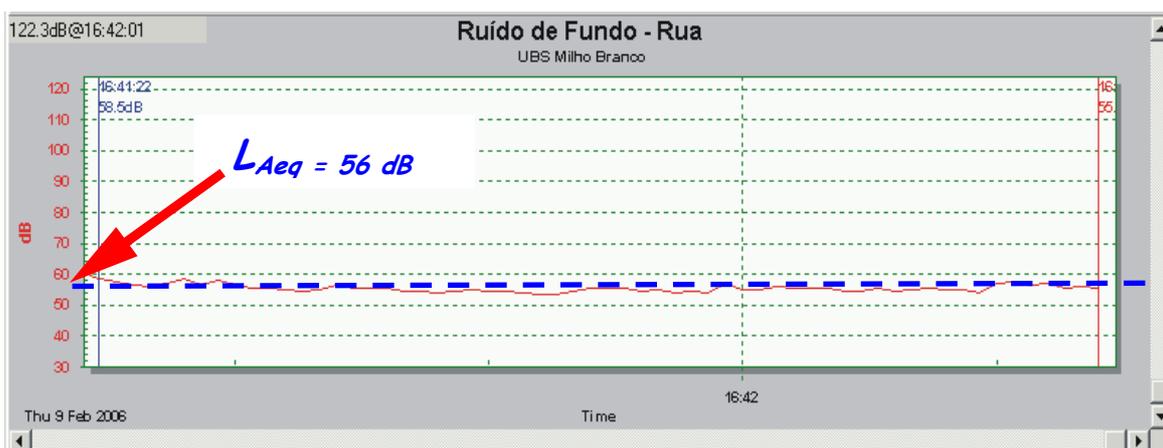


Figura 4.54: Gráfico de registro de do ruído de fundo da rua voltada para os consultórios.

Em seguida, fez-se necessário identificar o ruído de fundo no interior dos consultórios. A partir da medição interna realizada nas mesmas condições sonoras da externa, ou seja, sem ruídos provenientes de veículos ou pessoas conversando, foi possível verificar, de uma maneira aproximada, a diferença proporcional do ruído externo emitido para o ruído recebido no interior dos consultórios. O consultório adotado foi escolhido aleatoriamente, pois, todos estão locados paralelamente, recebendo de maneira uniforme os ruídos externos. Durante toda a medição realizada no interior do consultório, a porta foi mantida fechada e as janelas abertas, situação mais comum ocorrida durante as consultas ali realizadas.

Foram coletados 92 registros válidos, que aplicados na fórmula para transformação em  $L_{Aeq}$ , chegou-se a um valor de 43 dB<sub>(A)</sub>. De acordo com as medidas realizadas, o maior registro encontrado foi de 44,9 dB<sub>(A)</sub> e menor com 39,7 dB<sub>(A)</sub>, estabelecendo 42,5 dB<sub>(A)</sub> como o valor médio do ruído de fundo (Figura 4.55). Com  $L_{Aeq}$  externo ao consultório igual a 56 dB<sub>(A)</sub> e  $L_{Aeq}$  interno de 43 dB<sub>(A)</sub>, conclui-se que no interior do consultório, com as janelas abertas, tem-se uma redução de 13 dB<sub>(A)</sub> aproximadamente.

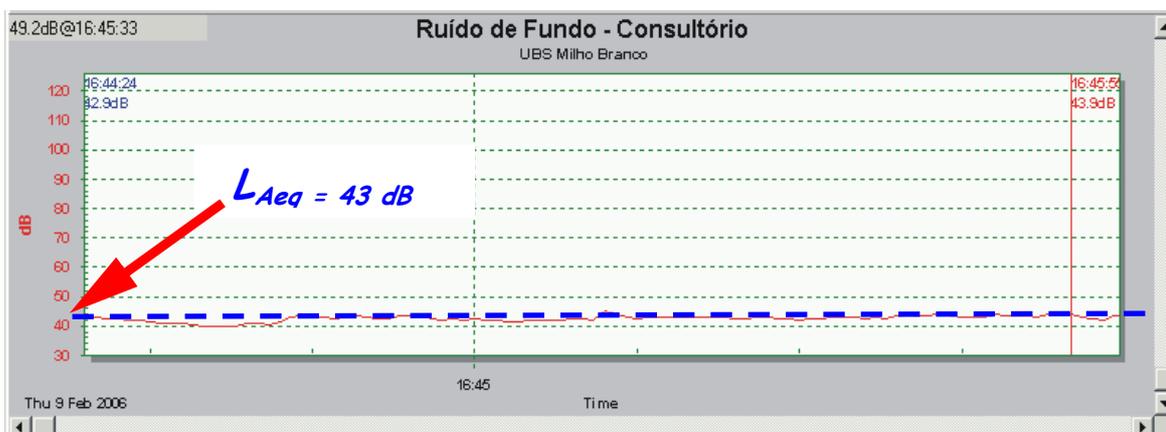


Figura 4.55: Gráfico de registro do ruído de fundo no interior dos consultórios.

Com a finalidade de registrar um possível ruído externo incômodo ao interior dos consultórios, foi realizada uma nova medição. Desta vez registrou-se o ruído produzido pelos estudantes que passavam em frente à fachada em questão. Foram coletados 173 registros válidos, que aplicados na fórmula para transformação em  $L_{Aeq}$ , chegou-se a um valor de 72 dB<sub>(A)</sub>. De acordo com as medidas realizadas, o maior registro encontrado foi de 82,9 dB<sub>(A)</sub> e menor com 61,9 dB<sub>(A)</sub>, onde foi estabelecido 69,9 dB<sub>(A)</sub> como o valor médio do ruído emitido pelos estudantes em frente aos consultórios clínicos (Figura 4.56).



Figura 4.56: Gráfico de registro do ruído emitido pelos estudantes em frente aos consultórios.

Assim, considerando uma redução de 13 dB<sub>(A)</sub> no interior dos consultórios em funcionamento, dos 72 dB<sub>(A)</sub> encontrados como  $L_{Aeq}$  externo, 59 dB<sub>(A)</sub> seriam recebidos no interior do ambiente de consulta. Segundo a NBR 10.152, o nível de pressão sonora aceitável em apartamentos, enfermarias, berçários e centros-cirúrgicos é de 45 dB<sub>(A)</sub> e o valor estabelecido do nível sonoro para conforto é igual a 35 dB<sub>(A)</sub>. Portanto, é possível

afirmar que, acusticamente, os consultórios são considerados desconfortáveis durante o horário de entrada e saída dos estudantes do colégio localizado ao lado da UBS.

#### 4.2.5 Avaliação Comportamental - Aplicação e análise estatística dos questionários

A mesma estrutura do questionário aplicado na UBS Vila Esperança foi utilizada na unidade Milho Branco. Assim sendo, o foco também foi direcionado para dois tipos de usuários: pacientes e acompanhantes (usuários externos) e profissionais ativos no espaço construído (usuários internos). Os agentes comunitários de saúde da UBS Milho Branco, devido às atividades por eles exercidas em sua maior parte acontecerem externamente à edificação, não participaram das entrevistas. Aplicou-se o questionário em 35 usuários externos e em 09 dos 11 profissionais em atividade interna na atual gestão.

A primeira questão, a qual verifica de maneira mais abrangente, o grau de satisfação com a UBS, não foca nenhuma questão específica como arquitetura, conforto ambiental ou humanização. Porém, o grau de satisfação com a unidade apresentou valor percentual semelhante entre os dois tipos de usuários. A diferença em destaque neste caso foi a insatisfação por parte dos usuários externos pela opção de não responder dos usuários internos como é possível verificar analisando o gráfico abaixo (Figura 4.57).

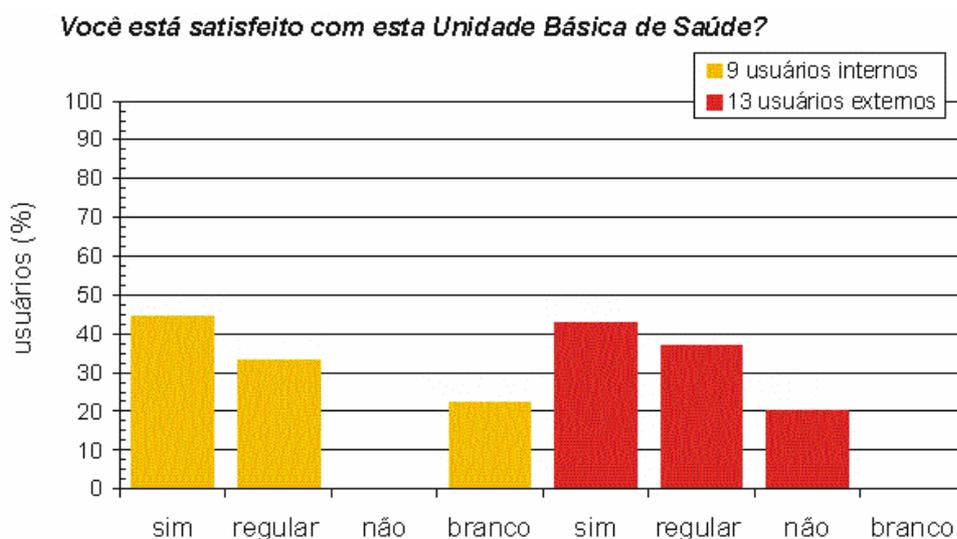


Figura 4.57: Gráfico do nível de satisfação com a UBS Milho Branco.

Detecta-se também neste primeiro gráfico, uma diferença marcante no percentual de usuários internos satisfeitos com esta unidade (44%) em relação à UBS Vila Esperança analisada anteriormente (100%).

No que se refere ao conforto térmico no interior da unidade, apesar de 54% dos usuários externos considerarem os ambientes bem ventilados, não se pode afirmar que este ambiente esteja em condições satisfatórias neste quesito. De acordo com a avaliação comportamental aqui aplicada, é considerável comprometedor o percentual de 33% de insatisfação dos usuários internos e 29% dos usuários externos (Figura 4.58).

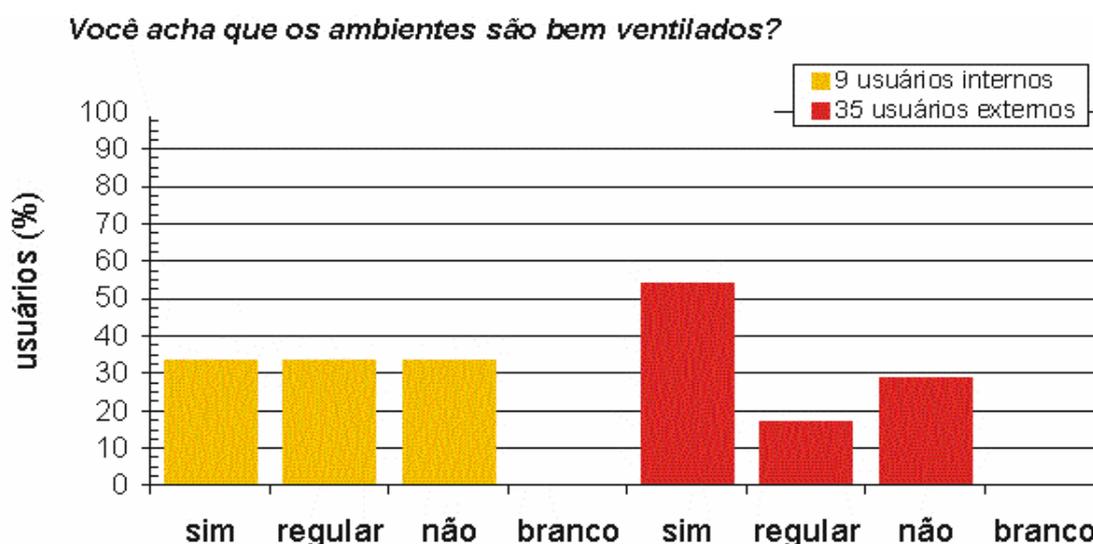


Figura 4.58: Gráfico sobre o grau de satisfação quanto à ventilação dos ambientes.

Confirma-se o fato supracitado através da questão seguinte, ilustrada no gráfico abaixo (Figura 4.59), onde 55% dos usuários internos e 54% dos usuários externos afirmaram que a utilização de ventiladores não é eficiente durante o verão. O ambiente mais criticado neste aspecto foi a sala de espera, conforme explicitado durante as entrevistas.

Como visto na avaliação técnico-constructiva, a maioria das janelas e uma das folhas de abertura da porta não podem permanecer abertas, devido a defeitos detectados nestas esquadrias. Atualmente, este ambiente é equipado apenas com um ventilador de teto, onde sem o auxílio da ventilação natural, este não se torna eficiente.

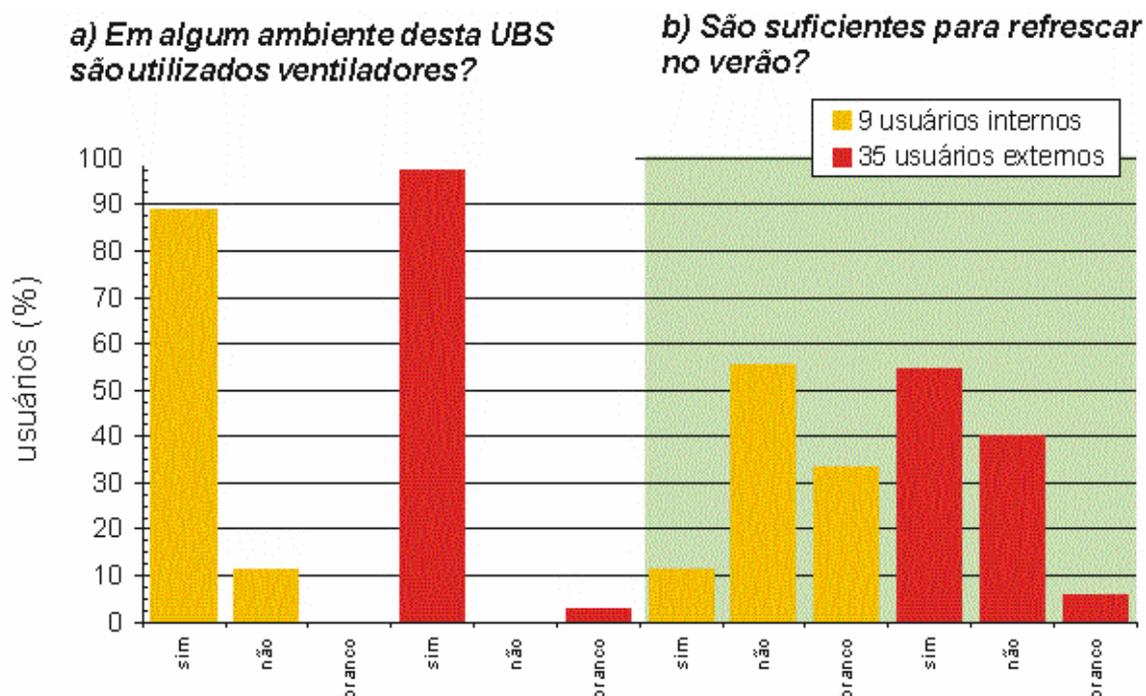


Figura 4.59: Gráfico sobre utilização e eficiência dos ventiladores nos ambientes.

Ao avaliar a satisfação dos usuários no que se refere à iluminação dos ambientes internos, verificou-se que o grau de satisfação dos usuários internos é menor que a dos externos. É claro que o maior tempo de permanência na UBS, aliada às atividades ocupacionais que necessariamente despedem de atenção e concentração, influenciam diretamente numa maior exigência da qualidade de iluminação (natural ou artificial) dos ambientes por parte dos profissionais em saúde.

Entretanto, esta unidade é considerada satisfatória quando se trata da percepção dos usuários pelo conforto lumínico, uma vez que apenas 11% dos usuários internos e 8% dos usuários externos acreditam que os ambientes não são bem iluminados, como demonstrado no gráfico abaixo (Figura 4.60).

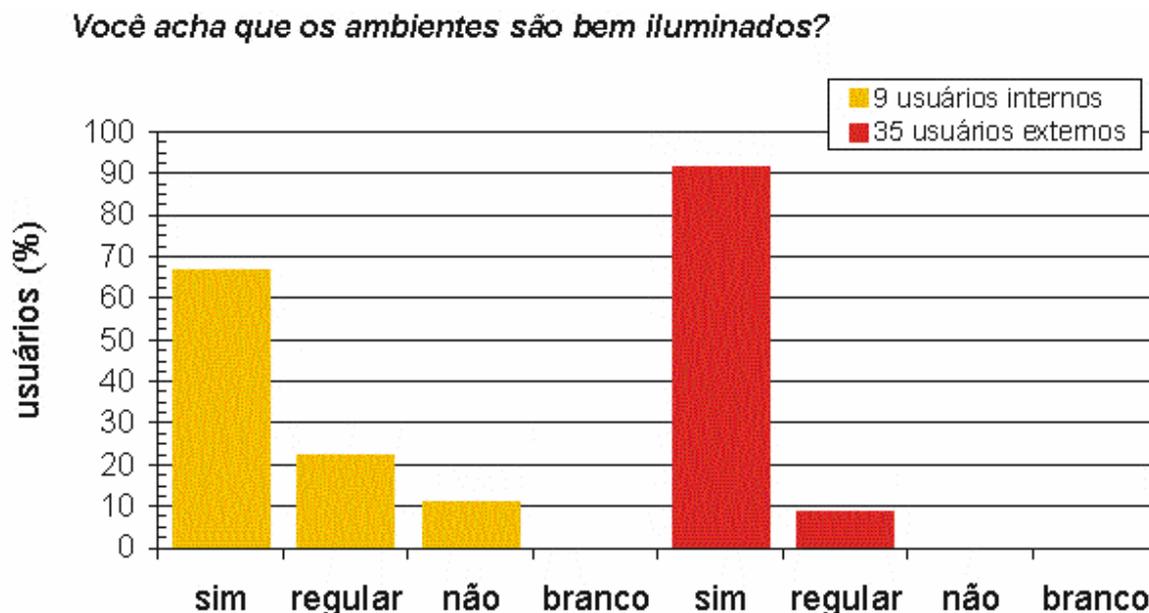


Figura 4.60: Gráfico sobre o grau de satisfação quanto à iluminação dos ambientes.

Como visto anteriormente na avaliação comportamental da UBS Vila Esperança, partir da questão nº. 06, o questionário é diretamente focado ao conforto acústico dos ambientes da unidade. Verificando o comprometimento acústico da unidade em relação aos ruídos externos, a percepção e incômodo foram novamente destacados pelos usuários internos da UBS Milho Branco (Figura 4.61), tanto por uma questão cultural, quanto pelo tempo de permanência, aliado à concentração necessária para a execução de atividades ocupacionais.

Devido à localização dos consultórios, como visto nas avaliações física e técnico-construtiva, o ruído de maior incômodo e percepção dos usuários internos foi o emitido pelos estudantes do colégio situado ao lado da unidade. Segundo os usuários, a escola em si não é uma fonte de ruídos. Os sons incômodos produzidos pelos alunos acontecem durante a passagem ou permanência destes na rua, próximos aos horários de entrada e saída da instituição educacional.

Apontou-se também que, esporadicamente, veículos pesados interferem acusticamente neste ambiente, uma vez que a rua a qual está localizada a unidade faz parte do trajeto da linha de ônibus que atende o bairro.

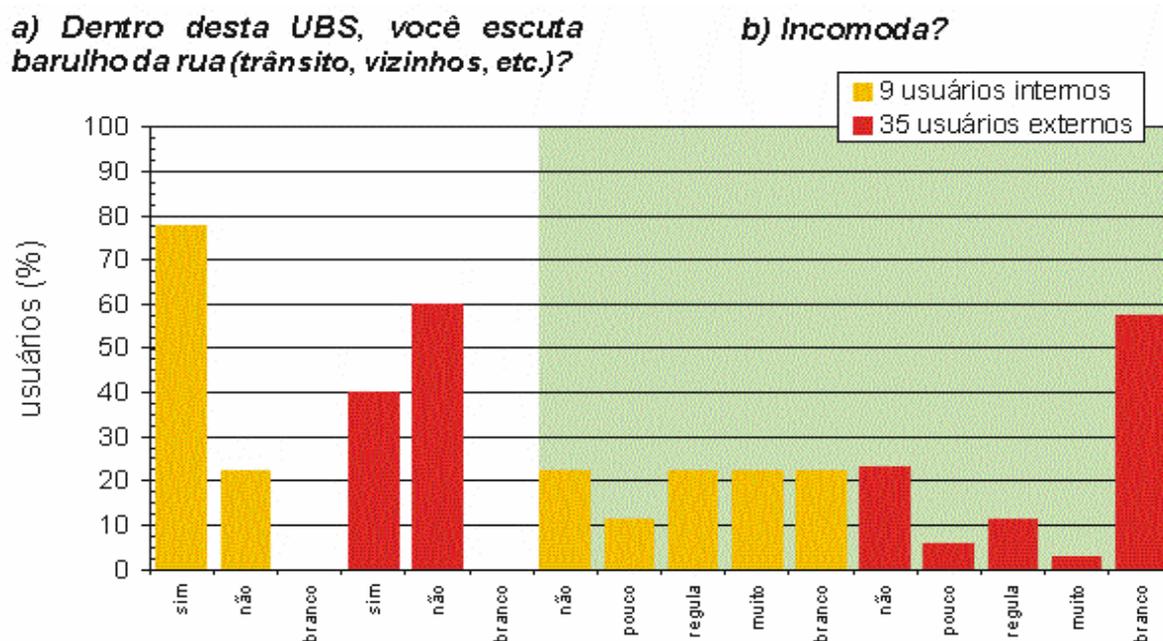


Figura 4.61: Gráfico sobre a percepção e incomodo quanto ao ruído externo.

Assim como detectado na UBS Vila Esperança, anteriormente analisada, o ruído interno de maior enfoque foi dado pelo próprio som emitido pelas pessoas na sala de espera, além do emitido pela central de ar comprimido localizada no interior da sala de nebulização. Através do gráfico abaixo (Figura 4.62) percebe-se como o ruído (principalmente o emitido na sala de espera) afeta mais os usuários internos que os externos.

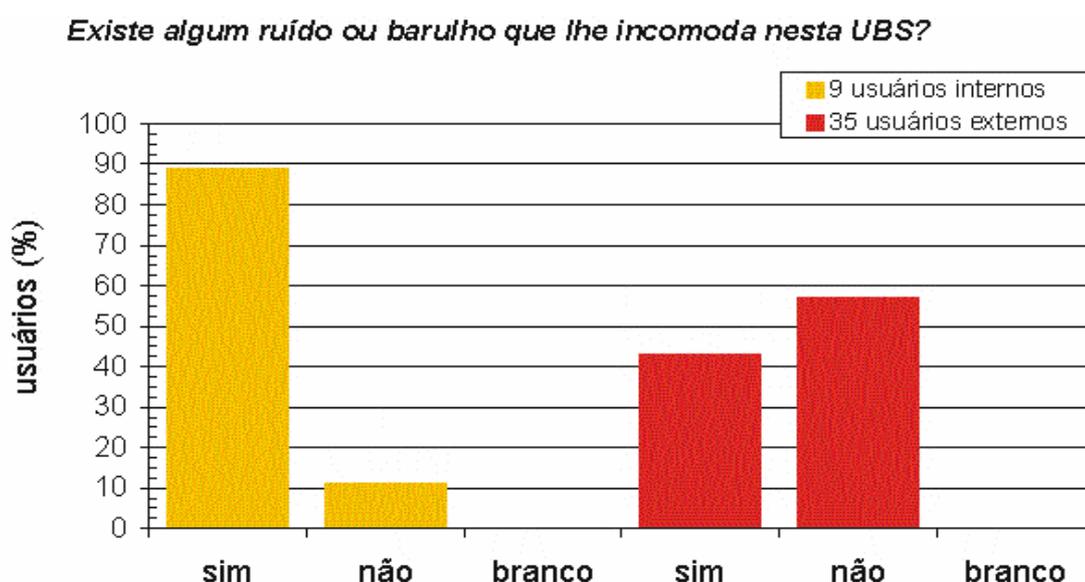


Figura 4.62: Gráfico sobre a percepção e incomodo quanto ao ruído interno.

No gráfico abaixo (Figura 4.63) foi exposto se o usuário acredita se existe alguma solução para solucionar ou amenizar os ruídos recebidos ou emitidos pela unidade de saúde. Assim como ocorrido na análise da unidade de Vila Esperança, mesmo quando os usuários externos acreditavam que era possível solucionar esta questão, estes não sabiam detectar qual o tipo de solução poderia ser aplicada. Neste caso, a solução apontada com maior destaque para a solução dos ruídos na UBS, foi a conscientização das pessoas na sala de espera e locação adequada da central de ar-comprimido utilizada na sala de nebulização.

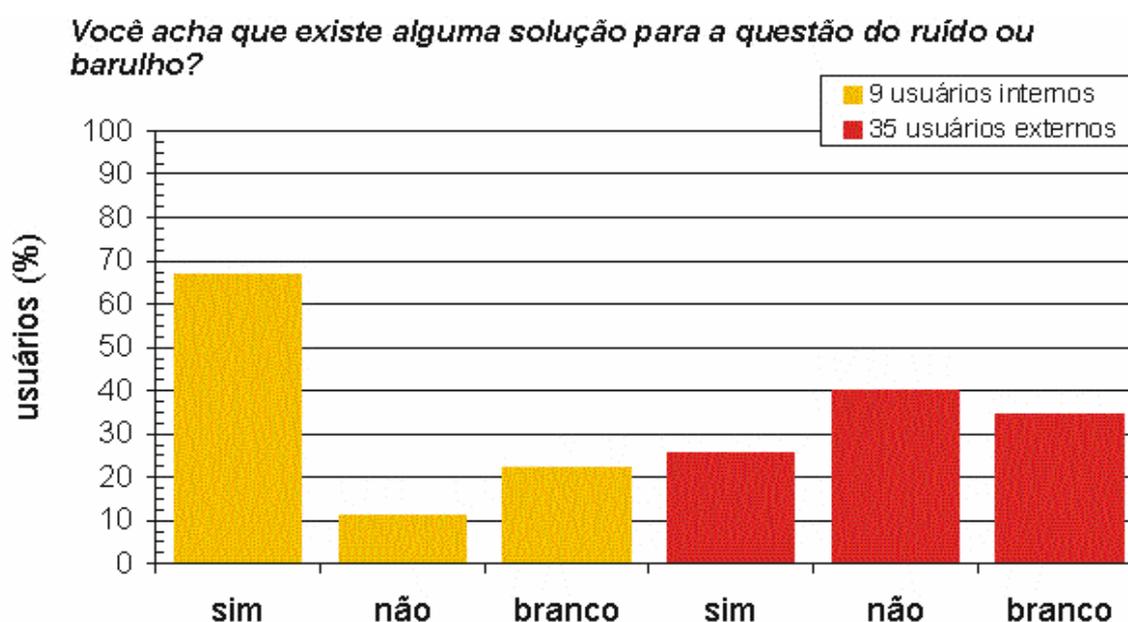


Figura 4.63: Gráfico sobre a opinião sobre a solução para questão do ruído.

A questão seguinte é relacionada à privacidade da fala dentro dos consultórios, atuando tanto como receptor quanto fonte sonora. Considerando o consultório como receptor ao ruídos, as perguntas objetivaram identificar qual a possibilidade de se ouvir algum ruído externo, qual o grau de incômodo e se este ruído é amenizado quando se fecham portas ou janelas. Avaliando o mesmo como fonte sonora, verificou-se a relação do ambiente interno com corredores e salas vizinhas.

Através da Figura 4.64, verifica-se novamente uma maior percepção dos ruídos por parte dos usuários internos, sendo 44% detectados por estes e 23% pelos usuários externos. Dos 44% dos usuários que identificaram ruídos externos aos consultórios,

metade os consideram de baixo incômodo e a outra metade como regular. Ao contrário de vila Esperança, quando se questionou se a percepção dos ruídos diminuía quando se fechava janelas e portas, nenhum dos usuários internos colocaram como uma grande eficiência. Além disto, 22% destes usuários acreditam que, mesmo com o procedimento acima este ruído não é amenizado.

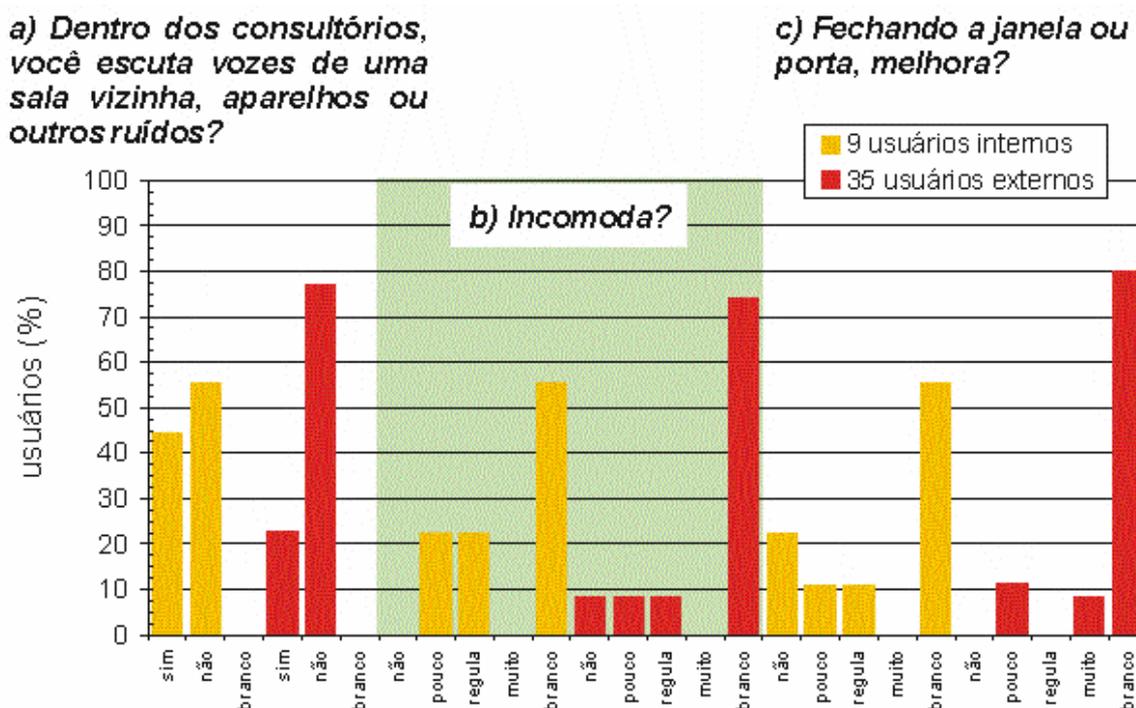


Figura 4.64: Gráfico sobre a privacidade da fala nos consultórios atuando como receptor sonoro.

Novamente, é acentuada a diferença entre as percepções dos usuários internos e externos como é demonstrada através do gráfico abaixo (Figura 4.65), onde 55% dos usuários internos acreditam ser comprometida a privacidade da fala no interior dos consultórios, estando uma pessoa localizada no corredor. No caso dos usuários externos, apenas 17% acreditam ser possível uma pessoa do lado de fora escutar o que se diz dentro dos consultórios. Os dois tipos de usuários apontaram o corredor como o único local de possível escuta, considerando satisfatórios o isolamento acústico entre consultórios.

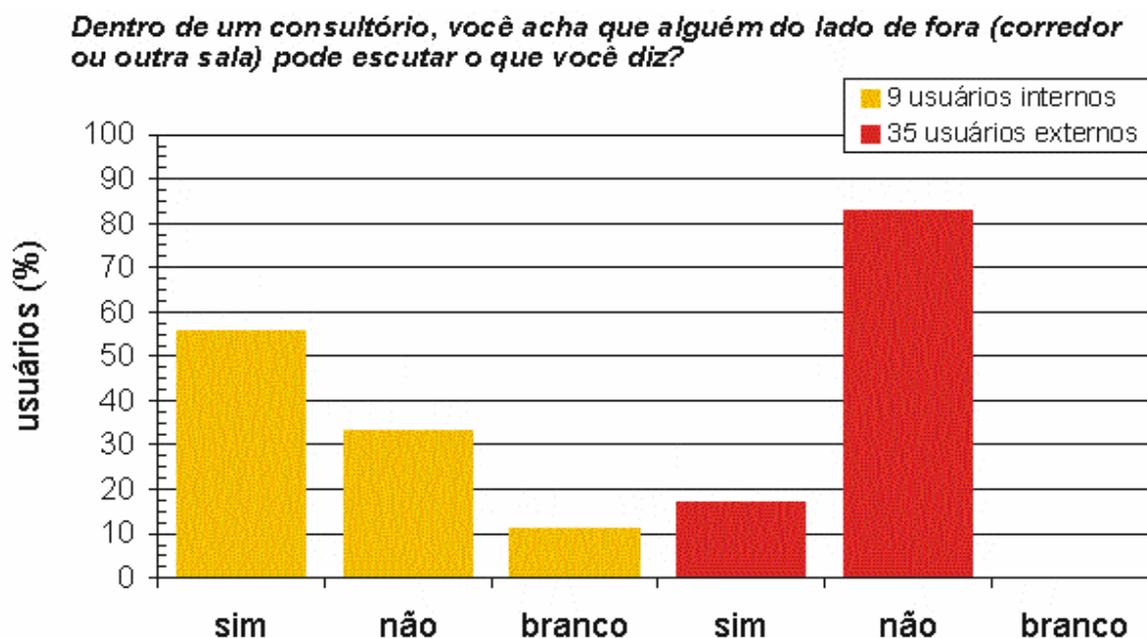


Figura 4.65: Gráfico sobre a privacidade da fala nos consultórios atuando como fonte sonora.

Buscando focar a questão da inteligibilidade da palavra falada, questionou-se a necessidade do usuário em aumentar o nível de intensidade sonora da voz para ser compreendido. A partir deste momento, as questões foram direcionadas a ambientes específicos tais como a sala de nebulização, sala de odontologia e área de recepção e espera.

O setor de nebulização da unidade de Milho Branco apresenta ruído considerado de alto grau de incômodo para 67% de seus usuários internos. Já os que consideram este ruído como de baixo incômodo totalizam-se em 11%, restando 22% para os que acreditam não ser incomodados pelo ruído produzido naquele ambiente.

Os usuários internos que consideram o ruído da sala de nebulização como elevado e baixo incômodo totalizam-se em 78%. Mesmo assim apenas 22% afirmam que existe melhoria na condição acústica quando o ambiente é fechado por portas ou janelas. Percebe-se também, através do gráfico demonstrado na Figura 4.66) a necessidade de 45% dos usuários internos em elevar excessivamente o nível de intensidade sonora da voz para efetuar a comunicação verbal neste local.

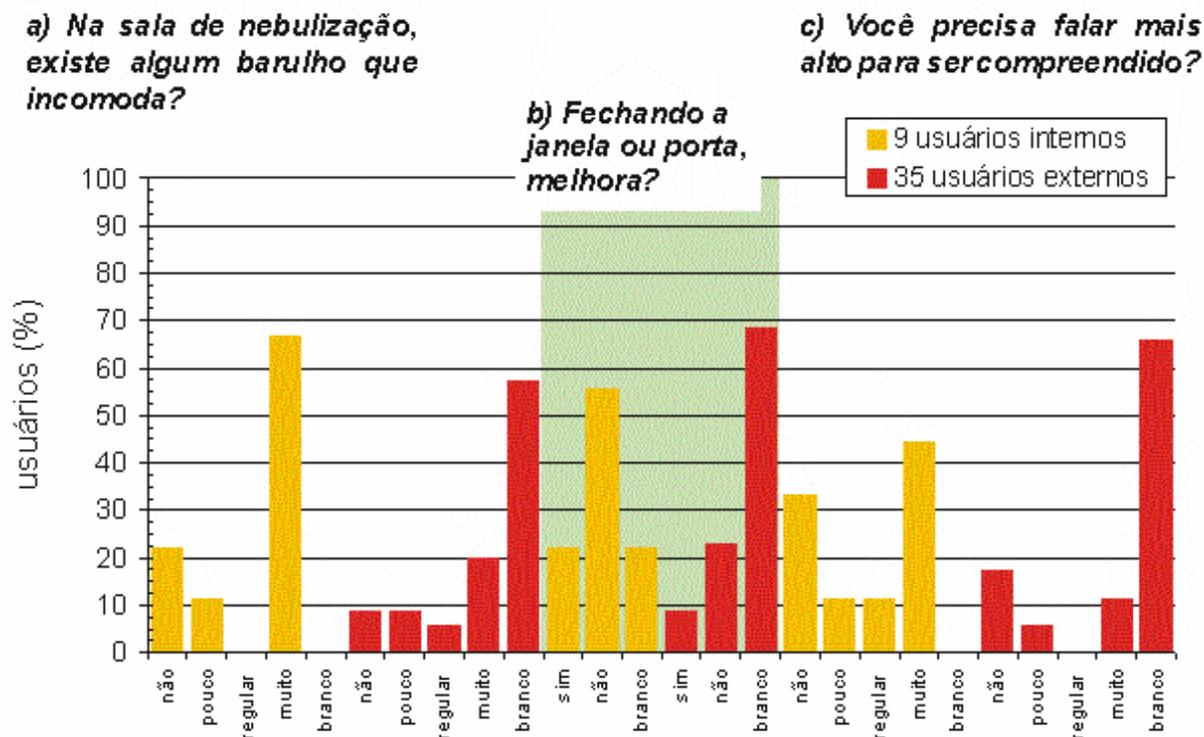


Figura 4.66: Gráfico sobre avaliação acústica da sala de nebulização.

Assim como em Vila Esperança, grande parte dos usuários externos entrevistados não responderam esta pergunta, seja por nunca utilizar este serviço ou por não perceber qual é o ruído específico produzido naquele ambiente. Outros, no entanto, mostraram-se mais tolerantes com o ruído ali emitido.

Na sala de odontologia, não foi detectado nenhum problema acústico em especial. Se por um lado 22% dos usuários internos percebem ruído incômodo neste ambiente, apenas 11% afirmam este ruído ser de alto comprometimento em relação à inteligibilidade da palavra falada (Figura 4.67).

É importante destacar novamente que o compressor do equipamento odontológico situa-se corretamente locado ao exterior da unidade. Entretanto, determinados ruídos, como por exemplo, o produzido pelo atrito de uma broca odontológica em um dente, é, até então, praticamente impossível de ser eliminado.

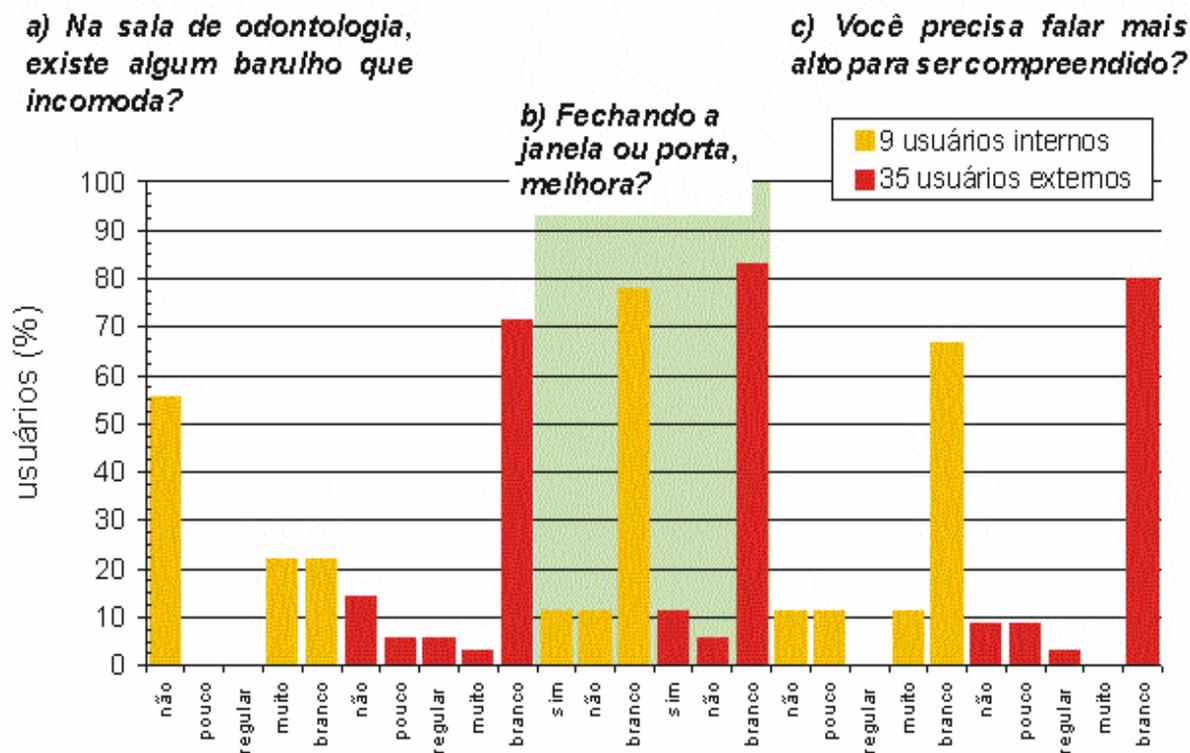


Figura 4.67: Gráfico sobre avaliação acústica do consultório odontológico.

O setor de recepção e espera, como analisado anteriormente através das avaliações físicas e técnico-construtivas, foi considerado ambiente acusticamente crítico tanto para os usuários internos, quanto para os externos entrevistados. Houve também nesta questão, a menor diferença de percepção entre estes dois tipos de usuários. Através do gráfico abaixo (Figura 4.68), verifica-se que 45% dos usuários internos e 37% dos usuários externos consideram o ruído ali produzido como de alto incômodo.

Mostra também que 66% dos usuários externos acreditam não existir nenhuma melhoria acústica quando fecham-se portas ou janelas. As respostas obtidas da última questão relacionada deste ambiente levaram a conclusão de ser necessário elevar consideravelmente o nível de intensidade sonora da voz para boa compreensão da palavra falada, principalmente por parte dos usuários internos atuantes no setor de recepção.

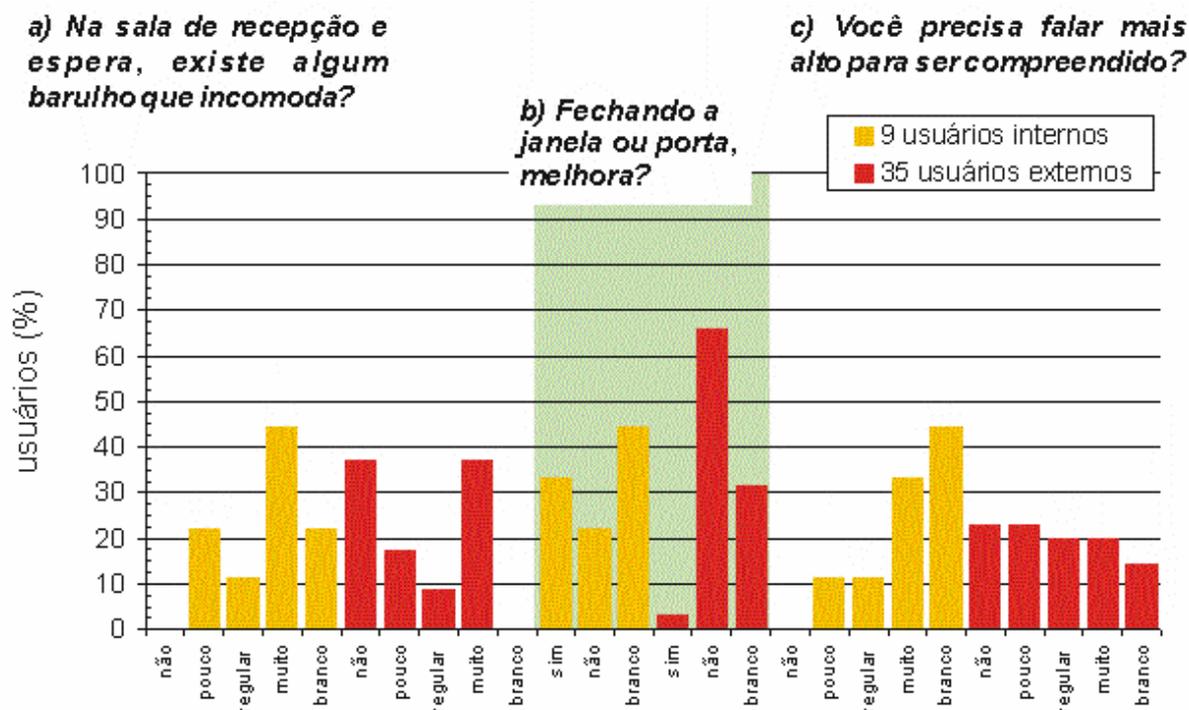


Figura 4.68: Gráfico sobre avaliação acústica da área de recepção e espera.

#### 4.2.6 Análise dos dados coletados e propostas de soluções acústicas.

Assim como realizado na UBS Vila Esperança, antes de efetuar uma análise geral da unidade de Milho Branco, é necessário analisar três setores de maior enfoque dos dados destacados tanto na avaliação física quanto na comportamental. São estes: o setor de recepção e espera, a sala de nebulização e os consultórios clínicos.

##### a) Recepção e espera:

Na área de recepção e espera, nos períodos da manhã e da tarde, através de medições com decibelímetro para a avaliação física, constatou-se um elevado nível de pressão na área de espera da unidade. Verificou-se também uma insatisfação por parte dos usuários (internos e externos) no que se refere à qualidade acústica do ambiente. Entretanto, foi verificado também na avaliação técnico-construtiva que o tipo de esquadrias aliado a falta de manutenção das mesmas, acarretaram no comprometimento não somente do conforto acústico, mas também no conforto térmico do ambiente.

Com níveis de pressão sonora muitas vezes superiores a 75 dB<sub>(A)</sub> neste setor, sugere-se não somente um processo de reeducação dos usuários, mas, principalmente uma adequação acústica desta sala. Assim sendo, verificou-se o tempo de reverberação deste local, pois as atividades exercidas neste local dependem também de uma boa compreensão da palavra falada.

Ao realizar este cálculo para a sala de espera, simulou-se  $\frac{3}{4}$  de cadeiras ocupadas e a atual situação das aberturas, ou seja, apenas uma janela parcialmente aberta e 60 cm de abertura da porta de entrada. Como o enfoque dado neste caso é o condicionamento acústico para a faixa de frequência da palavra falada, o cálculo foi realizado para frequências entre 500Hz e 2000Hz, conforme verificado na tabela abaixo (Figura 4.69). Como verificado na tabela de Beranek, o TR ideal em 500 Hz para é igual a 0,7 segundos para a palavra falada em um volume abaixo de 250 m<sup>3</sup>.

SUPERFÍCIES - MATERIAIS	S (m <sup>2</sup> )	$\alpha$		S. $\alpha$	
		500	2000	500	2000
Piso - Granilite	22.27	0.01	0.02	0.22	0.45
Porta entrada - vidro (fonte: General Building Material)	2.52	0.1	0.07	0.25	0.18
Porta entrada - Vão de abertura (passagem)	1.26	1.00	1.00	1.26	1.26
Janela aberta	0.24	1.00	1.00	0.24	0.24
Janela fechada	3.28	0.1	0.02	0.33	0.07
Porta de acesso aos banheiros (aberta)	1.89	1.00	1.00	1.89	1.89
Porta (1) - madeira	1.89	0.06	0.1	0.11	0.19
Teto - laje + massa pintada	22.27	0.02	0.02	0.45	0.45
Paredes - alvenaria pintada	39.9	0.02	0.02	0.80	0.80
Adulto em pé	1	0.44	0.46	0.44	0.46
Cadeira de plástico rígido, vazias - unidade	5	0.09	0.11	0.45	0.55
Cadeiras ocupadas - unidade	12	0.44	0.46	5.28	5.52
Quadro de feltro 1 (90X60cm)	1.14	0.18	0.55	0.21	0.63
Armário em metal	2.52	0.1	0.08	0.25	0.20
<b>SOMATÓRIOS</b>	<b>117.18</b>			<b>12.18</b>	<b>12.87</b>
$\alpha_m (\sum S\alpha / \sum S)$				<b>0.10</b>	<b>0.11</b>

Figura 4.69: Tabela de cálculo do TR da atual situação da sala de espera.

Para o cálculo do TR, a partir do valor do coeficiente médio de absorção sonora ( $\alpha_m$ ) encontrado em cada frequência, são utilizadas as fórmulas de Sabine ( $\alpha_m \leq 0,30$ ) ou Eyring ( $\alpha_m > 0,30$ ):

$$\alpha_{m500} = 0,10 < 0,30 \rightarrow \text{Equação de Sabine}$$

$$\alpha_{m2000} = 0,11 < 0,30 \rightarrow \text{Equação de Sabine}$$

**Em 500 Hz:**

$$TR_{500} = \frac{(0,161 \cdot 62,36)}{12,18} \rightarrow \mathbf{0,83 \text{ segundos em 500 Hz}}$$

Como o TR ideal é de 0,7 s em 500Hz e o TR obtido de 0,83 s excede o limite de tolerância de 10%, a sala é considerada reverberante nesta frequência.

**Em 2000 Hz:**

$$TR_{2000} = \frac{(0,161 \cdot 62,36)}{12,87} \rightarrow \mathbf{0,78 \text{ segundos em 2000 Hz}}$$

Como o TR ideal é de 0,7 s em 2000 Hz e o TR obtido de 0,78 s ultrapassa o limite de tolerância de 10%, a sala é considerada reverberante também nesta frequência.

Sabe-se que com a inserção de materiais absorventes acústicos, o tempo de reverberação irá reduzir. A promoção de aberturas irá, neste caso, aumentar a quantidade em área de absorção sonora, diminuindo também a intensidade sonora local. Além disto, solucionará também a questão da deficiência do conforto térmico em prol da falta de ventilação natural.

A partir de uma suposta manutenção na porta de acesso, de forma a promover uma abertura de 1,20 m, como era originalmente e a troca das esquadrias por outras que permitem abrir 50% do vão envidraçado, teremos o seguinte cálculo (Figura 4.70).

SUPERFÍCIES - MATERIAIS	S (m <sup>2</sup> )	$\alpha$		S. $\alpha$	
		500	2000	500	2000
Piso - Granilite	22.27	0.01	0.02	0.22	0.45
Porta entrada - vidro (fonte: General Building Material)	1.26	0.1	0.07	0.13	0.09
Porta entrada - Vão de abertura (passagem)	2.52	1.00	1.00	2.52	2.52
Janela aberta	1.76	1.00	1.00	1.76	1.76
Janela fechada	1.76	0.1	0.02	0.18	0.04
Porta de acesso aos banheiros (aberta)	1.89	1.00	1.00	1.89	1.89
Porta (1) - madeira	1.89	0.06	0.1	0.11	0.19
Teto - laje + massa pintada	22.27	0.02	0.02	0.45	0.45
Paredes - alvenaria pintada	39.9	0.02	0.02	0.80	0.80
Adulto em pé	1	0.44	0.46	0.44	0.46
Cadeira de plástico rígido, vazias - unidade	5	0.09	0.11	0.45	0.55
Cadeiras ocupadas - unidade	12	0.44	0.46	5.28	5.52
Quadro de feltro 1 (90X60cm)	1.14	0.18	0.55	0.21	0.63
Armário em metal	2.52	0.1	0.08	0.25	0.20
<b>SOMATÓRIOS</b>	<b>117.18</b>			<b>14.68</b>	<b>15.53</b>
$\alpha_m (\sum S\alpha / \sum S)$				<b>0.13</b>	<b>0.13</b>

Figura 4.70: Tabela de adequação acústica do TR da sala de espera.

**Em 500 Hz:**

$$TR_{500} = \frac{(0,161 \cdot 75,23)}{14,68} \rightarrow 0,68 \text{ segundos em 500 Hz}$$

Como o TR ideal é de 0,7 s em 500Hz e o TR obtido de 0,68 s está dentro do limite de tolerância de 10%, a sala é considerada satisfatória nesta frequência.

**Em 2000 Hz:**

$$TR_{2000} = \frac{(0,161 \cdot 75,23)}{15,53} \rightarrow 0,65 \text{ segundos em 2000 Hz}$$

Como o TR ideal é de 0,7 s em 500Hz e o TR obtido de 0,65 s está dentro do limite de tolerância de 10%, a sala é considerada satisfatória nesta frequência.

Pode-se concluir que com apenas a manutenção das portas juntamente com a

troca de esquadrias atualmente danificadas por outras que possibilitem melhor condicionamento acústico e térmico, é possível transformar a atual sala de recepção e espera numa situação acústica ideal para o exercício das atividades propostas para este espaço.

### ***b) Sala de nebulização***

A sala de nebulização foi considerada como um dos ambientes mais críticos da UBS Milho Branco. Surpreendentemente, a central hospitalar adotada nesta unidade emitiu níveis sonoros de ruído inferiores que os emitidos pelos equipamentos residenciais utilizados em Vila Esperança. Porém através de percepção empírica, constatou-se que o ruído produzido pela central hospitalar tem frequência mais baixa que os aparelhos residenciais, podendo haver diferença nas sensações de desconforto.

Com  $L_{Aeq}$  encontrado da central de ar-comprimido igual a 76 dB(A), a sala de nebulização da unidade de Milho Branco também foi considerada desconfortável acusticamente, uma vez que, para qualquer situação ou atividade, acima de 75 dB(A) o ruído passa a ser agente de desconforto.

Sabe-se que já é previsto e construído um local para abrigar este equipamento, mas este não foi devidamente instalado pela simples falta de tubulação adequada. Analisando esta situação, mesmo com a instalação do equipamento no local previsto, é proposto neste estudo a inversão do acesso ao compressor, passando a ser pelo lado externo à unidade (Figura 4.71).

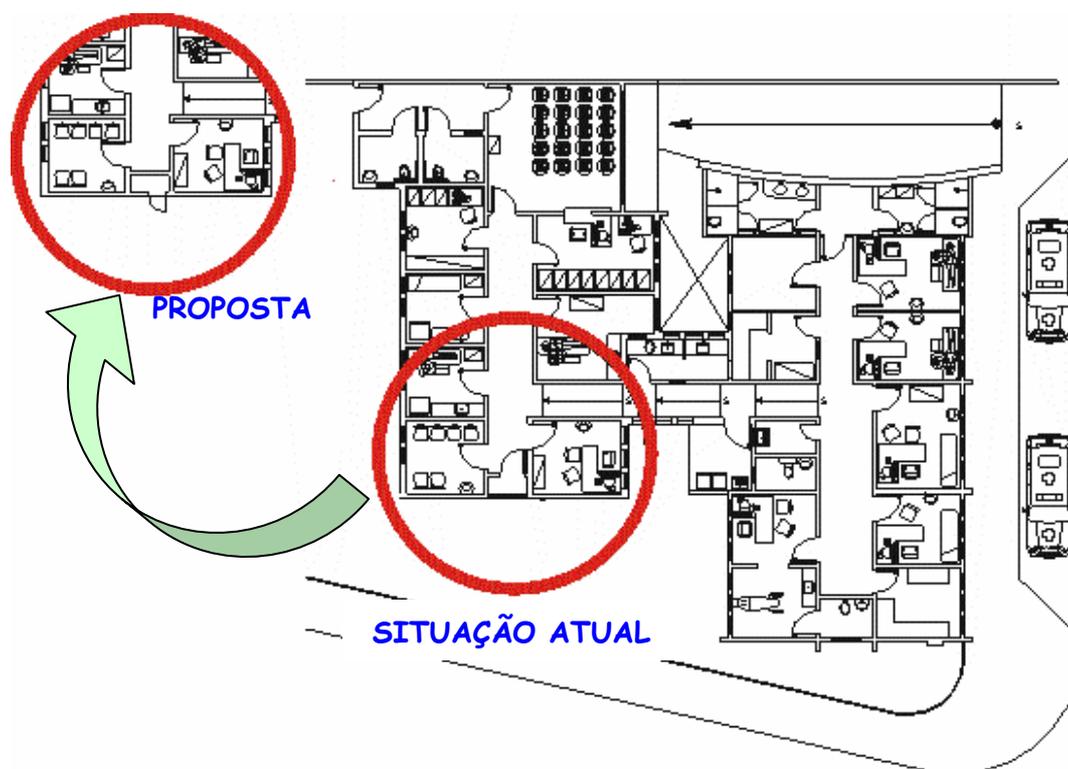


Figura 4.71: Nova proposta para o local que abriga a central de ar-comprimido da nebulização.

Esta proposta baseia-se no fato do ruído se propagar pelas frestas da porta de acesso ao equipamento, levando o ruído novamente ao corredor que dá acesso para a recepção da UBS. A fim de reduzir a propagação dos ruídos de impacto pelo piso, propõe-se, também, locar o equipamento sobre uma base de neopreme de 15 mm.

### **c) Consultórios clínicos**

Os consultórios clínicos da UBS Vila Esperança são ambientes onde a qualidade acústica é comprometedora. Não se trata do condicionamento acústico deste ambiente, nem da privacidade da fala em relação a outros consultórios. Mas assim como detectado na unidade de Vila Esperança, o maior problema encontrado foi quando os consultórios foram considerados como receptores de ruídos externos à unidade de saúde.

No caso de Milho branco, o ruído urbano que afeta os consultórios é proveniente de veículos coletivos (ônibus) e estudantes do colégio localizado ao lado da UBS. O ruído produzido pelos ônibus não tem horário específico, ao contrário do emitido pelos

estudantes, que em sua maior parte acontece durante os horários de entrada e saída das aulas.

Nesta atual situação, uma proposta para proteção acústica dos consultórios em relação aos ruídos externos seria a substituição do atual muro de placas de concreto que delimita a unidade, por outro, em blocos de concreto preenchidos com areia, objetivando maior isolamento sonoro através do aumento da massa específica do material. Torna-se necessário também um prolongamento na altura da atual barreira em relação ao muro anterior (Figura 4.72).



*Figura 4.72: Proposta de inserção de barreira acústica para a UBS Milho Branco.*

É claro que isto seria uma proposta paliativa, pois o ideal seria localizar ambientes que necessitam de maior concentração e privacidade acústica, em locais de menor ruído urbano, ou seja, na fachada posterior a esta fonte de ruídos. Neste caso seria necessário um novo estudo para locação do bloco de atendimento clínico, até mesmo uma nova proposta de locação dos blocos.

Mesmo considerando que, por exemplo, a área de recepção e espera necessite da mesma qualidade acústica que os consultórios, deve-se ponderar que por toda a extensão do bloco de atendimento clínico esta exigência acústica é essencial, tanto pela privacidade acústica, quanto pela alta concentração exigida para execução dos serviços ali realizados. Cabe, portanto, hierarquizar os ambientes de acordo com a utilização, área e demanda.

Porém, isto se torna utópico por se tratar de uma unidade adaptada. A partir da análise e estudo de soluções acústicas para esta situação, verifica-se que uma construção oriunda de sucessivas reformas e ampliações acarreta uma série de impedimentos e limitações.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através deste estudo foi possível verificar a importância da qualidade acústica nos ambientes que compõe uma Unidade Básica de Saúde. Avaliou-se as construções em si, analisando a relação com o entorno imediato e os ambientes entre si. Foram feitas avaliações físicas através de medições acústicas dos ambientes os quais foram enfatizados posteriormente pelos usuários das unidades através da avaliação comportamental realizada.

Na análise comportamental, foi destacada a percepção da situação sonora pelos usuários das duas unidades. Verificou-se o mesmo valor percentual de usuários internos que detectam ruído incômodo (89%), tanto na unidade de Milho branco, quanto na de Vila Esperança. Esta semelhança também foi atestada a partir da percepção dos usuários externos, onde 57% não detectam ruídos incômodos em ambas as UBS's analisadas.

Através deste tipo de análise, atestou-se também, a diferença do grau de satisfação entre as duas unidades, apesar destas terem concepções projetuais semelhantes. A diferenciação entre as duas unidades é o fato da UBS Vila Esperança, a qual teve 100% de satisfação por parte dos usuários internos, ser originada de um único projeto o qual foi praticamente executado em sua totalidade. A UBS Milho Branco, a qual se caracteriza por ser produto de uma seqüência de reformas e ampliações, sofreu a não execução de ambientes determinados no último projeto e a substituição de alguns materiais, por questões de ordem financeira. Certamente, estes fatores contribuíram para que o grau de satisfação com a qualidade acústica da unidade não chegasse a 45% dos usuários internos.

Ainda referindo-se à análise comportamental realizada, cabe ressaltar que, nas duas unidades estudadas, não fora detectado nenhum tipo de problema auditivo, desconforto após a jornada de trabalho ou uso de medicamentos específicos por parte dos usuários internos, conforme colocado nas questões específicas para os mesmos.

O setor de recepção e espera foi considerado um dos ambientes mais complexos deste tipo de edificação. Um condicionamento acústico que promova uma adequada

inteligibilidade da palavra falada e níveis de ruído apropriados para este ambiente torna-se necessário para a acuidade na execução das atividades exercidas. Atividades estas, que podem comprometer o atendimento geral de uma unidade ou até a saúde de seus usuários, uma vez que neste setor é feita a primeira triagem, direcionamento de pessoal e até encaminhamento para requisição de medicamentos.

Na unidade de Milho branco foi possível verificar que, com um esboço de humanização do espaço, através da instalação de um aparelho de TV, foi possível promover o entretenimento dos usuários externos, diminuindo o ruído produzido por conversas e eventuais exaltações por parte destes. Mesmo assim, a qualidade acústica encontra-se deficiente, principalmente pela falta de manutenção em esquadrias da edificação e o tipo destas adotadas na execução da obra, comprometendo também o conforto térmico deste espaço.

Viu-se também a importância do estudo da localização dos ambientes internos em função da prioridade da necessidade de privacidade em relação aos outros ambientes internos e ao meio externo. Muitas vezes, isto só é viável, se previsto no projeto, sendo limitado este tipo de alteração em um edifício existente, principalmente em EAS, onde as instalações ordinárias definem espaços de trabalhos. Citando novamente a UBS Milho Branco, a situação em que se encontram os consultórios em relação ao ruído urbano afirma contundentemente esta limitação, através da própria limitação de proposta para este setor, contida neste estudo.

Independente do local a ser instalada uma UBS, setores que necessitam de equipamentos ruidosos, tais como consultório odontológico e sala de nebulização, deverão prever impreterivelmente locais isolados acusticamente para abrigar estes equipamentos. No caso das salas de nebulização, mesmo sendo apenas uma pessoa responsável por este setor, usual nas duas unidades analisadas, constatou-se um elevado percentual de usuários internos que consideram incômodos os ruídos emitidos por este equipamento. Estes dados confirmam, não só o grau de desconforto acústico neste ambiente, mas, como este pode interferir nas atividades exercidas em outros setores vizinhos.

Os setores, os quais foram identificadas as maiores exigências por qualidade acústica (recepção, espera, consultórios e nebulização), tanto pelos usuários das unidades estudadas, como pelas atividades exercidas em cada ambiente, são igualmente identificados no estudo das duas UBS's. Por esta constatação da investigação, é possível extrapolar e afirmar que as exigências por qualidade acústica destes ambientes não são específicas das unidades pesquisadas, mas apresentadas em qualquer EAS. Neste caso, o ambiente construído, para atender aos procedimentos de saúde aponta dados que afetam a questão da saúde como um todo, isto é, do seu procedimento e não só do trabalho.

Ao final do trabalho, pode-se afirmar que a pesquisa, apesar de conclusiva aponta para a necessidade de novas observações em unidades de saúde com complexidade diferenciada em níveis de tecnologia e prestação de serviço distinto. Cabe assim indagar se esta análise em UBS pode ser elevada para outras edificações da saúde em níveis secundários e terciários, isto é, clínicas especializadas e hospitais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSIS, Mônica. **Promoção da Saúde e Envelhecimento: avaliação de uma experiência no ambulatório do Núcleo de Atenção ao Idoso da UnATI / UERJ.** Tese de doutorado em Saúde Pública, FIOCRUZ, 2004.

Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. **Norma NBR 10151 - Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas, Visando o Conforto da Comunidade.** Rio de Janeiro, 2000, 4 p.

Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. **Norma NBR 10152 - Níveis de ruído para conforto acústico.** Rio de Janeiro, 1987, 4 p.

AZEVEDO, Alberto Vieira de. **Teatros e Auditórios – Acústica e Arquitetura.** Rio de Janeiro. RC Editora, 1994.

BÁRING, João Gualberto de Azevedo. **Desenvolvimento tecnológico em acústica as edificações.** In. Tecnologia de Edificações. São Paulo: Pini: IPT, 1988. p 415 a p 424.

BÁRING, João Gualberto de Azevedo. **Isolação Sonora de Fachadas.** In. Tecnologia de Edificações. São Paulo: Pini: IPT, 1988. p 425 a p 428.

BÁRING, João Gualberto de Azevedo. **Isolação Sonora de Paredes e Divisórias.** In. Tecnologia de Edificações. São Paulo: Pini: IPT, 1988. p 429 a p 434.

BÁRING, João Gualberto de Azevedo. **Acústica de escritórios.** In. Tecnologia de Edificações. São Paulo: Pini: IPT, 1988. p 439 a p 446.

BERANEK, L.L.. **Application of NCB Noise Criterion Curves.** Noise Control Engineering Journal, v. 33 (2), p. 45-56, 1989b.

BERANEK, L.L.; BLASIER, W.E.; FIGWER, J.J.. **Preferred noise criteria (PNC) curves and their application to rooms.** Journal of Acoustical Society of America, v. 50, p. 1223-1228, 1971.

BRASIL, Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução – RDC nº 50 de 21/02/2002. Regulamento Técnico para planejamento, programação, elaboração e avaliação de projetos físicos de estabelecimentos assistenciais de saúde.** Brasília, 2002, 129 p.

BUSS, P.M. (coord. e editor). **Promoção da Saúde e a Saúde Pública. Contribuição para o debate entre as Escolas de Saúde Pública da América Latina.** Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 1998.

BUSS, P.M.,. **Promoção da Saúde e Qualidade de Vida.** *Ciência & Saúde Coletiva.* 5:163-177, 2000.

CASTRO, Jorge (org.). **Avaliação Pós-Ocupação – APO: saúde nas edificações da FIOCRUZ.** Rio de Janeiro. FIOCRUZ, 2004, 116p.

CREMONESI, José Fernando. **Ruído Urbano: natureza medição e controle.** In. Tecnologia de Edificações. São Paulo: Pini: IPT, 1988. p 447 a p 452.

COSTA, Ennio Cruz da. **Acústica Técnica.** São Paulo: Edgard Blücher, 2003. 127p.

COSTA, Ennio Cruz da. **Arquitetura Ecológica: Condicionamento Térmico Natural.** São Paulo: Edgard Blücher, 1982. 264 p.

DE MARCO, Conrado Silva. **Elementos de Acústica Arquitetônica,** São Paulo. Nobel, 1982.

DUPRÉ, Nelson. **Acústica determina arquitetura de sala de concertos com forro móvel, em estação ferroviária histórica.** in.: Revista Projeto nº. 233. Arco. São Paulo, 1999. P.40 a 47

EAGAN, M. David. **Concepts in Architectural Acoustics**. McGraw-Hill Book Company. EUA, 1972.

FERNANDES, João Candido. **Acústica e Ruídos**. Bauru-SP, Apostila montada pela autor, 2002, 95p.

FIGUEROLA, Valentina. Em Dia Com a Saúde. **Revista AU Especial Hospitais**, São Paulo, p. 24-29, set. 2002.

FLEMMING, Liane. **Conforto Lumínico e Acústico em Edificação Hospitalar: uma APO Qualitativa da Unidade de Tratamento Intensivo Neurovascular do Hospital da Beneficência Portuguesa**. Rio de Janeiro: FAU/UFRJ, 2000. 136p.

KRAUSE, Cláudia Barroso, et ali. **Bioclimatismo no Projeto de Arquitetura**. Rio de Janeiro, apostila, Proarq-DTC, 2005, 83p.

LALLI, Flavio P. **Critérios de Ruído**. In. Tecnologia de Edificações. São Paulo: Pini: IPT, 1988. p 453 a p 456.

LANIER, R. S. **What happened at Philharmonic Hall?**, in.: Architetural Forum, Dezembro, 1963. P.119 a 124.

MACEDO, Marta Ribeiro Valle. **Avaliação Pós-Ocupação de Habitações Populares**. Rio de Janeiro: FAU/UFRJ, 1999. 213p.

MONTOYA, Francisco J. Escudero. **Eletroacustica Aplicada**. Madrid. Ed. Dossat, S.A., 1954.

NOVO JÚNIOR, José Eduardo Fornari. **Síntese evolutiva de segmentos sonoros**. Campinas, SP: Tese de doutorado - FEEC/UNICAMP, 2003.

ORNSTEIN, Sheila. **Avaliação Pós-Ocupação do Ambiente Construído**. São Paulo: Studio Nobel: EDUSP, 1992. 223p.

ROSA, Lourdes Zunino. **Acústica Arquitetônica: Noções Básica**. Rio de Janeiro, Apostila montada pela autora, 1997.

SANTOS, Mauro; BURSZTYN, Ivani (Org.). **Saúde e Arquitetura: Caminhos Para a Humanização dos Ambientes Hospitalares**. Rio de Janeiro: Ed. Senac Rio, 2004. 108p.

SILVA, Vânia. Intervenção Bem-Sucedida. **Revista AU Especial Hospitais**, São Paulo, p. 30-35, set. 2002.

SILVA, Vânia. Cuidados Especiais. **Revista AU Especial Hospitais**, São Paulo, p. 36-40, set. 2002.

### **SITES CONSULTADOS**

ABDALLA, J. Gustavo Francis. **Projeto Arquitetônico de Unidades Básicas de Saúde**. Revista ROPEC-IABMG, Belo Horizonte, n. 1, 2004. Disponível em: <<http://www.iabmg.org.br/revistapropec/home.htm>>. Acesso em: 24/02/05.

BRASIL. Portaria 373, de 27 de fevereiro de 2002. Dispõe sobre o processo de regionalização e de busca de maior equidade. Disponível em: <<http://www.saude.gov.br/portarias/2002/k%20373%20APROVAR%20NORMAS%20OPERACIONAL%20%20NOAS%20SUS%201-2002.rtf>>. Acessado em: 27/06/2005.

Centrais de ar-comprimido KSS. Disponível em: <<http://grupokss.com.br>> acesso em : 08/12/2005

Fotos de Juiz de Fora. Disponível em: <<http://isal.camarajf.mg.gov.br/historia/historiafoto.html>> acesso em : 08/06/2004

Mapas de Juiz de fora, Disponível em: <<http://www.acesa.com/jfmapas/jfmapas.apl>> acesso em: 08/06/2004

SANTOS, Mauro César de Oliviera, et ali. **Os Sentidos da Humanização**. Revista ROPEC-IABMG, Belo Horizonte, n. 1, 2004. Disponível em: <<http://www.iabmg.org.br/revistapropec/home.htm>>. Acesso em: 12/04/05.

SANTOS, Mauro César de Oliviera, et ali. **Humanização e Arquitetura**. Revista ROPEC-IABMG, Belo Horizonte, n. 1, 2004. Disponível em: <<http://www.iabmg.org.br/revistapropec/home.htm>>. Acesso em: 12/04/05.

KRAUSE, Cláudia Barroso, et ali. **O Conforto Acústico em Ambientes de Saúde: Contribuição da Arquitetura para a Elaboração de Projetos de Centros Obstétricos e cirúrgicos**. Revista PROPEC-IABMG, Belo Horizonte, n. 1, 2004. Disponível em: <<http://www.iabmg.org.br/revistapropec/home.htm>>. Acesso em: 12/04/05.

PENNA, Ana Claudia Meirelles; RHEINGANTZ, Paulo Afonso. **Ambiente Construído e Promoção da Saúde**. Revista PROPEC-IABMG, Belo Horizonte, n. 1, 2004. Disponível em: <<http://www.iabmg.org.br/revistapropec/home.htm>>. Acesso em 12/04/2005.

## **ANEXOS**

**Anexo – 1: Questionário aplicado nas UBS's para avaliação  
comportamental**

QUESTIONÁRIO UNIDADE \_\_\_\_\_

DATA \_\_\_\_\_

- Este questionário faz parte de um trabalho de mestrado na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio de Janeiro (FAU-UFRJ) para avaliar as condições de conforto acústico de estabelecimentos assistenciais de saúde.  
 - Sua contribuição é importante para a conclusão da dissertação de mestrado que abordará as características acústicas essenciais para projetos de edificações na área de saúde.  
 - Obrigado pela participação!

**A identificação é opcional;**

**Quando você não sentir confortável ao responder a alguma das questões, DEIXE EM BRANCO;  
 Comentários e sugestões poderão se feitos ao final do questionário;**

### INFORMAÇÕES BÁSICAS DO ENTREVISTADO

**Nome (opcional):** \_\_\_\_\_

**Idade:** ( ) 16 a 30 anos ( ) 31 a 40 anos ( ) 41 a 60 anos ( ) acima de 61anos

**Sexo:** ( ) Masculino ( ) Feminino

**Instrução:** ( ) Fundamental ( ) Superior ( ) Outro \_\_\_\_\_

**Usuário:** ( ) Paciente ( ) Acompanhante ( ) Médico ( ) Enfermeiro ( ) Outro \_\_\_\_\_

**1 - VOCÊ ESTÁ SATISFEITO COM ESTA UNIDADE DE SAÚDE?**

( ) Não ( ) regular ( ) sim **Por quê?** \_\_\_\_\_

**2 - OS LOCAIS ONDE ESTÃO DISPOSTOS OS CONSULTÓRIOS, RECEPÇÃO, SALAS, BANHEIROS LHE AGRADA?**

( ) Não ( ) regular ( ) sim **Por quê?** \_\_\_\_\_

**3 - VOCÊ ACHA QUE OS AMBIENTES SÃO BEM VENTILADOS?**

( ) Não ( ) regular ( ) sim **Por quê?** \_\_\_\_\_

**4 - VOCÊ ACHA QUE OS AMBIENTES SÃO BEM ILUMINADOS?**

( ) Não ( ) regular ( ) sim **Por quê?** \_\_\_\_\_

**5 - EM ALGUM AMBIENTE DESTA UNIDADE DE SAÚDE, É UTILIZADO VENTILADORES?**

( ) Não ( ) Sim

**Se sim, em qual ambiente?** \_\_\_\_\_

**São suficientes para refrescar no verão?** ( ) Sim ( ) Não

**6 - DENTRO DESTA UNIDADE DE SAÚDE, VOCÊ ESCUTA O BARULHO DA RUA (TRÂNSITO, VIZINHOS)?**

( ) Não ( ) Sim **Incomoda?** ( ) Não ( ) Pouco ( ) Regular ( ) Muito

**O que mais incomoda?** \_\_\_\_\_

**Há um horário específico? Qual?** \_\_\_\_\_

**7 - EXISTE ALGUM RUÍDO OU BARULHO QUE LHE INCOMODA NESTA UNIDADE DE SAÚDE?**

( ) Não ( ) Sim

**Qual?** \_\_\_\_\_ **Aonde?** \_\_\_\_\_

**Há um horário específico? Qual?** \_\_\_\_\_

**8 - VOCÊ ACHA QUE EXISTE ALGUMA SOLUÇÃO PARA A QUESTÃO DO RUÍDO OU BARULHO?**

( ) Não ( ) Sim

**Qual?** \_\_\_\_\_

**9 - DENTRO DE CONSULTÓRIOS, VOCÊ ESCUTA VOZES DE UMA SALA VIZINHA, APARELHOS OU OUTROS RUÍDOS?**

Não  Sim **Incomoda?**  Não  Pouco  Regular  Muito

**Por quê?** \_\_\_\_\_

**Fechando a janela ou porta, melhora?**  Não  Pouco  Regular  Muito

**10 – QUANDO DENTRO DE UM CONSULTÓRIO, VOCÊ ACHA QUE ALGUÉM DO LADO DE FORA (CORREDOR OU OUTRA SALA) PODE ESCUTAR O QUE VOCÊ DIZ?**

Não  Sim

**Por quê?** \_\_\_\_\_

**Em qual sala você acha que isto acontece?** \_\_\_\_\_

**11 – NA SALA DE NEBULIZAÇÃO, EXISTE ALGUM BARULHO QUE INCOMODA?**

Não  Pouco  Regular  Muito

**Qual?** \_\_\_\_\_

**Fechando a janela ou porta, melhora?**

Não  Sim

**Você precisa falar mais alto para ser compreendido?**

Não  Pouco  Regular  Muito

**12 – NA SALA DE ODONTOLOGIA, EXISTE ALGUM BARULHO QUE INCOMODA?**

Não  Pouco  Regular  Muito

**Qual?** \_\_\_\_\_

**Fechando a janela ou porta, melhora?**

Não  Sim

**Você precisa falar mais alto para ser compreendido?**

Não  Pouco  Regular  Muito

**13 – NA SALA DE GRUPOS, EXISTE ALGUM BARULHO QUE INCOMODA?**

Não  Pouco  Regular  Muito

**Qual?** \_\_\_\_\_

**Fechando a janela ou porta, melhora?**

Não  Sim

**Você precisa falar mais alto para ser compreendido?**

Não  Pouco  Regular  Muito

**14 – NA SALA DE RECEPÇÃO, EXISTE ALGUM BARULHO QUE INCOMODA?**

Não  Pouco  Regular  Muito

**Qual?** \_\_\_\_\_

**Fechando a janela ou porta, melhora?**

Não  Sim

**Você precisa falar mais alto para ser compreendido?**

Não  Pouco  Regular  Muito

**15 – VOCÊ ACHA QUE O RUÍDO OU BARULHO CONSTANTE CAUSA PROBLEMAS?**

Não  Sim

**Que tipo de problemas?**

Irritação  Fadiga  Insônia  Stress  Outros \_\_\_\_\_

**16 – EXISTE ALGUMA SUGESTÃO OU COMENTÁRIO QUE GOSTARIA DE ACRESCENTAR?**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**A PARTIR DE AGORA, AS PERGUNTAS DESTE QUESTIONÁRIO DEVERÃO SER RESPONDIDAS SOMENTE POR AQUELES QUE TRABALHAM NESTA UNIDADE BÁSICA DE SAÚDE (UBS).**

**1. INFORME A SUA PROFISSÃO E LOCAL DE TRABALHO DENTRO DESTA UNIDADE:**

\_\_\_\_\_

**2. QUAL SUA JORNADA DE TRABALHO?**

\_\_\_\_\_ DIAS POR SEMANA  
\_\_\_\_\_ HORAS POR DIA

**3. HÁ QUANTO TEMPO TRABALHA NESTE LOCAL?** \_\_\_\_\_

Sempre no mesmo setor? ( ) Não ( ) Sim

**4. JÁ TRABALHOU EM OUTRO LOCAL?** ( ) Não ( ) Sim

Qual? \_\_\_\_\_ Por quanto tempo? \_\_\_\_\_

**5. EXERCE ATIVIDADE COM EXPOSIÇÃO A ALGUM RUÍDO?**

( ) Não ( ) Sim

Qual? \_\_\_\_\_ Qual freqüência? \_\_\_\_\_

**6. TEM QUEIXA AUDITIVA? (PERDA AUDITIVA, OTALGIA, SUPURAÇÃO, SENSAÇÃO DE PLENITUDE AURICULAR, DESCONFORTO A SONS INTENSOS, ZUMBIDO, TONTURA)**

\_\_\_\_\_

**7. TEM DIFICULDADES AUDITIVAS FORA DO AMBIENTE DE TRABALHO? (RÁDIO/TV, TELEFONE, CONVERSAÇÃO, EM PRESENÇA DE RUÍDO). ALGUÉM RECLAMA QUANTO AO VOLUME DA TV, RÁDIO OU O SEU PRÓPRIO TOM DE VOZ?**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**8. APRESENTA ALGUM DESCONFORTO AUDITIVO APÓS A JORNADA DE TRABALHO?**

\_\_\_\_\_

**9. TOMA OU TOMOU MEDICAMENTOS? QUAIS?**

\_\_\_\_\_

**Anexo – 2: Análise acústica dos corredores de acesso aos consultórios da UBS Vila Esperança**

Outra situação não apontada pelos usuários, mas verificada na avaliação técnica-constructiva, foi a predominância de materiais reflexivos nos corredores de acesso aos consultórios, podendo tornar o ambiente reverberante. Esta situação pode ser confirmada através do cálculo do tempo de reverberação abaixo. Também foram consideradas as faixas de frequências relacionadas à fala, uma vez que este é o tipo de ruído predominante neste local.

SUPERFÍCIES - MATERIAIS	S (m <sup>2</sup> )	$\alpha$		S. $\alpha$	
		500	2000	500	2000
Piso - Granilite	27.28	0.01	0.02	0.27	0.55
Vão de abertura de acesso à recepção	3.84	1.00	1.00	3.84	3.84
Vão de abertura de acesso à copa	3.84	1.00	1.00	3.84	3.84
Guichê esterilização	0.25	1.00	1.00	0.25	0.25
Porta de acesso externo (aberta)	1.89	1.00	1.00	1.89	1.89
Portas salas - madeira	18.06	0.06	0.1	1.08	1.81
Teto - laje + massa pintada	27.28	0.02	0.02	0.55	0.55
Paredes - alvenaria pintada	8.41	0.02	0.02	0.17	0.17
Adulto em pé	2	0.44	0.46	0.88	0.92
Barra de madeira (13cm) sobre alvenaria	1.26	0.05	0.04	0.06	0.05
<b>SOMATÓRIOS</b>	<b>94.11</b>			<b>12.83</b>	<b>13.86</b>
$\alpha_m \quad (\sum S\alpha / \sum S)$				<b>0.14</b>	<b>0.15</b>

Tabela de cálculo do TR do corredor de acesso aos consultórios.

**Em 500 Hz:**

$$TR_{500} = \frac{(0,161 \cdot 76,39)}{12,83} \rightarrow \mathbf{0,96 \text{ segundos em 500 Hz}}$$

Como o TR ideal é de 0,7 s em 500 Hz e o TR obtido de 0,96 s está acima do limite de tolerância de 10%, a sala é considerada reverberante nesta frequência.

**Em 2000 Hz:**

$$TR_{500} = \frac{(0,161 \cdot 76,39)}{13,86} \rightarrow \mathbf{0,89 \text{ segundos em 500 Hz}}$$

Como o TR ideal é de 0,7 s em 2000 Hz e o TR obtido de 0,89 s está acima do limite de tolerância de 10%, a sala também é considerada reverberante nesta frequência.

Mesmo ultrapassando os níveis aceitáveis da tabela de Beranek (Figura 2.22), é relevante considerar que este ambiente é um espaço de transição, ou seja, não é um

local de permanência. Portanto não existe uma necessidade de precisão no condicionamento acústico para a inteligibilidade da palavra falada. A adequação acústica sugerida neste caso é a instalação de forro acústico no teto do corredor, com a finalidade de absorver parte do ruído ali produzido, minimizando sua transmissão para o interior dos consultórios.

**Anexo – 3: Planta baixa do último projeto de reforma e ampliação da  
UBS Milho Branco**