

FACULDADE DAMAS DA INSTRUÇÃO CRISTÃ

ARQUITETURA E URBANISMO

ARTHUR BARROS RAMOS

**ANTEPROJETO ARQUITETÔNICO DE UM ESTÚDIO DE
GRAVAÇÃO E MIXAGEM EM SANTO AMARO - RECIFE**

Recife,

Novembro de 2011.

FACULDADE DAMAS DA INSTRUÇÃO CRISTÃ

ARQUITETURA E URBANISMO

ARTHUR BARROS RAMOS

ANTEPROJETO ARQUITETÔNICO DE UM ESTÚDIO DE GRAVAÇÃO E MIXAGEM EM SANTO AMARO - RECIFE

Trabalho apresentado à disciplina de Trabalho de Graduação 2, ministrado pela professora Luciana Santiago, como requisito do segundo exercício escolar. Orientado pela professora Maria Luiza e Co-orientado pelo professor Francisco Buarque.

Recife,

Novembro de 2011.

Ramos, Arthur Barros

Anteprojeto arquitetônico de um estúdio de gravação e mixagem em Santo Amaro - Recife. / Arthur Barros Ramos. Recife: O Autor, 2011.

88 folhas: il., fig.

Orientador(a): Maria Luiza

Monografia (graduação) – Faculdade Damas da Instrução Cristã. Trabalho de conclusão de curso, 2011.

Inclui bibliografia.

1.Arquitetura 2. Acústica 3. Estúdio 4. Recife

I. Título.

**720 CDU (2.ed.)
725 CDD (22.ed.)**

**Faculdade Damas
TCC 2012- 100**

Aos meus familiares, amigos e professores.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, e aos meus pais, Edson Ramos e Elisabeth Barros, e as minhas irmãs, Carol e Aline Barros pelo incondicional apoio em todos esses anos desde a escola até a conclusão do curso na faculdade.

Aos familiares, que em algum momento dessa trajetória contribuíram, incentivaram e deram apoio direto ou indireto a construção desse trabalho.

Aos amigos, que sempre estiveram ali, pela amizade e pela imensa dedicação.

Aos colegas de faculdade, que me ajudaram em tantos momentos difíceis, que me deram a gratidão de fazer o contrário, e o prazer de poder chama-los de amigos.

A todas as pessoas, que tive o prazer de conhecer, conviver e principalmente aprender, nas oportunidades de estágio.

Um agradecimento às empresas e escritórios em que tive o prazer de estagiar: Suassuna Engenharia, Consulplan e a CFL arquitetura, pela oportunidade, carinho, aprendizado e paciência que tiveram, em me ensinar os melhores caminhos a serem tomados.

Aos meus professores que nesses cinco anos de curso me fizeram crescer profissionalmente e pessoalmente. Em especial aos meus Orientadores Maria Luisa e Francisco Buarque, pela orientação, comprometimento e dedicação, e também a professora Luciana Santiago.

Meus agradecimentos a todos que de alguma forma contribuíram,

Arthur Barros.

'O artista é aquele que consegue dominar uma ***techné***' e
usá-la para realizar seu objetivo, que é a arte.'

Renzo Piano.

RESUMO

O trabalho a seguir apresenta uma pesquisa sobre acústica aplicada diretamente a arquitetura, mostrando todo o seu desenvolvimento desde a antiga Grécia, até os mais recentes estudos com alta tecnologia. A pesquisa também passa pela evolução dos estúdios de gravação e mixagem, que com o acesso mais fácil a compra de equipamentos, vem surgindo a cada dia mais estúdios sem o mínimo de proteção acústica e muitas vezes ajustado a uma sala ou garagem. Assim, esse trabalho tem como objetivo desenvolver um estúdio de gravação e mixagem, criado a partir do zero, respeitando todas as normas e peculiaridades que um projeto acústico oferece.

Palavras-chave: Acústica; Estúdio; Arquitetura.

ABSTRACT

This paper presents a research on acoustics applied directly to the architecture, showing its development from ancient Greece, until the most recent studies with high technology. The research also involves the evolution of recording and mixing studios. The easier access to purchase equipment causes an emergence of studios without a minimal acoustic protection and often placed in a room or a garage. Thus, this study aims to develop a recording and mixing studio, created from scratch, in compliance with all rules and details that an acoustic project offers.

Key words: Acoustics; Studio; Architecture.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Reflexão.....	18
Figura 2	Ecos.....	19
Figura 3	Eco palpitante	19
Figura 4	Ondas estacionárias.....	19
Figura 5	Reverberação	20
Figura 6	Mascaramento.....	20
Figura 7	Refração.....	21
Figura 8	Difração.....	21
Figura 9	Ruído.....	22
Figura 10	Teatro de Delfos, Grécia.....	24
Figura 11	Teatro de Epidauro, Grécia.....	24
Figura 12	Perspectiva de um teatro grego.....	25
Figura 13	Teatro romano de Lucus. final do século I a.C.....	27
Figura 14	Esquema do comportamento do som em um material.	37
Figura 15	Esquema do sistema massa/mola/massa.....	38
Figura 16	Vista aérea do Yb Music.....	44
Figura 17	Vista da Rua Purpuria.....	44
Figura 18	Fachada do estúdio YB Music.....	45
Figura 19	Entrada do estúdio YB Music.....	45
Figura 20	Planta baixa do estúdio YB Music.....	46
Figura 21	Sala de estar do estúdio YB Music	47
Figura 22	Copa/cozinha do estúdio YB Music	47
Figura 23	Sala de Mixagem A, do estúdio YB Music.....	48
Figura 24	Vista da Armadilha de grave	48
Figura 25	Detalhe da armadilha de grave, composta de placas de madeira com lã de rocha.....	48
Figura 26	Sala de Mixagem A.....	49

Figura 27	Vista geral do difusor.....	49
Figura 28	Detalhe aproximado do difusor, modelo feito com madeira em diferentes níveis.....	49
Figura 29	Antecâmara	50
Figura 30	Antecâmara	50
Figura 31	Vista da porta artesanal, estúdio A.....	50
Figura 32	Detalhe da porta artesanal, estúdio A.....	50
Figura 33	Detalhe da porta industrializada, estúdio B.....	51
Figura 34	Detalhe da porta industrializada, estúdio B.....	51
Figura 35	Vista geral do estúdio A.....	51
Figura 36	Sala de mixagem A.....	52
Figura 37	Sala de mixagem A.....	52
Figura 38	Estúdio A.	52
Figura 39	Estúdio A.....	52
Figura 40	Estúdio A.....	52
Figura 41	Estúdio A.....	52
Figura 42	Sala de mixagem B.....	53
Figura 43	Sala de mixagem B.....	53
Figura 44	Estúdio B.....	53
Figura 45	Detalhe da esquadria, estúdio B.....	53
Figura 46	Estúdio B.....	53
Figura 47	Estúdio B.....	53
Figura 48	Sala de mixagem C.....	54
Figura 49	Sala de mixagem C.....	54
Figura 50	Sala de mixagem C.....	54
Figura 51	Sala de mixagem C.....	54
Figura 52	Vista aérea do Casona.....	55
Figura 53	Rua Major Méd. Vicente F. de Matos.....	55
Figura 54	Rua Major Méd. Vicente F. de Matos.....	55
Figura 55	Planta Baixa Térreo.....	56

Figura 56	Planta baixa porão.....	57
Figura 57	Jardim e casa.....	58
Figura 58	Jardim e casa.....	58
Figura 59	Jardim	58
Figura 60	Casa.....	58
Figura 61	Sala de estar do 1º pavimento.....	58
Figura 62	Suíte, 1º pavimento.....	58
Figura 63	Biombos, estúdio A.....	59
Figura 64	Exemplos dos biombos sendo utilizados.....	59
Figura 65	Vista superior do estúdio A.....	60
Figura 66	Estúdio A.....	60
Figura 67	Detalhe do teto, estúdio A.....	60
Figura 68	Vista da esquadria, estúdio A.....	61
Figura 69	Vista do vitral por dentro do estúdio A.....	61
Figura 70	Vista do vitral por fora.....	.61
Figura 71	Vista da porta, estúdio A.....	.62
Figura 72	Detalhe do tipo de fechadura da porta.....	62
Figura 73	Estúdio B.....	62
Figura 74	Estúdio B.....	62
Figura 75	Detalhe do teto, estúdio B.....	.63
Figura 76	Sala de Mixagem.....	.63
Figura 77	Aparelhos na sala de Mixagem.....	.63
Figura 78	Sala de Mixagem.....	. 64
Figura 79	Sala de Mixagem.....	64
Figura 80	Vista aérea do Casona.....	65
Figura 81	Planta baixa do estúdio da faculdade AESO.....	66
Figura 82	Estúdio.....	67
Figura 83	Rádio.....	67
Figura 84	Estúdio.....	..68

Figura 85	Detalhe da porta do estúdio.....	68
Figura 86	Detalhe da porta da rádio.....	68
Figura 87	Planta baixa do estúdio da faculdade AESO.....	69
Figura 88	Estúdio.....	69
Figura 89	Sala de Mixagem.....	69
Figura 90	Estúdio.....	70
Figura 91	Detalhe da Janela.....	70
Figura 92	Localização do terreno.....	74
Figura 93	Vista frontal do terreno, atualmente no local, ainda existem ruínas de um galpão.....	75
Figura 94	Vista frontal do terreno, atualmente no local, ainda existem ruínas de um galpão.....	75
Figura 95	Vista interna do terreno.....	75
Figura 96	Vista interna do terreno.....	75
Figura 97	Vista interna do terreno.....	75
Figura 98	Vista interna do terreno.....	75
Figura 99	Entorno	76
Figura 100	Entorno.....	76
Figura 101	Entorno.....	76
Figura 102	Entorno.....	76
Figura 103	Entorno.....	76
Figura 104	Entorno.....	76
Figura 105	Entorno	77
Figura 106	Entorno.....	77
Figura 107	Entorno.....	77
Figura 108	Entorno	77

Quadro 1	Níveis aceitáveis de ruídos em Db.....	40
Quadro 2	Limite de tolerância para ruídos contínuos.....	42
Quadro 3	Resultado da operação que define as providências a serem tomadas em nível de ruído coletivo.....	43
Quadro 4	Análise comparativa dos estudos de caso.....	..71
Quadro 5	Parâmetros urbanísticos.....	78
Tabela 1	Programa e pré-dimensionamento.....	..80

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	pg.14
1. ESTÚDIO	pg.17
1.1 DEFINIÇÃO	pg.17
1.2 TIPOS	pg.17
2. SOM	pg.18
2.1 CONCEITO	pg.18
2.2 FENÔMENOS SONOROS	pg.18
3. ACÚSTICA	pg.23
3.1 CONCEITO	pg.23
3.2 TEATROS GREGOS E ROMANOS O INÍCIO DA ACÚSTICA	pg.23
3.3 HISTÓRICO DOS PROCESSOS DE GRAVAÇÃO DE AUDIO E A EVOLUÇÃO DOS ESTÚDIOS	pg.27
3.4 ACÚSTICA ARQUITETÔNICA	pg.36
3.5 COMPORTAMENTO ACÚSTICO DOS MATERIAIS	pg.36
3.5.1 MATERIAIS E SISTEMAS DE ISOLAMENTO ACÚSTICO	pg.37
3.6 SISTEMA MASSA/MOLA/MASSA	pg.38
4. INTERFERÊNCIA DO RUÍDO NA SAÚDE HUMANA	pg.39
4.1 DOSES DE RUÍDO	pg.41
5. ESTUDOS DE CASO	pg.44
5.1 YB MUSIC ESTÚDIOS	pg.44
5.2 CASONA	pg.55
5.3 AESO	pg.65
5.4 ANÁLISE COMPARATIVA	pg.71

6. PROPOSTA ARQUITETÔNICA	pg.73
6.1 HISTÓRICO DO BAIRRO	pg.73
6.2 ANÁLISE DO TERRENO	pg.74
6.3 ANÁLISE DO ENTORNO E VIAS	pg.76
6.4 LEGISLAÇÃO RELATIVA AO TERRENO	pg.78
6.5 PROGRAMA BÁSICO E PRÉ-DIMENSIONAMENTO	pg.80
6.6 MEMORIAL ARQUITETÔNICO	pg.81
CONSIDERAÇÕES FINAIS	pg.84
REFERÊNCIAS	pg.85
BIBLIOGRAFIA	pg.86
APÊNDICE	pg.87

INTRODUÇÃO

Esta cada vez mais comum, a criação de estúdios de música independentes nas grandes cidades de todo mundo. Esses estúdios não oferecem uma estrutura adequada, tem custo baixo ou mais acessível do que os estúdios que possuem uma infraestrutura de primeira qualidade.

O crescimento de estúdios clandestinos está ligado ao grande número de profissionais qualificados, que tem surgido principalmente desde a década de 70, no século passado. Esse aumento se deu também pela facilidade cada vez maior de se aprender e comprar um instrumento musical, além de cursos profissionalizantes na área de áudio. Ao mesmo tempo em que o número de músicos e bandas cresceu os estúdios não acompanharam esse crescimento, apesar de que a cada dia novas tecnologias e materiais isolantes entram no mercado. Todavia por serem muito caros, torna-se inviável a sua aplicação.

Desde então, alguns espaços têm sido criados, tentando mudar essa visão, que na maior parte são reformas em casas (reformas por sinal bem feitas), mas que poderiam ter buscado alternativas mais adequadas, se fosse guiado por um projeto arquitetônico e acústico.

Em Pernambuco, a cultura musical sempre esteve muito presente, desde Luiz Gonzaga até os mais contemporâneos como Chico Science e Nação Zumbi, e Lenine. Mas, Recife está com um déficit muito grande em estúdios de gravação, fazendo com que ícones da nossa música, se desloquem para outros estados a fim de gravarem seus trabalhos.

A partir dos problemas apontados anteriormente, se justifica a criação de um espaço destinado à gravação, para que a cidade do Recife comesse a se tornar um lugar de referência no cenário de gravação e mixagem. Este fato evita o êxodo de grandes artistas que procurem outras capitais para desenvolver seu trabalho com mais qualidade.

Outro ponto que deve ser destacado é o estudo de novas técnicas, e materiais de

isolamento acústico que vem surgindo no mercado estrangeiro, e que ainda são pouco exploradas no mercado nacional.

Pode-se também tomar como justificativa pessoal, visto que o autor tem a música como uma grande paixão, e participado de algumas bandas no decorrer de sua adolescência, encontrando muitas dificuldades para gravar um material DEMO (material para demonstração), para fazer melhor divulgação do seu trabalho.

O local escolhido para a implantação do Estúdio é a Rua da Aurora, no Bairro de Santo Amaro, na cidade do Recife, pois depois da revitalização sofrida esta se tornando um “point” da noite recifense, gerando uma movimentação cultural, outra curiosidade do ambiente escolhido, é que a raiz do movimento mangue beat nasceu nesse bairro. Além de que o local é bastante privilegiado geograficamente pela vista do Rio Capibaribe.

Diante de tudo já explicado acima, o objetivo do estudo é desenvolver um Estúdio para gravação e mixagem que se torne uma referência, tanto pelo projeto arquitetônico quanto pelo acústico. Como objetivos específicos, temos: Criar uma edificação com isolamento acústico, evitando ruídos do exterior para o interior e vice-versa; projetar salas para receber diferentes tipos de estilos musicais, fazendo com que todas fiquem com uma boa ambiência, inteligibilidade do som, e atinjam T.O.R. (tempo ótimo de reverberação); e projetar um prédio acessível a todos, e que o edifício saiba aproveitar os elementos naturais do entorno (luz, vento).

A metodologia empregada nesse trabalho será dividida em quatro partes. A primeira delas é a pesquisa bibliográfica baseada em livros, artigos e revistas nacionais e internacionais sobre o assunto, como por exemplo, a apostila do Prof. João Cândido Fernandes, e o livro Acústica Arquitetônica, de Regio Paniago.

No segundo momento serão realizados três estudos de caso, o YB Music Estúdios localizado em São Paulo, o estúdio da faculdade AESO em Olinda, e por ultimo o Estúdio Casona em Jaboatão, estes escolhidos por serem bons exemplos a serem seguidos. Nessas visitas serão relacionados os materiais que farão parte do isolamento das áreas que necessitarão de uma intervenção acústica, e definição de ambientes necessários.

Na terceira etapa será feita um estudo da área, assim como a legislação que a rege.

Na quarta e ultima parte, serão realizadas as etapas pré-projetuais e a elaboração do anteprojeto.

O trabalho será dividido em sete capítulos. No primeiro será feita uma introdução sobre o conceito de estúdios, com sua definição e os vários tipos que o usuário pode encontrar no mercado. No segundo capítulo, será abordado o conceito do som e alguns de seus fenômenos como: reflexão, ecos, eco palpitante, ondas estacionárias, reverberação, mascaramento, refração, difração, interferência, ressonância e ruído.

No terceiro capítulo, será visto um conceito geral sobre acústica, seu conceito e em que momento da história ela começou a ser utilizada. Neste mesmo capítulo será feito um breve histórico sobre os estúdios de gravação e seus equipamentos. O conceito de acústica arquitetônica e o comportamento acústico dos materiais também serão explicados nesse capítulo.

No capítulo seguinte, veremos a interferência que o ruído (qualquer som indesejado) causa na saúde humana, e quais as normas que foram feitas para tentar amenizar esses efeitos ruins que chegam a levar a surdez.

No quinto capítulo, será feita a apresentação e análise dos estudos de caso realizados. No sexto capítulo do trabalho será feita a caracterização da área onde o projeto será implantado, o estudo do entorno e do terreno, assim como a das leis que estão presentes na região.

No ultimo capítulo da primeira fase do trabalho, serão expostas as fases pré-projetuais, definição do programa, dimensionamento, estudos de volume e por último o anteprojeto de um estúdio de gravação e mixagem.

1. ESTÚDIO

Neste capítulo, veremos uma breve definição sobre estúdio, e alguns exemplos de alguns que trabalham com som.

1.1 DEFINIÇÃO

Estúdio: **1** é um espaço físico delimitado no qual um ou mais artistas projetam e realizam seus trabalhos; ateliê, **2** recinto apropriado e equipado para a realização de determinados trabalhos, como gravação sonora ou de imagem, revelação de filmes etc. (Houaiss, 2001, p.)

1.2 TIPOS

Há vários tipos de estúdios, cada um com um determinado fim específico. Entretanto, neste estudo daremos ênfase aos que trabalham com áudio (gravação e mixagem).

Abaixo veremos alguns tipos de estúdios que trabalham com som:

Estúdio de gravação, espaço utilizado para gravação e produção de som. Esse espaço é dividido em duas partes: a primeira é o ‘estúdio’ propriamente dito, onde o artista ou banda fica para tocar; a segunda é a ‘sala de controle’, onde ficam todos os equipamentos de gravação e manipulação do som.

Estúdio de mixagem, esse ambiente pode ser a ‘sala de controle’ de um estúdio de gravação, ou uma sala única. Ele não precisa de um ‘estúdio’.

Estúdio de ensaio, como o próprio nome diz, esse espaço é utilizado para o ensaio das bandas. É diferente do primeiro tipo, explicado no texto anterior (estúdio de gravação), nele para cada sala de estúdio precisará de uma ‘sala de controle’ ou não, em um estúdio de ensaio muitas vezes pode ter uma ‘sala de controle’ (nesse caso a sala de controle só terá função de manipulação do som), para dois ou três estúdios.

2. SOM

Neste capítulo, será abordado o conceito de som, e alguns de seus fenômenos.

2.1 CONCEITO

O som é toda vibração ou onda mecânica gerada por um corpo vibrante, passível de ser detectada pelo ouvido humano. A partir da fonte, o som se propaga em todas as direções, segundo uma esfera. Entretanto, dependendo da fonte sonora, pode haver uma maior concentração de energia em um determinado sentido evidenciando-se assim seu direcionamento. O som requer um meio qualquer para se propagar (sólido, líquido ou gasoso). Dessa forma, pode-se concluir que o som não se propaga no vácuo (PANIAGO, 2010).

2.2 FENÔMENOS SONOROS

Este tópico será voltado para a definição de alguns fenômenos sonoros que podem ocorrer tanto em locais abertos, quanto em locais fechado. São elas:

Reflexão: Ocorre quando o som, ao se propagar, colide com uma superfície e retorna ao meio de origem.

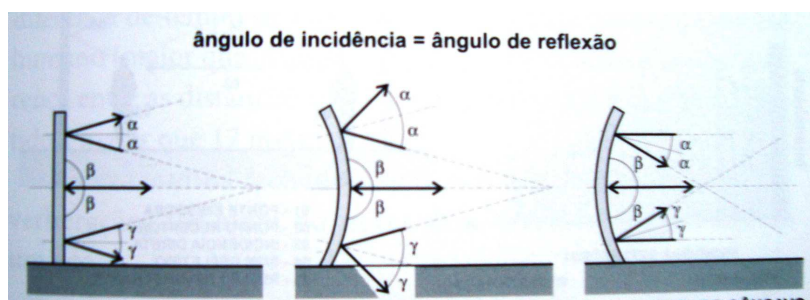


FIGURA 1: Reflexão

FONTE: PANIAGO, 2010

Ecos: O eco acontece quando recebemos sucessivamente um som com sua repetição mais ou menos fiel um instante depois, sendo percebidos separadamente. O processo é complexo e compreende relações de tempo com relações de intensidade entre o som original e o eco, mas, de forma geral, dizemos que poderá

existir eco se a diferença entre o caminho percorrido pelo primeiro som refletido for maior do que 17 metros.

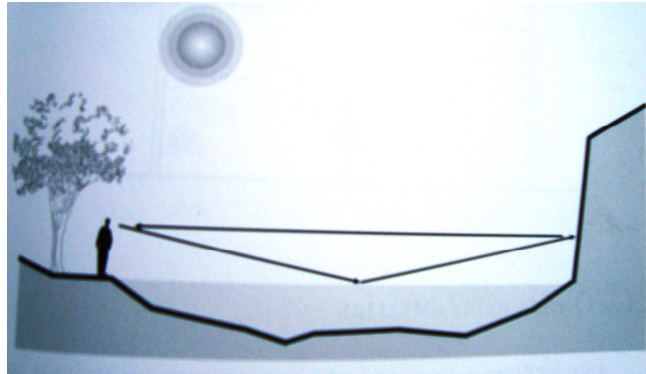


FIGURA 2: Ecos

FONTE: PANIAGO, 2010

Eco palpitante: o eco é classificado como palpitante quando se observam sucessivas reflexões entre paredes de uma sala (PANIAGO, 2010).

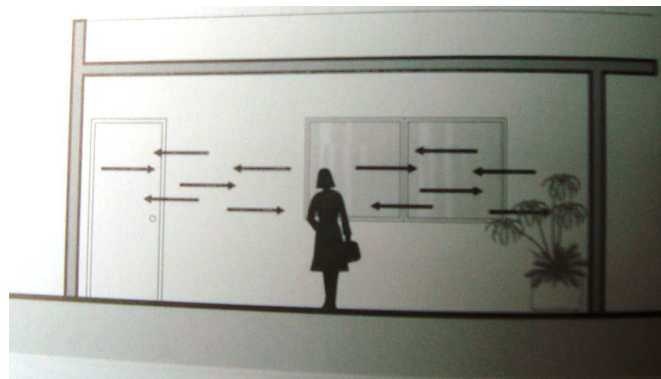


FIGURA 3: Eco palpitante

FONTE: PANIAGO, 2010

Ondas estacionárias: este fenômeno ocorre basicamente em lugares fechados com paredes que formam ângulos menores que 90° , e consiste na superposição de duas ondas de igual frequência, amplitude, comprimento, mas que se propagam em sentidos opostos.

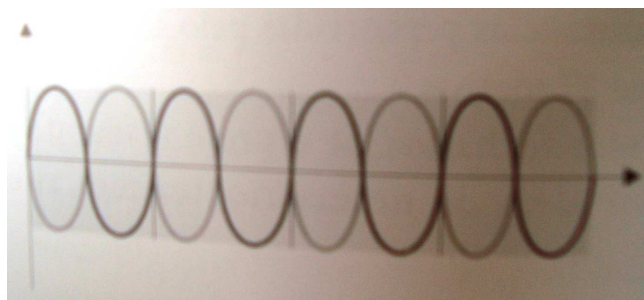


FIGURA 4: Ondas estacionárias

FONTE: PANIAGO, 2010

Reverberação: consiste no prolongamento necessário de um som produzido, a título de sua inteligibilidade em locais mais afastados da fonte produtora. Isso se dá basicamente em recintos fechados. Esse prolongamento deverá ser maior quanto maior for à distância entre a fonte e a recepção, ou ainda, quanto maior for o volume interno do recinto.

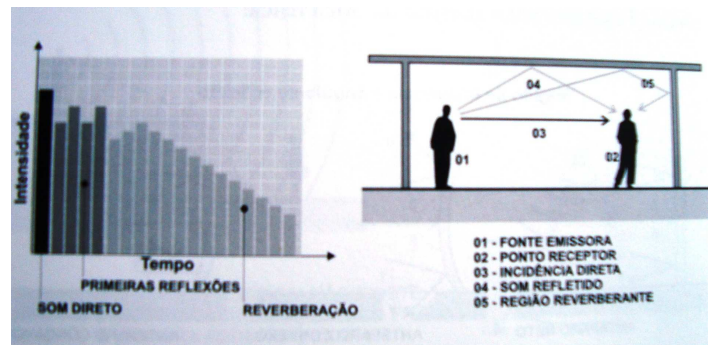


FIGURA 5: Reverberação

FONTE: PANIAGO, 2010

Mascaramento: A existência de outro som, simultâneo àquele que queremos ouvir, causa uma superposição de vibrações da membrana basilar, perturbando a sua percepção.

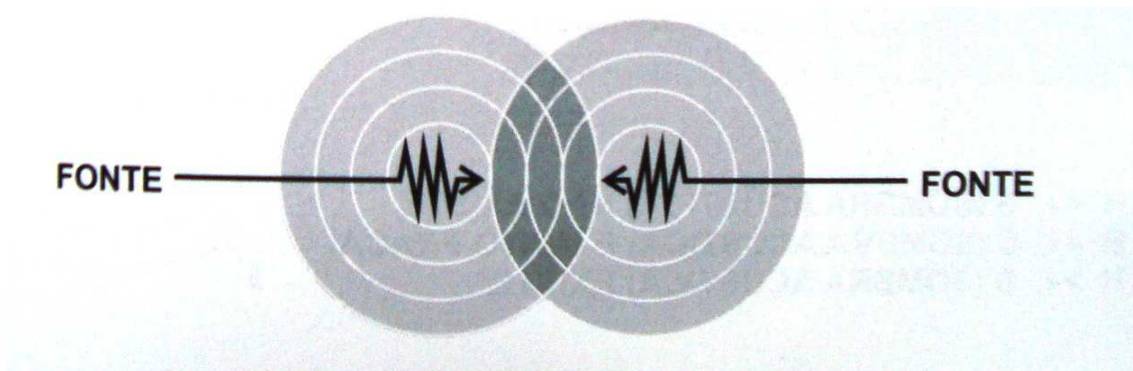


FIGURA 6: Mascaramento

FONTE: PANIAGO, 2010

Refração: Ocorre quando o som se propaga de um para outro meio. Esse caso a velocidade de propagação e o comprimento de onda se alteram, mas a frequência permanece constante.

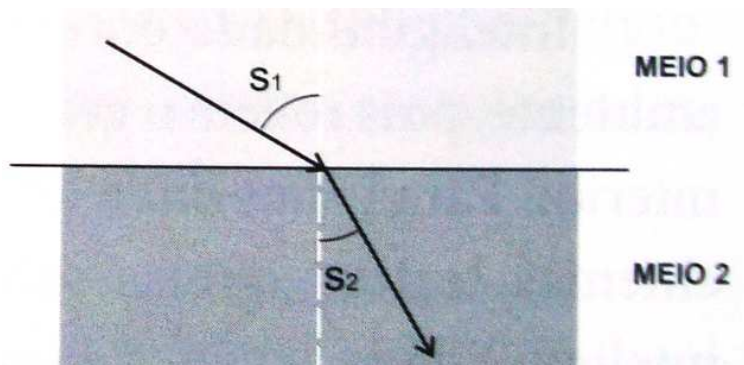


FIGURA 7: Refração

FONTE: PANIAGO, 2010

Difração: Consiste no fato de o som poder contornar obstáculos ao se propagar, mudando sua direção e reduzindo sua intensidade.

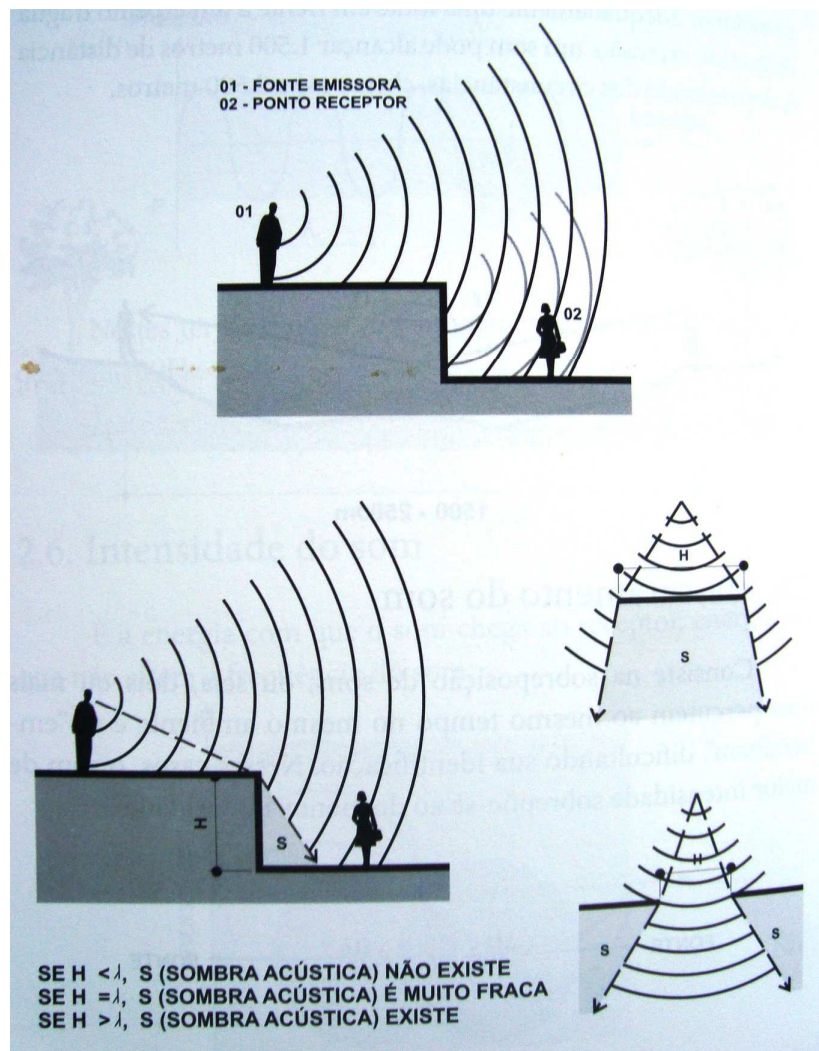


FIGURA 8: Difração

FONTE: PANIAGO, 2010

Interferência: Ocorre quando dois ou mais sons se propagam ao mesmo tempo em um mesmo meio.

Ressonância: Fenômeno que altera a intensidade das ondas sonoras dentro de uma sala. É mais notável nos sons graves e em salas pequenas, podendo aumentar ou diminuir consideravelmente a audição de determinadas frequências.

Ruído: Subjetivamente ruído é toda sensação auditiva desagradável ou insalubre. Fisicamente é todo fenômeno acústico não periódico, sem componentes harmônicos definidos. O ruído é um som de grande complexibilidade, resultante da superposição desarmônica de sons provenientes de várias fontes. Seu espectro¹ sempre será uma confusa composição de harmônicas sem qualquer classificação ou ordem de composição. Normalmente seu espectro é de banda larga (de frequências), compacto e uniforme, sendo comum aparecer uma maior predominância de uma faixa de frequências (graves, médias ou agudas) (FERNANDES, 2009).

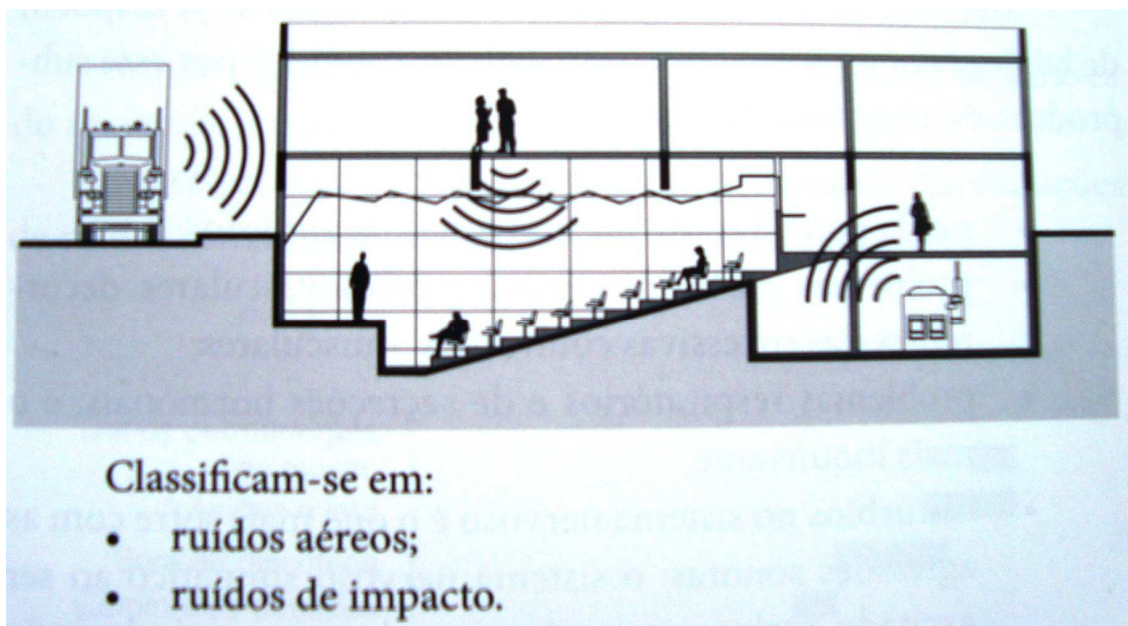


FIGURA 9: Ruído

FONTE: PANIAGO, 2010

¹ O espectro de um som se refere à relação entre amplitude e frequência de um som complexo (Cândido, 2009, pag.21).

3. ACÚSTICA

Neste capítulo, veremos o conceito geral de acústica, onde ela começou a ser pensada com fins de melhorar a propagação do som, e a acústica arquitetônica que temos hoje em dia.

3.1 CONCEITO

Acústica é a parte da Física que estuda as oscilações e ondas ocorrentes em meios elásticos, e cujas frequências estão compreendidas entre 20 e 20.000 Hz. Estas oscilações e ondas são percebidas pelo ouvido como ondas sonoras².

A unidade utilizada na medida da intensidade do som, correspondente à décima parte do bel, correspondendo, pois, a 10 vezes o logaritmo decimal da razão das potências. Símbolo: dB. (PANIAGO, 2010).

3.2 TEATROS GREGOS E ROMANOS O INÍCIO DA ACÚSTICA

A preocupação com a acústica já é bastante antiga. Na Grécia clássica (séc. IV A.C.) foram construídos os primeiros teatros ao ar livre, com capacidade aproximadamente de 5.500 pessoas no teatro de delfos e 14.000 pessoas no teatro de Epidaurus. O teatro grego como destaca Silva (2002) “Era um local mais para ver que para ouvir”. Eram áreas escolhidas de acordo com as limitações e a funcionalidade da construção, onde vários fatores antes da escolha eram observados, inclusive a distribuição sonora.

As dificuldades relativas aos meios de propagação, e isolamento de ruídos sonoros eram tão escassas quanto aos materiais, e as técnicas construtivas para se executar um teatro. Ao analisar os aspectos acústicos nos teatros gregos é necessário compreender que os meios de propagação do som existentes restringiam-se apenas as condições naturais naquela época.

² Ondas sonoras: São os resultados das oscilações de moléculas do meio de propagação, em torno de suas posições de equilíbrio (PANIAGO, 2010).



FIGURA 10: Teatro de Delfos, Grécia.

FONTE: Google imagens, acessado em mar.,2011.

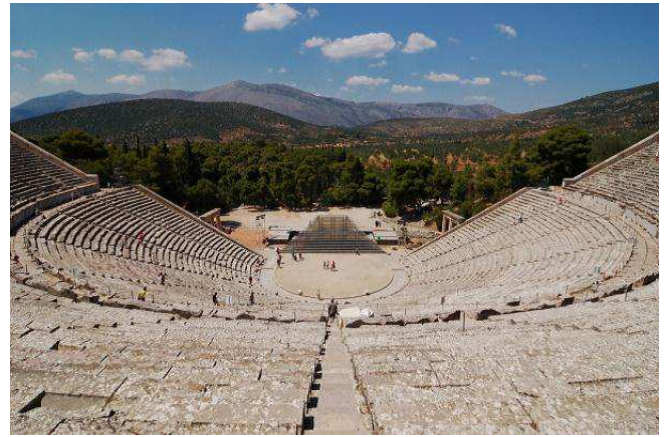


FIGURA 11: Teatro de Epidauro, Grécia.

FONTE: Souza, 2006.

Sem o auxílio de equipamentos eletroacústicos, a primeira iniciativa dada pelos gregos era construir os teatros em locais mais afastados dos centros comerciais, pois eles eram os grandes emissores de ruídos sonoros. Segundo o grupo de acústica da Universidade de Berlim, liderado por Kurer (SRESNEWSKY, 2009), o silêncio do local é o fator decisivo para a ótima acústica do teatro grego. Eles acreditavam que a partir de um bom isolamento do teatro haveria um aumento da intensidade do som emitido pelos atores em direção à plateia.

É registrado também que nas apresentações teatrais os gregos utilizavam máscaras com enormes bocas. Estas máscaras não possuíam apenas um caráter estético, serviam como espécie de megafones rudimentares que amplificavam as ondas sonoras emitidas pela voz dos atores alcançando maiores distâncias. Para Silva “Os atores usavam máscaras que não só destacavam suas figuras como também amplificavam suas vozes” (2002).

Outro aspecto visto foi o posicionamento do teatro nas colinas, determinado pelo favorecimento da direção dos ventos em relação ao palco e plateia, uma vez que o vento funcionaria como meio de propagação do som emitido pelos atores até a plateia, durante as apresentações. Segundo Pollio (SRESNEWSKY, 2009) um dos fatores que contribuíram para o bom funcionamento acústico do teatro grego foi o posicionamento do teatro em relação à orientação do vento.

A forma geométrica e o escalonamento das arquibancadas, além de garantir uma qualidade visual, permitiam uma distribuição mais uniforme do som. O palco, rodeado pela plateia no ângulo de 270° impedia a presença de pessoas localizadas por trás das fontes emissoras. Uma vez que a propagação da onda sonora se dava de forma direta com o auxílio dos ventos, enquanto o uso do escalonamento nas arquibancadas permitia o alcance do som até os últimos assentos sem a perda de sua intensidade devido à ausência de barreiras acústicas.



FIGURA 12: Perspectiva de um teatro grego.

FONTE: Liriah, 2001.

Os fatores climáticos exerceram uma importante contribuição para o desempenho das ondas sonoras, pois a umidade e a baixa temperatura nos teatros gregos influenciavam a propagação do som e qualificava a sua intensidade durante as apresentações, devido ao fenômeno natural denominado de “Acústica térmica”. Este fato induziu os gregos, a construírem os teatros sempre próximos às áreas com alta umidade. Os espetáculos eram realizados logo ao amanhecer e devido à evaporação do orvalho depositado durante a noite, tornava o ar mais úmido, auxiliando na propagação do som. Segundo Sresnewsky (2009) Um dos fatores responsáveis pela escolha do posicionamento dos teatros gregos em relação a outras áreas da cidade, dava-se pelo conhecimento da Acústica Térmica.

Porém a descoberta feita pelos engenheiros e pesquisadores Declercq e Dekeyser do Geórgia Institute of Technology, em Atlanta (EUA). O fator determinante que contribui para a excelente acústica do teatro de Epidaurus não era a inclinação da plateia, nem o posicionamento do teatro em relação ao vento ou até mesmo as máscaras utilizadas como megafones como relatavam outras teorias, mas os materiais que compunham os assentos.

As fileiras de assentos eram formadas por um material sulcado e enrugado de pedra calcária a qual era a própria estrutura do teatro e funcionavam como um eficiente filtro acústico, no qual as frequências de até 500 hertz eram absorvidas, como no caso dos murmúrios, enquanto que as acima disso eram refletidas favorecendo as altas frequências emitidas pelos atores no palco em direção ao público possibilitando a chegada das suas vozes até o fundo do teatro.

Segundo Declercq (FOLHA ONLINE-CIÊNCIA, abril 2007) “as vozes de frequência mais baixa produzidas por alguns atores, eram eliminadas por outros ruídos também de frequência baixa (como murmúrios), mas poderiam ser compreendidas graças ao fenômeno, que ocorre no cérebro humano, capaz de reconstruir frequências que faltam, permitindo à pessoa perceber sons incompletos”.

Em busca de melhores resultados acústicos, o desenho do teatro de Epidaurus foi reproduzido em novas construções gregas, provavelmente só não sabiam o verdadeiro motivo que levou o teatro a ser considerado como de melhor e eficaz tratamento acústico na antiguidade.

Diferente dos teatros gregos na concepção do espaço arquitetônico, os romanos utilizavam os fechamentos laterais e superiores do palco com a intenção de refletir os sons que eram emitidos pelos atores, porém o desempenho das ondas sonoras não correspondia ao desejado.

Em busca de novas teorias para solucionar a propagação do som nos teatros, os romanos elaboram caixas ressonantes localizadas em baixo dos assentos através do uso de ânforas. As ânforas eram vasos utilizados para o armazenamento de água ou azeite e por possuírem superfícies reflexivas serviam como difusor, amplificando o som emitido por toda a plateia (SANT'ANA, 2009).



FIGURA 13: Teatro romano de Lucus. final do século I a.C.

FONTE: Ferreira, 2009.

3.3 HISTÓRICO DOS PROCESSOS DE GRAVAÇÃO DE AUDIO E A EVOLUÇÃO DOS ESTÚDIOS

As gravações de cilindros da última década do século XIX, e, posteriormente, de discos planos no início do século XX na Europa e Estados Unidos, para reprodução em fonógrafos e gramofones, eram feitas de maneira mecânica, onde o princípio de gravação era exatamente o inverso da reprodução.

Nesse processo os músicos se posicionavam em frente ao cone de um aparelho, o mesmo tinha uma membrana na sua extremidade mais fina e uma agulha ou estilete conectados à membrana que cortava o cilindro ou disco no momento em que a música era executada ao vivo. O posicionamento dos músicos era determinado pela intensidade sonora de seus instrumentos e às vezes pra não obstruir a passagem do som em direção ao cone.

Os primeiros estúdios que realizavam essas gravações possuíam uma estruturação muito simples, buscando apenas tentar isolar a interferência do ruído externo na sala de gravação, sendo muitas vezes utilizado qualquer local disponível para esse fim como salão de bailes ou grandes salas vazias, para onde se levavam equipamentos portáteis de gravação (SIMONS, 2006).

O advento da gravação elétrica permitiu por meio de transdutores, como os microfones, transformar a energia sonora em energia elétrica, que era mais facilmente manipulável e conseqüentemente amplificável. Assim sendo, em 1925, as grandes gravadoras como a RCA Victor e a Colômbia já haviam adotado a gravação elétrica e, em 1933, a gravação mecânica foi abandonada em todos os níveis. No

início das gravações elétricas, no começo dos anos 30, embora a amplificação já fosse um recurso disponível, as másters – disco matriz que serve para fazer a cópia de outros discos – ainda eram feitas através do corte diretamente nos discos enquanto a música era executada.

Os estúdios precisavam ser construídos de maneira a comportar uma grande quantidade de músicos, pois nessa época sempre gravava com grandes orquestras o que implicava em ter uma grande sala que acomodasse todos os músicos e instrumentos. Logo os engenheiros descobriram que as grandes salas de concertos e outros ambientes de grandes dimensões, por isso mesmo muito reverberantes, imprimiam ao som gravado uma assinatura sonora única favorecida por esses ambientes.

Essa assinatura trazia para a gravação o ambiente onde a mesma seria executada como a sala de estar de uma residência, normalmente um local com bastante reverberação. Esse conceito predominou até meados da década de 50 e era chamado de LIVE, pois o tempo de reverberação elevado de até 1s criava um ambiente acusticamente “vivo” (PASSERI JR. & BISTAFA, 2002).

Por conta dessa necessidade de espaço muito estúdios desse período eram adaptações feitas em antigas igrejas como a da Columbia localizado na 30th street em Nova York, Estados Unidos, onde havia sido anteriormente uma igreja Armênia com um pé direito de mais de 100 metros. Também muito famoso foi o *Pythian Temple Studio* da gravadora DECCA também em Nova York, Estados Unidos, e convertido de uma antiga igreja, que era grande, largo e tinha uma grande cúpula no teto bem no centro do salão. O volume dessas igrejas favorecia também uma grande quantidade de reverberação (SIMONS, 2006).

Para gravar todos os músicos dentro de um mesmo ambiente, inicialmente utilizava-se apenas um microfone. Com o tempo os engenheiros foram desenvolvendo as técnicas que permitiram adicionar mais microfones à gravação. O surgimento dos consoles de mixagem foi fundamental nesse processo, pois eles tornavam possível equilibrar o volume de diferentes instrumentos captados por vários microfones antes de se começar a gravar.

Apesar disso, a gravação era feita em mono – uma única fonte sonora -, pois os gravadores somente gravavam uma única pista nas fitas magnéticas. O surgimento da gravação em estéreo – duas fontes sonoras -, onde as cabeças de gravação eram divididas em duas e com isso possibilitava a gravação de duas pistas, surgiu em 1943 sendo amplamente adotada pelas gravadoras durante a década de 50 (HENRIQUES, 2007).

Embora a EMI tenha desenvolvido um disco estereofônico de 78 rotações em 1933, essa tecnologia, no entanto, não chegou a ser produzida em grande escala para consumo do público em geral. O estéreo tornou-se padrão na indústria inicialmente para gravações de música clássica e transmissões de rádio, no entanto muito da música pop e do jazz ainda continuariam sendo produzidos no padrão monofônico até meados dos anos 60 (FARJOUN, 2009).

Até meados dos anos 50 o conceito de *LIVE* predominou, pois os instrumentos gravados eram todos acústicos e, portanto, produziam uma pressão sonora inferior aos elétricos. O som resultante de todos sendo tocados no mesmo ambiente era perfeitamente inteligível mesmo com uma grande quantidade de reverberação.

A partir do período citado, a música pop começou a incorporar os instrumentos eletrificados que apareciam no mercado, como guitarras, baixos e pianos elétricos. A pressão sonora produzida por esses instrumentos impossibilitava a inteligibilidade em ambientes muito reverberantes. Por causa disso, até meados dos anos 60 incorporou-se nos estúdios o conceito de *DEAD*, onde o tempo de reverberação era reduzido drasticamente até 0,2s produzindo uma sala morta.

Como as características acústicas se aproximavam de uma câmara anecóica, o ambiente se tornava estressante e os técnicos se recusavam a trabalhar mais do que 30 minutos sem uma breve pausa. Esse padrão durou até meados dos anos 60 com a ampla adoção do estéreo na música pop e no jazz. Durante o restante dos anos 60 e toda década de 70, várias experiências foram sendo realizadas para se conseguir uma sala de controle e gravação ideais, mas sem muito sucesso. As reflexões sempre eram um problema que somente começariam a ser solucionadas nos anos 80 (PASSERI JR. & BISTAFA, 2002).

A gravação em estéreo, no entanto, ainda não supria uma necessidade sentida pelos engenheiros de gravação, que era a de ter uma gravação multipista com mais de dois canais que os elementos registrados nas diferentes pistas pudessem ser feitos de maneira assíncrona, ou seja, gravados em diferentes períodos de tempo.

Essa possibilidade que hoje nos é muito comum de gravar uma base, depois gravar uma voz, para, em seguida, gravar um instrumento solista, etc. era impensável antes de meados dos anos 50. Foi nesse período que Les Paul, famoso por ter seu nome associado à guitarra que criou, através de suas pesquisas com fitas magnéticas, encomendou sob medida à Ampex um gravador de três pistas o qual usou para gravar a sua esposa a cantora Mary Ford. Logo a Ampex lançaria comercialmente seu gravador de três pistas, que se tornou de uso comum na música popular, pois permitiu que se gravasse todo o acompanhamento em duas faixas e se deixasse a terceira exclusivamente para se gravar a voz do cantor.

A gravação em três canais foi muito utilizada pela indústria até meados dos anos 60 quando começaram a aparecer os gravadores de quatro canais. Com o advento desses últimos, os produtores Ingleses e Americanos inventaram cada um a seu modo, técnicas de transferência dos canais entre diferentes fitas magnéticas proporcionando com isso a possibilidade de se utilizar efetivamente mais do que quatro canais para realizar as gravações, mas sempre reduzindo o resultado final para quatro canais.

Para fazer isso basicamente eram gravados quatro canais em uma fita que eram imediatamente mixados e transferidos para um canal de uma nova fita, adicionavam-se novas gravações a essa fita e o processo era repetido para outra fita, por conta de o magnetismo fazer com que sucessivas gravações em diferentes fitas perdessem a qualidade proporcionalmente ao número de transferências que eram feitas.

Esse processo somente era possível realizar de três a quatro vezes, mas isso já permitia que se gravassem até dez canais reduzidos para quatro no final. Esse processo teve algumas evoluções, como os gravadores permitindo a transferência de canais dentro de uma mesma fita, mas basicamente trazia para o meio da produção a função da mixagem já antes do término das gravações (SIMONS, 2006).

Nos anos setenta o desenvolvimento da tecnologia propiciou o aparecimento dos gravadores de 8 pistas, 16 pistas e no final da década os de 24 pistas. Percebeu-se nesse momento uma significativa mudança no processo de gravação no que diz respeito à mixagem.

Antes de surgir a gravação multipista em mais de dois canais as decisões com relação à mixagem eram feitas antes de se começar a gravar, seja no posicionamento dos músicos em relação à fonte captadora como nos casos da gravação mecânica e da gravação elétrica com apenas um microfone, seja com o aparecimento dos consoles de mixagem com a utilização de mais de um microfone.

Com o advento dos gravadores de três e quatro canais a mixagem passou a ser executada durante o processo de gravação e não somente antes. Com o advento dos gravadores com 8 pistas e mais, o processo de mixagem foi transferido para depois da gravação, pois nesse momento era possível registrar tudo o que se queria primeiro e tomar as decisões de mixagem depois (FARJOUN, 2009).

Foi na época em que era preciso tomar as decisões antes de gravar, que as técnicas de microfonação mais evoluíram. Os melhores engenheiros de áudio eram os que sabiam posicionar os microfones dentro dos estúdios de maneira a obter a melhor captação de diferentes instrumentos em uma mesma sala.

Isso se dava pela grande dificuldade de se isolar os instrumentos, o que obrigava os técnicos a aprenderem como captar o melhor som das salas de gravação dos estúdios em que trabalhavam. Essas habilidades levavam em conta os resultados dos efeitos que a acústica das salas proporcionava.

Outra técnica desenvolvida nos anos 50 e muito usada nos anos 60 foi a câmara de eco, que consistia em uma sala de superfícies extremamente reflexivas – que podiam ser um porão, um depósito, uma escada, etc. – onde se colocavam um alto falante e um microfone. Para o alto falante se enviava o som do que se estava gravando, ao reproduzir o som em uma sala extremamente reverberante o microfone que estava do lado oposto captava o som cheio de efeito que era devolvido para a sala de controle, esse som cheio de efeito era devolvido para a sala de controle, esse som cheio de reverberação era adicionado a gosto na gravação e

consequentemente dava uma identidade peculiar à gravação em questão (SIMONS, 2006).

Embora tivesse esse nome, a câmara de eco (echo chambre) não produzia o fenômeno físico do eco, pois não tinha as dimensões necessárias para isso. Os engenheiros costumavam chamar de eco a reverberação que ouviam e isso se tornou uma nomenclatura padrão para designar a sala que era destinada a esse fim.

Outra maneira de se colocar reverberação nas gravações era feita através de recursos elétricos. Desde os anos 50 era possível utilizar os *reverbs*³ de chapa, onde o sinal elétrico da gravação era introduzido em uma chapa de metal que tinha em torno de dois metros ou mais, e de outro lado da chapa havia um ou mais captadores que faziam a transdução final desse sinal elétrico agora com mais reverberação do que antes de passar pela chapa. Esse recurso era chamado de *Plate Reverb* e pode ser conferido em vários discos de Nat King Cole desse período. Como esses aparatos eram muito grandes, foi desenvolvido o *reverb* de mola, utilizando-se do mesmo princípio do de chapa, ao fazer o sinal elétrico passar por uma mola – menor do que as chapas dos *Plate Reverbs* – com um captador do outro lado.

Os resultados de um e de outro tipo de *reverbs* elétricos eram diferentes e junto com as câmaras de eco caíram em desuso quando da introdução de máquinas digitais nos anos 80 que simulavam todos eles, no entanto a artificialidade com que os *reverbs* simulavam os analógicos é outro campo de discussão entre os que preferem recursos analógicos a digitais (SIMONS, 2006).

Apesar de nos anos 60 já existirem alguns estúdios independentes das grandes companhias, seu trabalho era voltado em sua maioria para projetos de publicidade e poucas vezes eram aproveitadas para gravações de discos considerados “profissionais”. Isso se dava pelo fato de que os equipamentos disponíveis eram muito caros, além de que as grandes companhias tinham seu próprio departamento de pesquisa que desenvolviam seus equipamentos que não eram compartilhados

³ Reverb é um efeito de eco de pouca duração que simula o instrumento ser executado num ambiente fechado de grandes dimensões (AcedoAudio, fabricante de amplificadores).

com o público em geral se tornando o diferencial dessas companhias na hora de produzirem seus projetos de discos.

Os pequenos estúdios por sua vez eram de propriedades de engenheiros que construíam seus próprios equipamentos, um bem famoso foi o *Gold Star Studio* em Los Angeles, onde muitos discos pop dos anos 60 foram gravados. Um dos proprietários do *Gold Star Studio* era David S. Gold, que ele mesmo construiu o console de mixagem e vários equipamentos do estúdio. Nos anos 70, apesar de ainda muito caros os equipamentos necessários para se montar um estúdio profissional já estavam disponíveis aos que podiam dispendir uma grande soma em tal empreitada (FARJOUN, 2009). Exemplo disso eram os Rolling Stones que possuíam um sistema de gravação completo montado dentro de um caminhão que foi usado para gravar discos de diversas bandas, entre eles o famoso Led IV do Led Zeppelin e o Machine Head do Deep Purple respectivamente em 1971 e 1972.

No final dos anos 70 começou a ser amplamente utilizado o sistema de gravação digital. No início se tratavam de máquinas que realizavam a codificação e decodificação das informações binárias utilizando como plataformas físicas o registro em fita magnética de informação digital. Por questões técnicas convencionou-se o padrão de amostragem de 44.1kHz e 16bits como formato padrão de resolução digital para o CD. Esse padrão foi estabelecido desde o início da fabricação do CD e é usado desde então.

Inicialmente as máquinas de gravação digital substituíam apenas o gravador de fita no processo de gravação em estúdio. Gradativamente alguns recursos de efeito também passaram a ser realizados por máquinas digitais, mas tudo era ainda parte do processo total. Os primeiros computadores não tinham ainda capacidade de processamento necessária para gravação e edição de áudio, e por isso, durante os anos 80 vários softwares foram sendo desenvolvidos com o intuito de atingir esse objetivo, primeiramente com duas pistas permitindo edição e masterização de um projeto já finalizado em estéreo (SIMONS, 2006).

Nessa mesma época o arquiteto e Studio designer Don Davis desenvolveu, em parceria com outros profissionais, o conceito de LEDE – Live End Dead End –, que tinha como objetivo estender o intervalo de tempo entre o som original e as suas

primeiras reflexões, de modo que o cérebro pudesse distinguir um do outro, e ignorá-las (PASSERI JR & BISTAFÁ, 2002).

A intenção era ter uma sala neutra onde o resultado obtido ali pudesse ser igualmente escutado em outra sala projetada com o mesmo conceito. Para chegar a esse resultado o ponto à frente do local de audição deveria ser revestido com materiais altamente absorventes, e o ponto atrás do local da audição com materiais reflexivos e difusores. O problema consistia que o ponto à frente do local de audição era exatamente o vidro que separa a técnica da sala de gravação.

O conceito de LEDE no entanto, serviu de base para desenvolver o de RFZ – Reflection Free Zone –, onde o técnico ficava posicionado em um local livre de qualquer reflexão, pois todas elas eram direcionadas para locais com materiais altamente absorventes. O resultado era novamente uma sala com características quase anecóica (VOETMANN, 2002).

As filosofias de LEDE e RFZ consistiam em desenvolver uma sala que não acrescentasse nada ao sinal gravado através da eliminação das primeiras reflexões. A alternativa encontrada para ambos os conceitos foi o de ESS –Early Sound Scattering –, onde a parte frontal ao técnico deverá ser altamente difusora, espalhando o som e deixando a sala “viva”, porém com uma resposta de frequência plana e boa imagem estéreo. Nos anos 90 foi desenvolvido o conceito de CID – Controlled Image Design – onde ao invés de espalhar o som à frente do técnico, a ideia é direcioná-lo para fora do local de audição através de vários ângulos de reflexão, sempre com o mesmo intuito de deixar o ambiente “vivo” porém com uma resposta de frequência plana e boa definição da imagem estéreo (PASSERI JR & BISTAFÁ, 2002).

Em 1994, a empresa OSC da Califórnia produziu um software chamado DECK que podia gravar 4 pistas digitais utilizando o processamento de um hardware desenvolvido pela Digidesign, essa combinação de hardware e software dedicados à gravação de áudio e que simulavam virtualmente quase todo o sistema necessário para gravação foi o primórdio do que hoje chamamos de DAW(Digital Audio Workstation). Posteriormente a Digidesign lançou no mercado o software Pro Tools e várias outras empresas também desenvolveram seus próprios softwares DAWs.

Essa plataforma de gravação digital se desenvolveu a tal ponto que hoje em dia já é possível ter quase todos os recursos de um estúdio profissional apenas dispondo de um computador.

A facilidade de se ter acesso a uma DAW gerou um relaxamento, no que diz respeito às salas de gravação e monitoração. É muito comum encontrar estúdios que não foram devidamente calculados e tiveram um projeto acústico pensado antes de se começar a gravar. O investimento em equipamentos costuma ser considerado mais importante do que o investimento no isolamento e condicionamento acústico do estúdio. Não raro se encontram muitos estúdios caseiros funcionando em cômodos residenciais e que chegam a produzir trabalhos para um mercado profissional mas, sem ter o nível realmente profissional para um estúdio.

Para se desenvolver trabalhos nesses locais, muitas vezes com um conhecimento adquirido somente com internet, exagera-se na colocação de colchões, cobertores e afins, produzindo um ambiente altamente absorvente por causa do espaço pequeno. Situação essa também encontrada em pequenos estúdios em áreas comerciais de pequenas dimensões. Procura-se genericamente um ambiente “morto” para a adição de efeitos digitais na criação de ambiência e espacialidade (SIMONS, 2006).

Durante 50 anos, diferentes abordagens foram realizadas para a construção de salas de controle para estúdios de gravação de áudio. Várias dessas abordagens são controversas entre si como já foi exposto ao longo do texto. Segundo Voetmann, é possível observar no campo dessas ideias expostas, alguns princípios gerais. Um desses princípios é manter uma forte simetria, para com isso buscar um equilíbrio – de estéreo e de frequências – nas gravações. Outro princípio é manter um controlado e curto tempo de reverberação para as frequências graves.

As frequências graves sempre representam o grande problema no que diz respeito às pequenas dimensões, pois devido ao grande tamanho de seu comprimento de onda, elas permanecem por mais tempo no ambiente reverberando em excesso, dificultando com isso a inteligibilidade dos sons que atuam nessa região.

3.4 ACÚSTICA ARQUITETÔNICA

É a arte e a ciência de promover condicionamento acústico adequados nas edificações, a título de se obter isolamentos convenientes e proporcionar boas condições de audibilidade.

A acústica arquitetônica é uma área de conhecimento relativamente nova, principalmente no Brasil. Uma das razões prováveis é a exigência do conteúdo em conforto ambiental na estrutura curricular universitária, gerando, ou ao menos, favorecendo produção científica específica.

Mais recentemente, é perceptível o aumento do interesse pelo assunto por parte do público em geral. Talvez, justificado pelo anseio de melhorias no desempenho acústico das edificações e, especificamente, de suas moradias.

Entretanto, com o florescimento do tema, percebe-se a divulgação exaustiva de erros conceituais, e interpretações equivocadas dos fenômenos nos meios de comunicação em geral. Dessa forma, generaliza-se um entendimento equivocado sobre materiais e componentes da edificação e seus desempenhos na edificação.

A acústica arquitetônica transcendeu, então, os teatros, igrejas, cinemas, estúdios, entre outros, passando a incorporar-se em nosso dia-a-dia: salas de aula, escritórios, grupos geradores de energia e até o impacto da chuva no telhado (PANIAGO, 2010).

3.5 COMPORTAMENTO ACÚSTICO DOS MATERIAIS

Os materiais presentes na natureza, responde acusticamente segundo a imagem a seguir:

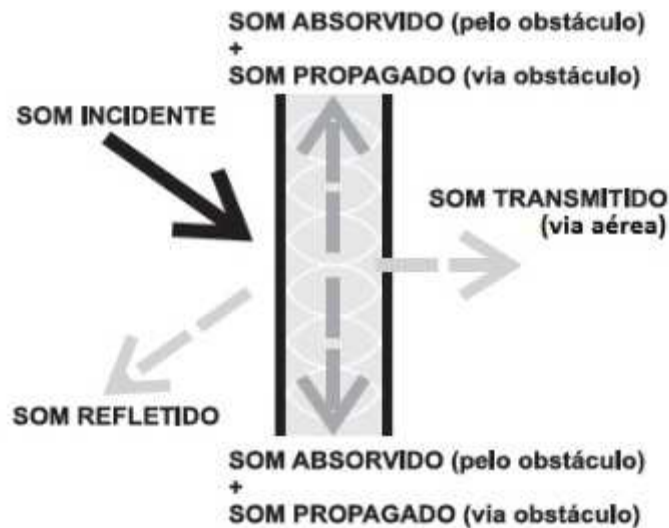


FIGURA 14: Esquema do comportamento do som em um material.

FONTE: PANIAGO, 2010.

Quando uma onda sonora colide com uma barreira, a mesma gera quatro situações diferentes: uma parte é transmitida através do material, parte é propagada através do material, parte é absorvida pela barreira e o restante é refletido para o ambiente de origem da fonte.

Pode-se dizer então que em um ambiente poderá haver duas situações, um com boa absorção acústica e outra com um bom isolamento acústico. A diferença entre elas é que na primeira o material isolante retém uma quantidade maior de ondas sonoras, transformando a mesma em energia cinética, enquanto na segunda o material reflete grande parte da energia sonora incidente, fazendo com que seja evitada a transmissão de um ambiente para o outro.

Para finalizar esses conceitos, conclui-se que um material que reflita uma grande parte de ondas sonoras será um bom isolante e mau absorvente, tendo o mesmo raciocínio para a situação inversa.

3.5.1 Materiais e sistema de isolamento acústico

A variação de pressão acústica de um determinado ambiente induz os anteparos/superfícies nas imediações a vibrarem. É esse processo vibratório que gera, do outro lado da superfície, uma fonte sonora secundária.

Constata-se então, de partida, que quanto maior for a massa da superfície em questão, menos a probabilidade dela vibrar e, conseqüentemente, de transmitir.

A aferição exata do nível de isolamento acústico IA de materiais & sistemas é obtida em laboratório (PANIAGO, 2010).

3.6 SISTEMA MASSA/MOLA/MASSA

Um aspecto relevante no que diz respeito à capacidade de isolamento acústico de sistemas de materiais, consiste em gerarmos espaços vazios em seu interior, ou ainda preenchidos com material absorvente acústico, conforme demonstrado no croqui a seguir (PANIAGO, 2010):

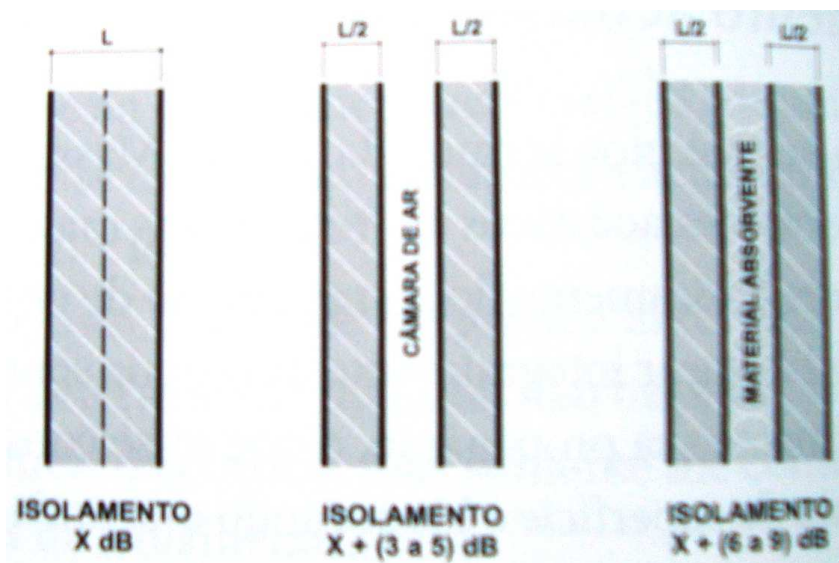


FIGURA 15: Esquema do sistema massa/mola/massa.

FONTE: PANIAGO, 2010.

Este é o efeito comumente conhecido como massa/mola/massa. Cumpre-nos comentar dois aspectos relevantes:

- Quanto maior a massa da mola maior a capacidade de isolamento acústico do sistema.
- Quanto maior o afastamento entre as placas externas, melhor o isolamento acústico obtido às baixas frequências.

4. INTERFERÊNCIA DO RUÍDO NA SAÚDE HUMANA

A exposição excessiva de alta intensidade por longa duração pode causar danos psicológicos e físicos irreversíveis. Por exemplo, a intensidade sonora das turbinas de avião e jatos a curta distância chega a 120 dB(A)⁴, valor este que causa dor e está a apenas 30 dB(A) abaixo da intensidade que causa perda instantânea de audição: 150 dB(A).

Em locais de trabalho é aconselhado o uso de protetores auriculares a partir de 85 dB(A) de ruído (o equivalente ao constatado no tráfego pesado), e o valor ideal varia em função da atividade do local, mas a partir de 65 dB(A) (equivalente à conversão normal) pode ocorrer irritação em nível psicológico e fadiga mental e física.

Isso varia de um indivíduo para o outro, em função da maior ou menor sensibilidade auditiva: o ouvido humano é diferente de pessoa pra pessoa, daí a necessidade de se estabelecer níveis de ruídos aceitáveis por aferição instrumental (PANIAGO, 2010).

O quadro a seguir, registra o nível aceitável de dB, estabelecido pela ABNT em determinados ambientes:

⁴ Unidade empregada universalmente para definir com um só valor o nível de pressão acústica (PANIAGO, 2010).

Quadro 1: Níveis aceitáveis de ruídos em dB.

NBR 10152/1987	dB(A)
Hospitais	35-45
Apart., enfermarias, berçários e centros cirúrgicos	40-50
Laboratórios e áreas de uso público	40-50
Serviços	45-55
Escolas	
Bibliotecas, salas de música e salas de desenho	35-45
Salas de aula e laboratórios	40-50
Circulação	45-55
Hotéis	
Apartamentos	35-45
Restaurantes e salas de estar	40-50
Portaria, recepção e circulação	45-55
Residências	
Dormitórios	35-45
Sala de estar	40-50
Auditórios e anfiteatros	
Sala de concertos, teatros	30-40
Salas de conferência, cinemas, de múltiplo uso	35-45
Restaurantes Bares e Confeitarias	40-50
Escritórios	
Salas de reuniões	30-40
Salas de gerência, projetos e administração	35-45
Salas de computadores	45-65
Salas de mecanografia	50-60
Igrejas e templos	
Cultos meditativos	40-50
Locais para esporte	
Pavilhões p/espetáculos e atividades esportivas	45-60

FONTE: NBR 10152/1987

Nota: o valor inferior da faixa representa o nível sonoro para conforto, enquanto o valor superior significa o nível sonoro máximo aceitável para a respectiva finalidade.

4.1 DOSES DE RUÍDO

Nos termos da Legislação de Segurança, Higiene e Medicina do Trabalho, estabeleceu-se que:

- não é permitida a exposição a níveis de ruído superiores a 115 dB(A) para indivíduos que não estejam adequadamente protegidos (ruídos do tipo contínuo e intermitente, aferidos por decibelímetro operando em circuito de compensação “A” e circuito de resposta lenta);
- o limite de tolerância aos ruídos de impacto é de 130 dB (linear) quando avaliados com equipamento apropriado. Na falta desse equipamento, será válida a leitura feita no circuito de resposta rápida e circuito de compensação “C”, admitindo-se no caso tolerância máxima de 120 dB(C) (PANIAGO, 2010).

A mesma Legislação estabelece limites de tolerância para ruídos contínuos e intermitentes conforme o que se segue:

Quadro 2: Limite de tolerância para ruídos contínuos.

Nível de ruído dB(A)	Máxima exposição diária permitida (minutos)	Máxima exposição diária permitida (horas)
80	960	16,00
81	835	13,92
82	725	12,08
83	630	10,50
84	550	9,17
85	480	8,00
86	415	6,92
87	360	6,00
88	315	5,25
89	275	4,58
90	240	4,00
91	205	3,42
92	185	3,00
93	155	2,58
94	135	2,25
95	120	2,00
96	104	1,73
97	90	1,50
98	79	1,32
99	69	1,15
100	60	1,00
101	52	0,87
102	45	0,75
103	39	0,65
104	34	0,57
105	30	0,50
106	26	0,43
107	22	0,37
108	19	0,32
109	17	0,28
110	15	0,25
111	13	0,22
112	11	0,18
113	9	0,15
114	8	0,13
115	7	0,12

FONTE: NBR 10152/1987.

Durante uma jornada de trabalho ocorrem dois ou mais períodos de exposição a níveis diferentes de ruídos. Nesses casos deverão ser considerados seus efeitos combinados conforme o que se segue:

$$(C_1/t_1) + (C_2/t_2) + (C_3/t_3) + \dots + (C_n/t_n) = \text{dose de ruído}$$

Onde C_i é o tempo total no dia que o trabalhador fica exposto a determinado nível de ruído e t_i a máxima exposição diária permissível a este nível de ruído (PANIAGO, 2010).

O resultado desta operação define as providências que devem ser tomadas em nível coletivo (no ambiente de trabalho):

Quadro 3: Resultado da operação que define as providências a serem tomadas em nível de ruído coletivo.

Valor da dose	Situação da exposição	Consideração técnica da situação	Atuação recomendada para controle
0,1 a 0,5	aceitável	-----	desejável, não-prioritária
0,6 a 0,8	aceitável	de atenção	de rotina
0,9 a 1,0	temporariamente aceitável	séria	preferencial
1,1 a 3,0	inaceitável	crítica	urgente
acima de 3,0	inaceitável	de emergência	imediate
qualquer, havendo níveis individuais acima de 115 dB	inaceitável - recomenda-se interromper a exposição	de emergência	imediate

Fonte: PANIAGO, 2010.

5. ESTUDOS DE CASO

Neste capítulo, será feita a apresentação dos estudos de caso, e por último uma análise comparativa dos mesmos.

5.1 YB MUSIC ESTÚDIOS

O estúdio fica localizado na Rua Purpurina, 434. Vila Madalena, na zona Oeste de São Paulo. A primeira impressão que fica sobre a localização da edificação, é que a mesma se localiza em uma área residencial com algum comercio, e de gabarito principalmente baixo.



FIGURA 16: Vista aérea do Yb Music.

FONTE: Google Maps. acessado em abril 2011.

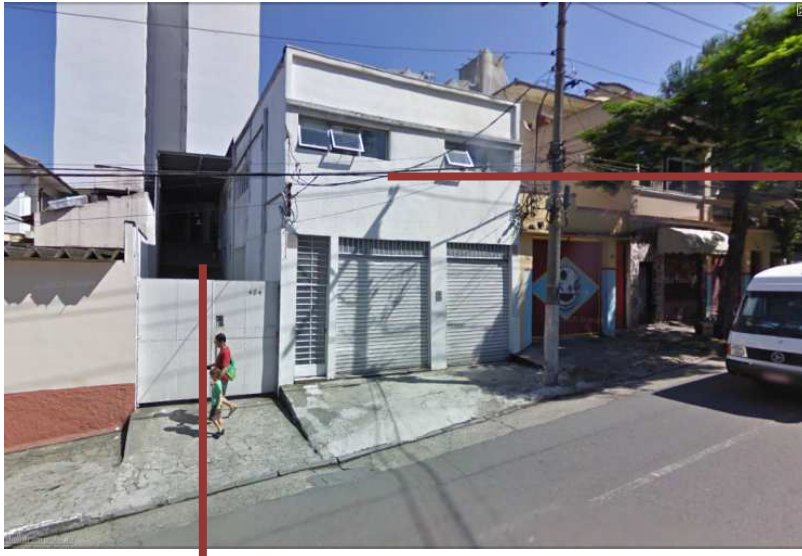
As alternativas para chegarem ao local são bastante variadas, desde carro a linhas de ônibus e metrô, mas, a dificuldade de acessibilidade para os usuários que queiram chegar a pé, não é muito boa, pois o prédio fica em uma ladeira.



FIGURA 17: Vista da Rua Purpuria

FONTE: Google Street, acessado em abril, 2011.

Além da rua não ser acessível, o projeto do prédio não é acessível, possui uma grande escadaria para chegar ao hall, dificultando inclusive a grande movimentação de cargas.



Prédio onde se localiza o YB Music.

FIGURA 18: Fachada do estúdio YB Music.

FONTE: Google Street, acessado em abril, 2011.



Escadaria que dá acesso ao prédio.

FIGURA 19: Entrada do estúdio YB Music.

FONTE: Google Street, acessado em abril, 2011.

O projeto acústico e arquitetônico da edificação sofreu algumas alterações desde a inauguração na década de 80, os projetistas dele são: André Mais, Alexandre Reina, Egídio Conde e José Augusto Mannis. O espaço está dividido em 15 ambientes, entre esses 3 estúdios (a planta fornecida pelos administradores do estúdio visitado se encontra incompleta, nela está faltando o estúdio B, a sala de mixagem para comerciais, a administração, dois banheiros e um depósito).

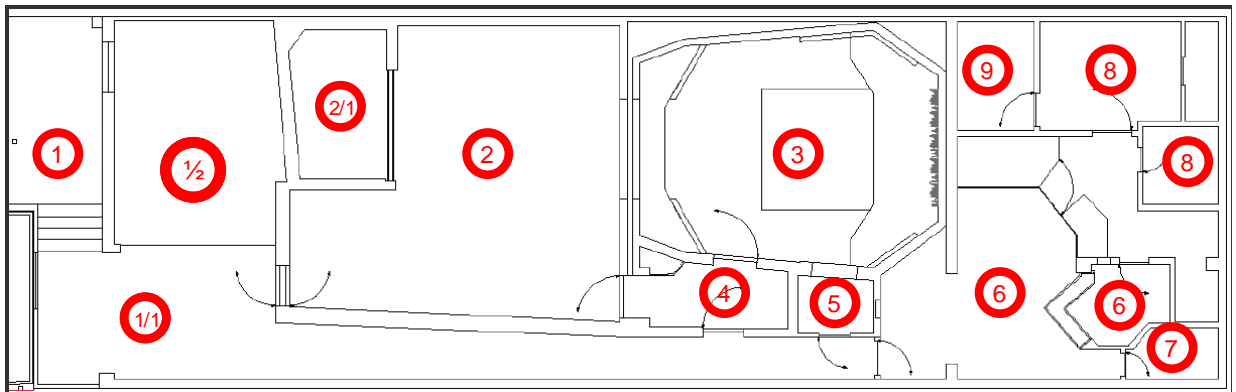


FIGURA 20: Planta baixa do estúdio YB Music.

FONTE: Yb Music.

Legenda:

- | | |
|--|---------------------------------------|
| 1- Entrada; | 4- Antecâmara; |
| 1/1- Recepção; | 5- Servidor; |
| 1/2- Sala de Estar; | 6- Copa/Cozinha; |
| 2- Estúdio A; | 7- WC; |
| 2/1- Sala de bateria, anexa do estúdio A; | 8- Depósitos; |
| 3- Sala de Mixagem, do estúdio A; | 9- Sala de mixagem desativada. |

Obs: os ambientes que não se encontram em planta, se localizam todos do lado esquerdo da mesma.

Todos os ambientes são bastante confortáveis, e possuem uma estrutura de primeira qualidade. Quanto ao condicionamento acústico, segundo os técnicos que trabalham na Yb, o T.O.R. (tempo ótimo de reverberação) é muito bom, embora os mesmos não soubessem afirmar de quanto seria.



FIGURA 21: Sala de estar do estúdio YB Music.

FONTE: Acervo do autor, 2011.



FIGURA 22: Copa/cozinha do estúdio YB Music

FONTE: Acervo do autor, 2011.

Vários são os materiais que revestem acusticamente os ambientes: lã de rocha, madeira, tecidos, carpetes, e uma tela que fica entre as camadas da parede, evitando a passagem de frequência de radio, além de difusores e armadilhas de grave. Nas fotos a seguir veremos esses dois últimos elementos, que são indispensáveis em um estúdio de gravação.

Armadilha de Grave:

Vista externa de uma das armadilhas de grave da sala técnica.

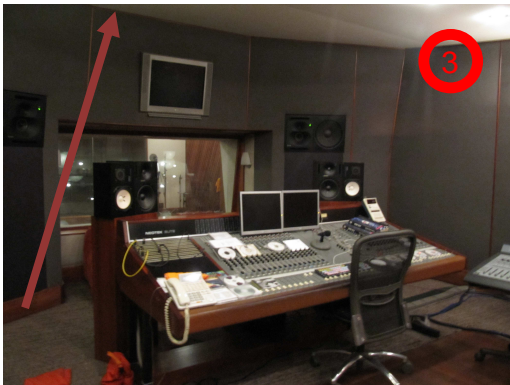


FIGURA 23: Sala de Mixagem A

FONTE: Acervo do autor, 2011.

Vista interna da armadilha de grave.

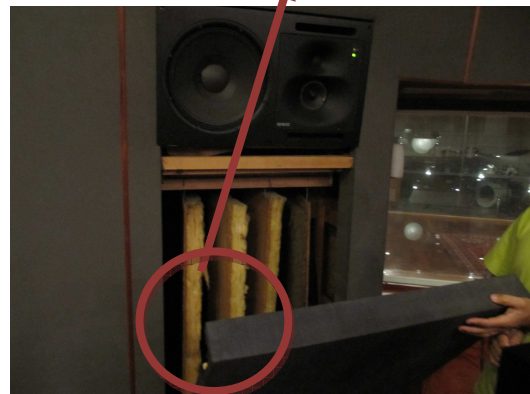


FIGURA 24: Vista da Armadilha de grave.

FONTE: Acervo do autor, 2011.



FIGURA 25: Detalhe da armadilha de grave, composta de placas de madeira com lã de rocha.

FONTE: Acervo do autor, 2011.

Difusor:

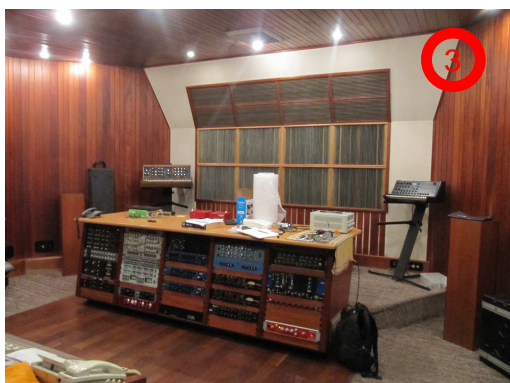


FIGURA 26: Sala de Mixagem A.

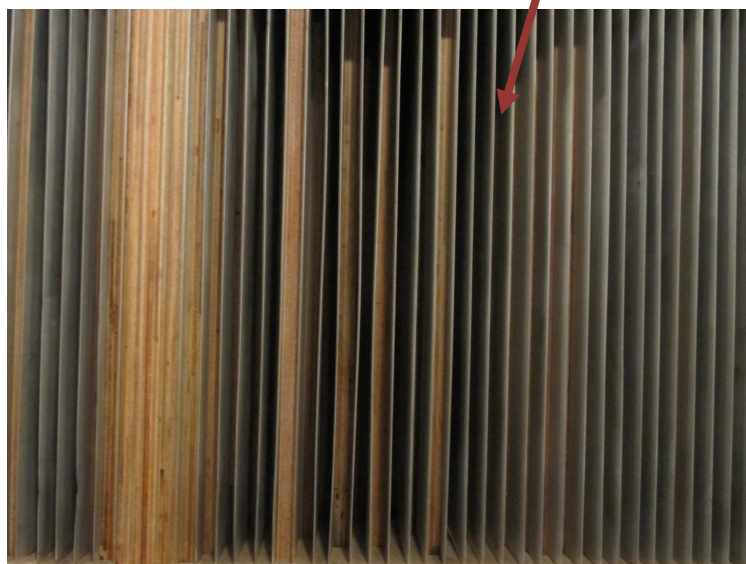
FONTE: Acervo do autor, 2011.

Vista geral do difusor



FIGURA 27: Vista geral do difusor.

FONTE: Acervo do autor, 2011.



Vista aproximada

FIGURA 28: Detalhe aproximado do difusor, modelo feito com madeira em diferentes níveis.

FONTE: Acervo do autor, 2011.

Outro elemento importante utilizado na configuração do ambiente é a utilização da antecâmara, que ajuda a minimizar os ruídos que por ventura consigam passar para o exterior.

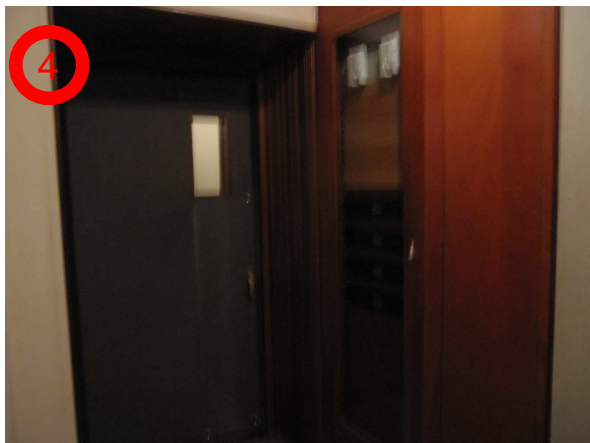


FIGURA 29: Antecâmara.

FONTE: Acervo do autor, 2011.



FIGURA 30: Antecâmara.

FONTE: Acervo do autor, 2011.

Outro item que foi visto com atenção na visita foi com relação as portas utilizadas no estúdio, nele encontramos dois tipos de portas diferentes, uma artesanal e outra industrializada. Com relação a esses tópicos o técnico que me acompanhou na visita deixou claro sua preferência pelas portas industrializadas, não pelo lado acústico e sim pela maior praticidade de manutenção. A seguir veremos imagens dos dois exemplos encontrados:

Artesanal:



FIGURA 31: Vista da porta artesanal, estúdio A.

FONTE: Acervo do autor, 2011.



Detalhe do fechamento das duas portas, com leve inclinação para os lados.

FIGURA 32: Detalhe da porta artesanal, estúdio A.

FONTE: Acervo do autor, 2011.

Industrializada:

Elemento interno da porta para absorção de ruídos



FIGURA 33: Detalhe da porta industrializada, estúdio B.

FONTE: Acervo do autor, 2011.

Detalhe do fechamento da porta, diferente do exemplo anterior, na industrializada não a inclinação, para ajudar na vedação é usada um tipo de borracha.



FIGURA 34: Detalhe da porta industrializada, estúdio B.

FONTE: Acervo do autor, 2011.

Alguns problemas foram detectados com a visita: no estúdio A, o ambiente apresenta problema com um pequeno ruído causado pelo ar-condicionado, ocasionando incômodo aos técnicos, além disso, no estúdio B na sala onde os músicos e nesse caso específico os dubladores ficam apresenta problemas acústico com a utilização de um vidro inapropriado.



Vidro comum utilizado como divisória.

FIGURA 35: Vista geral do estúdio A.

FONTE: Acervo do autor, 2011.

A seguir, apresentarei as fotos dos estúdios e das salas de mixagem.

Estúdio e sala de mixagem A (em planta ambientes 2 e 3 respectivamente), estes dois ambientes são os principais da casa, nela são realizadas as gravações com as bandas. No caso da sala de mixagem, é um exemplo de sala morta (sem eco).



FIGURA 36: Sala de mixagem A.

FONTE: Acervo do autor, 2011.



FIGURA 37: Sala de mixagem A.

FONTE: Acervo do autor, 2011.



FIGURA 38: Estúdio A.

FONTE: Acervo do autor, 2011.

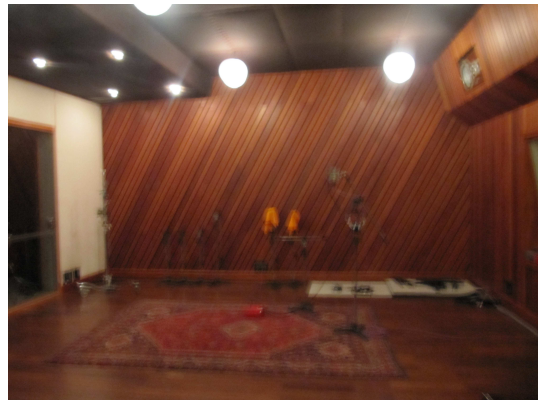


FIGURA 39: Estúdio A.

FONTE: Acervo do autor, 2011.



FIGURA 40: Estúdio A.

FONTE: Acervo do autor, 2011.



FIGURA 41: Estúdio A.

FONTE: Acervo do autor, 2011.

Estúdio e sala de mixagem B, nesse estúdio é utilizado para a gravação de dublagens para filmes e comerciais, diferente do estúdio A, nesse o espaço onde a pessoa que vai emprestar sua voz para a gravação é bastante reduzido como veremos nas fotos. Assim como na sala de mixagem A, a B também é uma sala morta.



FIGURA 42: Sala de mixagem B.

FONTE: Acervo do autor, 2011.

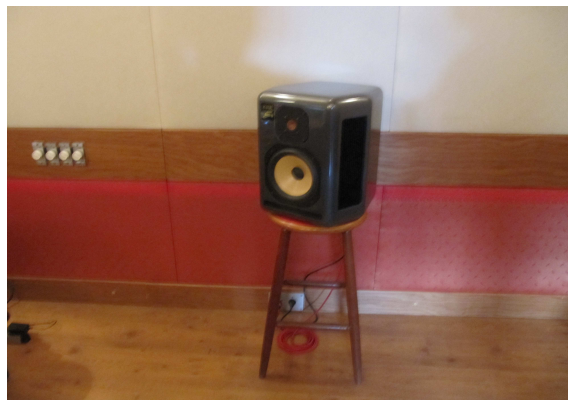


FIGURA 43: Sala de mixagem B.

FONTE: Acervo do autor, 2011.



FIGURA 44: Estúdio B.

FONTE: Acervo do autor, 2011.

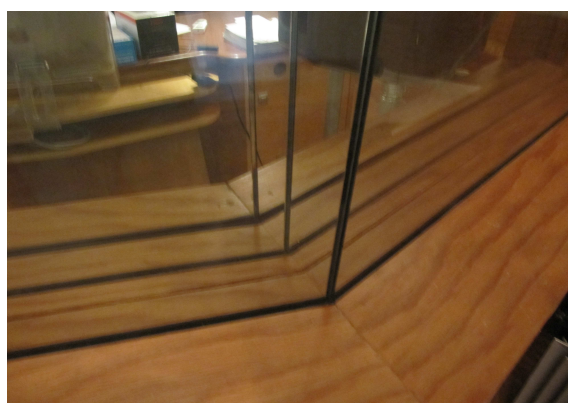


FIGURA 45: Detalhe da esquadria, estúdio B.

FONTE: Acervo do autor, 2011.

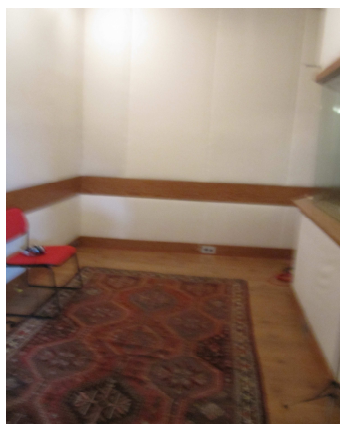


FIGURA 46: Estúdio B.

FONTE: Acervo do autor, 2011.

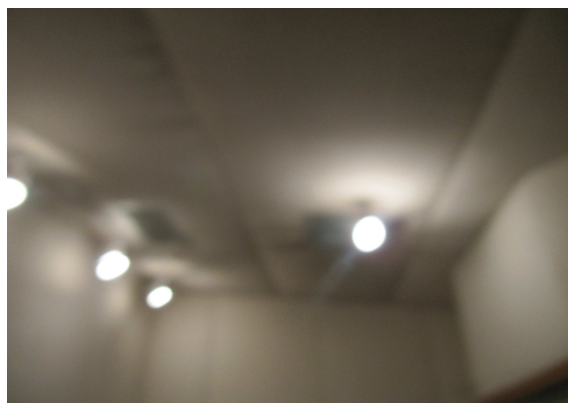


FIGURA 47: Estúdio B.

FONTE: Acervo do autor, 2011.

Sala de mixagem C, de todas as salas deste tipo da casa essa é a menor, nela os técnicos produzem os jingles para comerciais e fazem alguma alteração das gravações feitas nas outras duas salas.



FIGURA 48: Sala de mixagem C.

FONTE: Acervo do Autor, 2011.



FIGURA 49: Sala de mixagem C.

FONTE: Acervo do Autor, 2011.



FIGURA 50: Sala de mixagem C.

FONTE: Acervo do Autor, 2011.



FIGURA 51: Sala de mixagem C.

FONTE: Acervo do Autor, 2011.

5.2 CASONA ESTÚDIOS

O estúdio fica localizado na Rua Major Médico Vicente Fonseca de Matos, 705, Candeias, Jaboatão dos Guararapes. A primeira impressão que fica sobre a localização da edificação, é que a mesma encontrasse em uma área predominantemente residencial, de gabarito baixo que não ultrapassa três pavimentos.



FIGURA 52: Vista aérea do Casona.

FONTE: Google Maps, acessado em mar. 2011.

A localização do estúdio, não privilegia muitas opções de transporte, e para quem não vai de carro, fica mais complicado ainda, pois além de poucas opções de linha dependendo do lugar de origem do usuário, ainda terá que andar cerca de oito quadras da Avenida Presidente Castelo Branco até a casa. E para quem vai de carro, a situação não é tão confortável, visto que a rua não possui o mínimo de infraestrutura.



FIGURA 53: Rua Major Méd. Vicente F. de Matos.

FONTE: Acervo do autor.



FIGURA 54: Rua Major Méd. Vicente F. de Matos.

FONTE: Acervo do autor.

De todas as visitas realizadas para os estudos de caso do presente trabalho, esse em específico foi o único que tem uma preocupação estética, visto que o mesmo foi projetado para ser uma residência.

O projeto original da casa foi realizado pelo arquiteto pernambucano modernista Geraldo Monteiro, no ano de 1983, e para a transformação da casa em um estúdio de gravação, desde 2009, a arquiteta especializada em acústica Berenice Lins, está conseguindo com sucesso, modificar a casa internamente sem que a mesma sofra alterações bruscas com relação ao seu projeto original.

A seguir, serão apresentadas duas plantas fundamentais para o estudo que estamos fazendo.

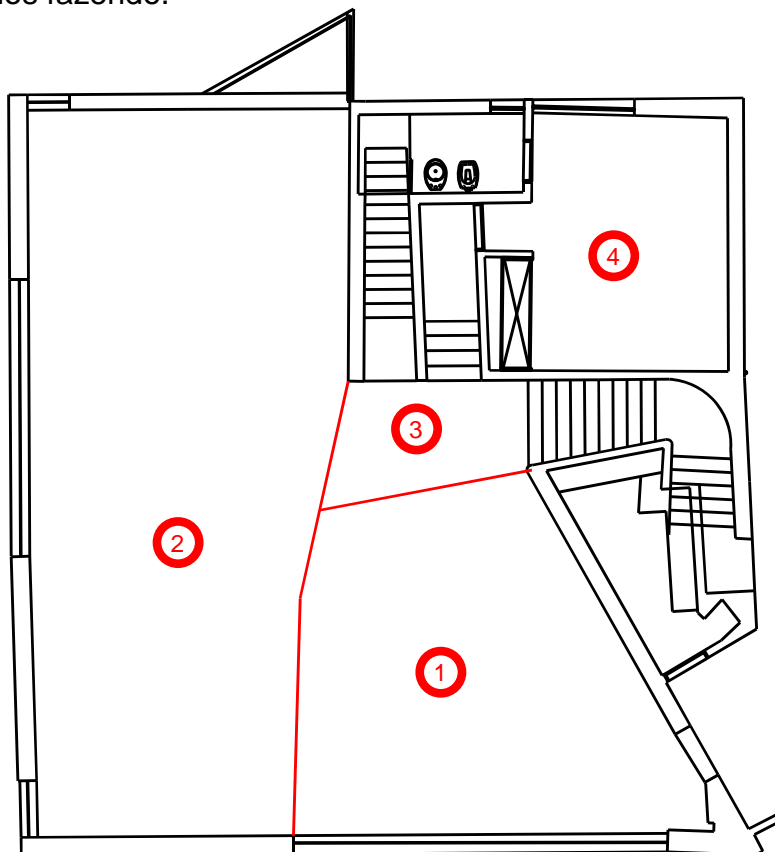


FIGURA 55: Planta Baixa Térreo.

FONTE: Estúdio Casona.

Legenda:

1- Sala de estar;

2- Estúdio A;

3- Antecâmara;

4- Sala de Mixagem.

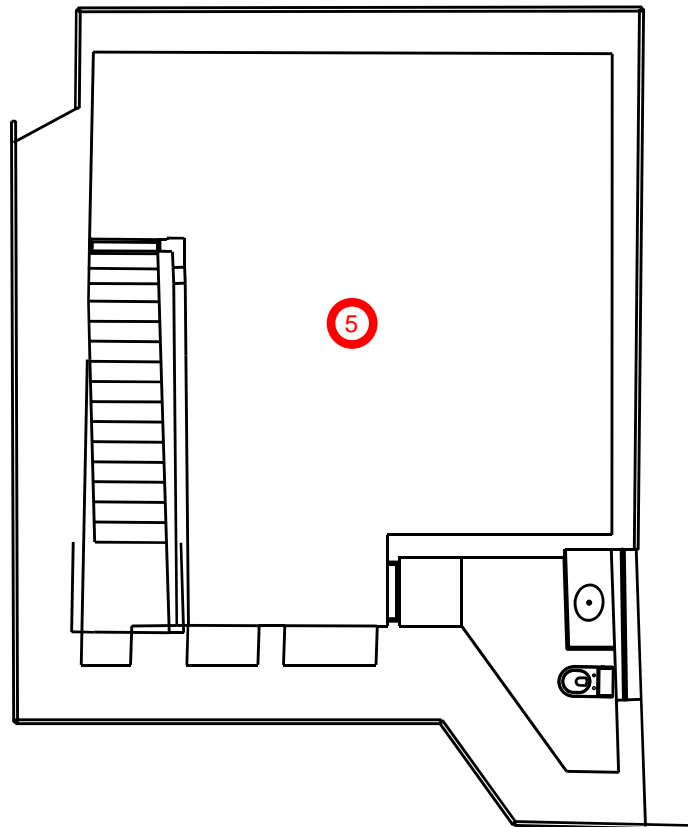


FIGURA 56: Planta baixa porão.

FONTE: Estúdio Casona.

Legenda:

5- Estúdio B.

Obs¹: a casa no total possui uma área de 800m², nela só será analisado a parte onde estão localizados os estúdios e as técnicas.

Obs²: na planta térreo, as linhas em vermelho, são em teoria as modificações propostas pela arquiteta para ao fechamento do estúdio principal, visto que até o presente momento não consegui a planta com as alterações feitas.

Além de todos os ambientes serem bastante confortáveis, e possuírem uma ótima estrutura, a casa oferece toda uma área de lazer bastante arborizada. O estúdio ainda disponibiliza suítes para a maior comodidade dos artistas que ali forem trabalhar.



FIGURA 57: Jardim e casa.

FONTE: Acervo do autor, 2011.



FIGURA 58: Jardim e casa.

FONTE: Acervo do autor, 2011.



FIGURA 59: Jardim.

FONTE: Acervo do autor, 2011.



FIGURA 60: Casa.

FONTE: Acervo do autor, 2011.



FIGURA 61: Sala de estar do 1º pavimento.

FONTE: Acervo do autor, 2011.



FIGURA 62: Suíte, 1º pavimento.

FONTE: Acervo do autor, 2011.

Diferente do YB Music, onde a casa possui vários estúdios e salas de mixagem para a realização de diferentes gravações, o Casona possui apenas dois estúdios e uma sala de mixagem que dá suporte as duas salas. Nele pelo tamanho do estúdio, foi realizado um elemento interessante que não aparece nos outros estudos de caso, que seria a utilização de biombos.

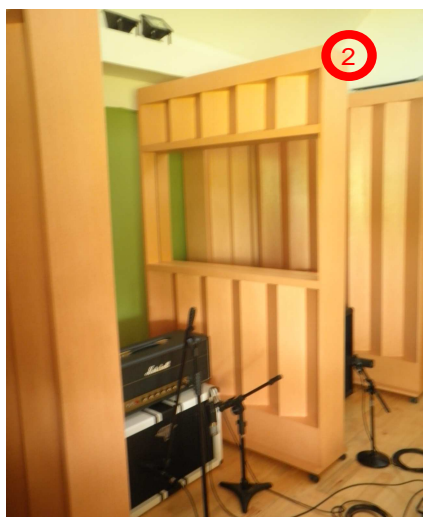


FIGURA 63: Biombos, estúdio A.

FONTE: Acervo do autor, 2011.

Biombos com função de difusor.



FIGURA 64: Exemplos dos biombos sendo utilizados.

FONTE: Estúdio Casona.

Em cada um deles podemos encontrar uma função diferente, seja para servir como difusor, armadilha de grave ou como uma parede absorvente. Diante desta descrição, podemos dizer que o mesmo se torna um espaço bastante versátil, tanto para a gravação de uma banda com vários integrantes, ou para gravar uma dublagem ou comercial.

Além dos biombos, encontramos outros elementos e materiais que revestem acusticamente os ambientes: lã de rocha e de vidro, madeira, tecidos, além de difusores e armadilhas de grave. A seguir, vamos ver em fotos onde esses elementos se encontram no estúdio A.

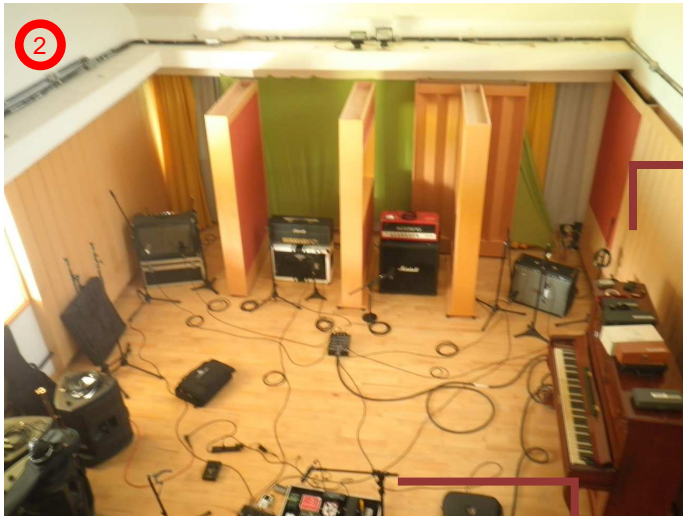


FIGURA 65: Vista superior do estúdio A.

FONTE: Acervo do autor, 2011.

Nesse estúdio, as armadilhas estão presentes em algumas paredes, além de alguns biombos também exercerem essa função, todos são preenchidos internamente com lã de rocha.

Na primeira reforma deste espaço, foi colocado um piso flutuante, porém, com a sua utilização ficou constatado a necessidade de colocar areia entre o piso original da casa e o piso de madeira.

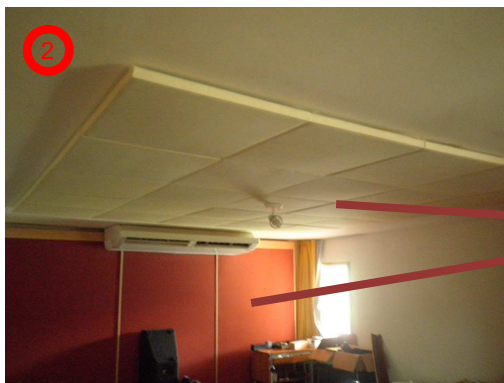


FIGURA 66: Estúdio A.

FONTE: Acervo do autor, 2011.

Utilização de tecido e lã de rocha para absorver ruídos.

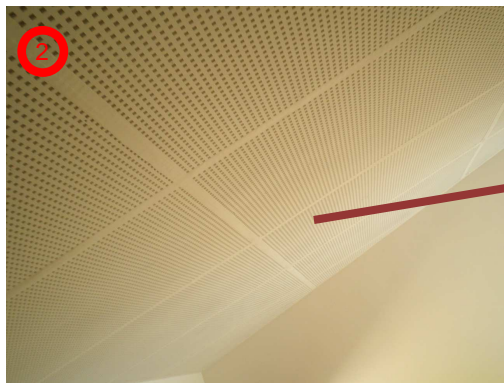


FIGURA 67: Detalhe do teto, estúdio A.

FONTE: Acervo do autor, 2011.

No teto foi utilizado placas de madeira, preenchidas com lã de rocha, também com função de absorção.



Esquadria composto de dois vidros float, com leve inclinação de 8 graus no vidro interno.

FIGURA 68: Vista da esquadria, estúdio A.

FONTE: Acervo do autor, 2011.

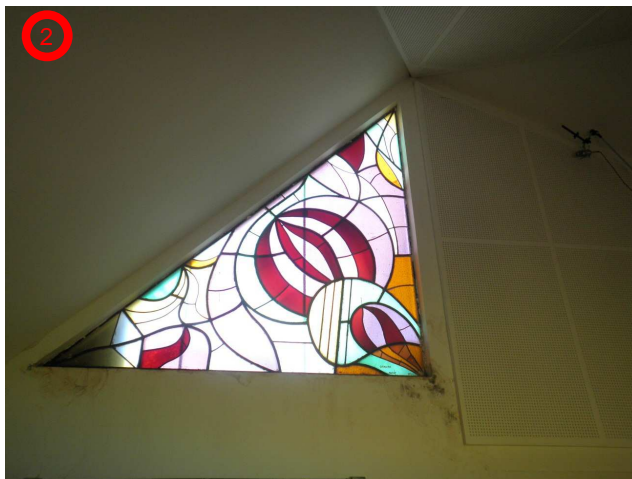


FIGURA 69: Vista do vitral por dentro do estúdio A.

FONTE: Acervo do autor, 2011.

Vista interna e externa do vitral, a medida utilizada para manter o mesmo na edificação foi a utilização de uma segunda pele de vidro na parte externa.



FIGURA 70: Vista do vitral por fora.

FONTE: Acervo do autor, 2011.



FIGURA 71: Vista da porta, estúdio A.

FONTE: Acervo do autor, 2011.



FIGURA 72: Detalhe do tipo de fechadura da porta.

FONTE: Acervo do autor, 2011.

As portas de todos os ambientes da casa que precisam de proteção acústica foram feitas artesanalmente com madeira, e preenchidas com lã de rocha.

No estúdio B, poucas informações foram passadas, visto que esse ainda está em processo de acabamento, com apenas uma parede com revestimento acústico. Encontramos nele os mesmos materiais usados no estúdio A, com diferença no tipo de madeira do piso.

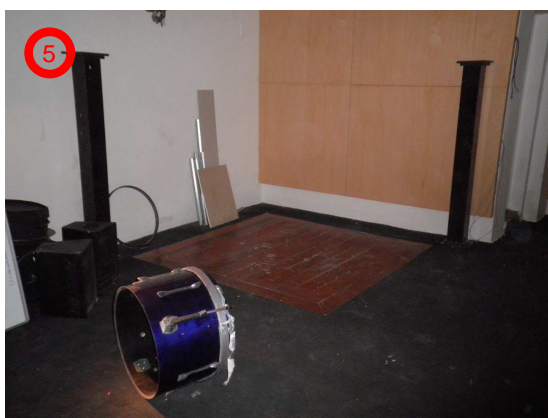


FIGURA 73: Estúdio B.

FONTE: Acervo do autor, 2011.

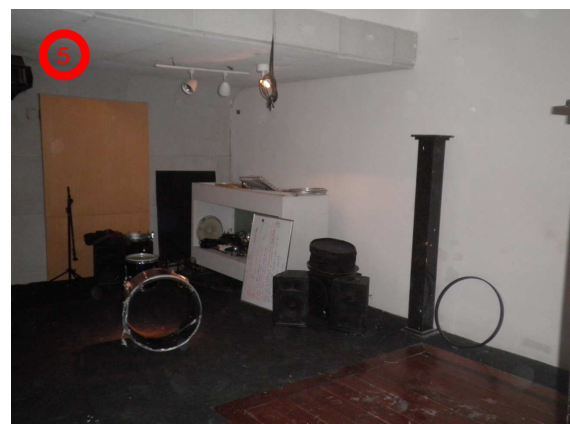


FIGURA 74: Estúdio B.

FONTE: Acervo do autor, 2011.

Detalhe da quina do teto com o material fono-absorvente.

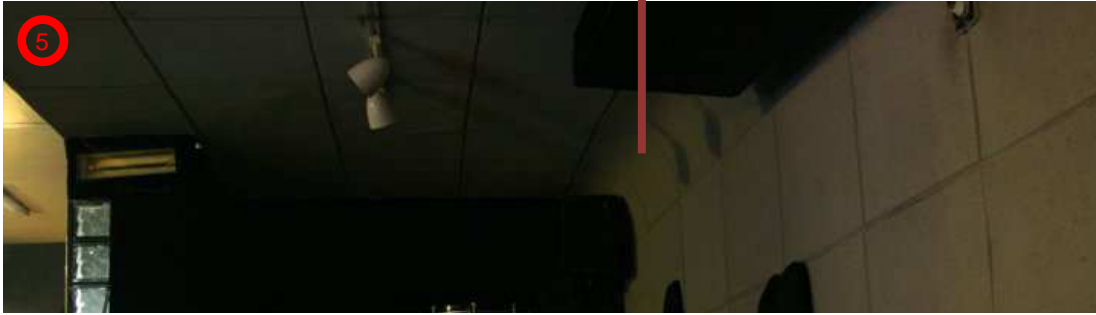


FIGURA 75: Detalhe do teto, estúdio B.

FONTE: Acervo do autor, 2011.

Na sala de mixagem, um problema detectado com a visita foi o espaço, comparado aos outros estúdios visitados e com o espaço físico da casa, o mesmo ficou um pouco enclausurado no quarto onde foi locado. Assim como os outros ele é uma sala morta (revestida somente com materiais absorventes).



FIGURA 76: Sala de Mixagem.

FONTE: Acervo do autor, 2011.



FIGURA 77: Aparelhos na sala de Mixagem.

FONTE: Estúdio Casona.



FIGURA 78: Sala de Mixagem.

FONTE: Acervo do autor, 2011.



FIGURA 79: Sala de Mixagem.

FONTE: Acervo do autor, 2011.

Com relação à antecâmara, os técnicos do estúdio, relataram que a mesma precisa sofrer alguns ajustes, que apesar das portas serem bem vedadas os ruídos ainda conseguem ultrapassar as mesmas pelo simples fato de não ter nenhum material absorvente nas suas paredes.

Além desse problema que foi encontrado na antecâmara, outros dois foram detectados, o primeiro é a utilização de ar-condicionado centrais (dispostos no meio das paredes laterais), em todos os estúdios. Problema muito grave, que interfere diretamente nas gravações quando estes estiverem ligadas.

O segundo é com relação à acessibilidade, que não existe. Desde a entrada do terreno, há pequenas portas que se localizam no térreo, e além disso muitas escadas sem nenhum acesso para deficientes ao piso superior e ao porão, onde, por exemplo, se localizam a sala de mixagem e o estúdio B respectivamente.

5.3 AESO

O estúdio fica localizado dentro do complexo da Faculdade AESO, na Avenida Transamazônica, 405, Jardim Brasil II, Olinda-PE. A primeira impressão que fica sobre a o estúdio, é que o mesmo se localiza em uma área predominantemente residencial, com algum comércio ao seu redor.



FIGURA 80: Vista aérea do Casona.

FONTE: Google Maps, acessado em mai. 2011.

As alternativas de acesso ao local são variadas, desde variadas linhas de ônibus a carro, porém, senti uma falta de infraestrutura nas ruas que circundam a faculdade.

Diferente dos outros dois estudos de caso, onde os espaços tinham fins comerciais de gravação, o estúdio da faculdade AESO tem por característica fins acadêmicos. A primeira diferença mais visível, é a quantidades de ambientes, visto que nele só encontraremos um estúdio, uma sala de mixagem e um estúdio de rádio. Como veremos na planta a seguir:

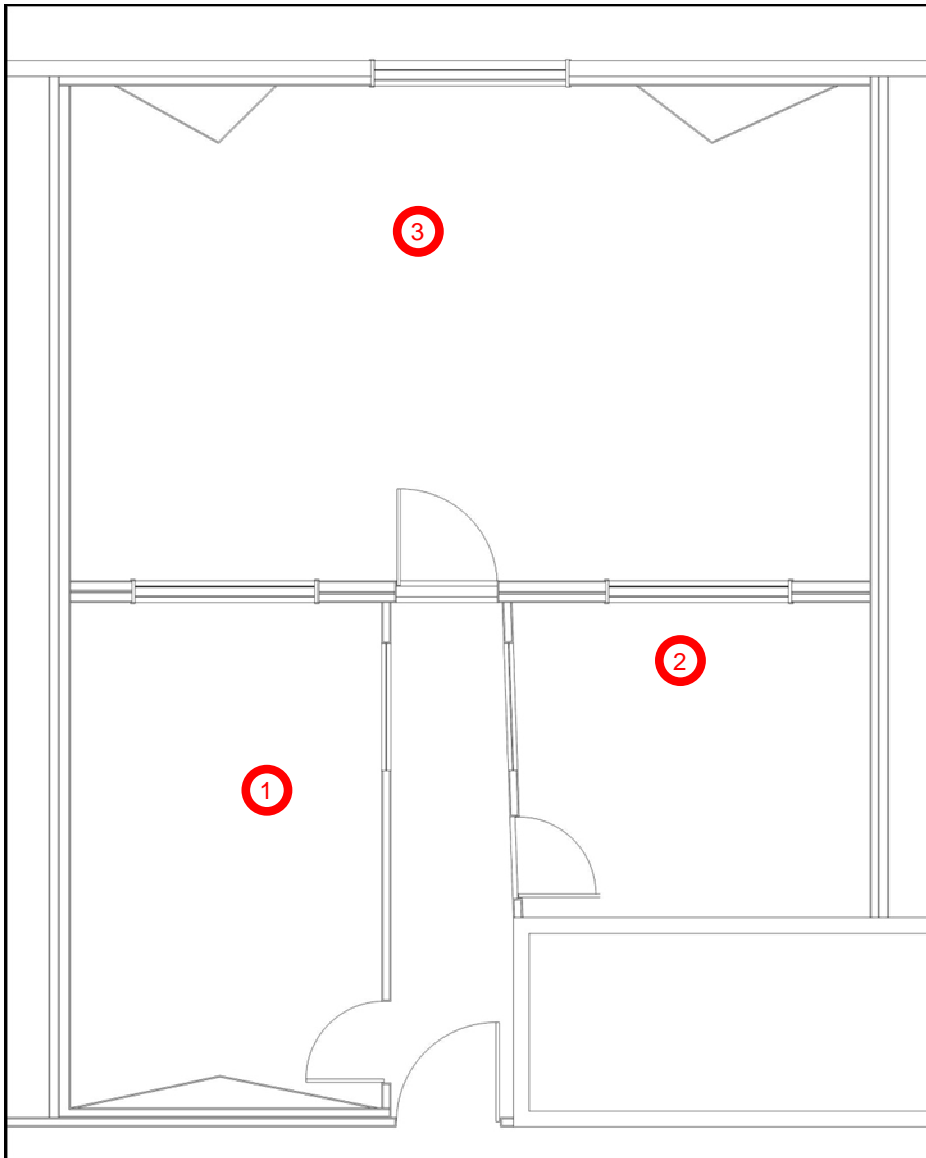


FIGURA 81: Planta baixa do estúdio da faculdade AESO.

FONTE: Francisco Buarque, 2010.

Legenda:

1- Sala de Mixagem;

2- Rádio;

3- Estúdio.

O espaço, atualmente, está passando por uma reforma para corrigir alguns problemas em seu projeto acústico original. Este projeto está sendo feito pelo Arquiteto Francisco Buarque. Na reforma estão sendo feitas algumas mudanças nas paredes, para colocação de novos materiais isolantes, que façam com que o ambiente atinja o T.O.R (tempo ótimo de reverberação) calculado anteriormente, em 0,43.

Nesse estudo destacamos alguns elementos que contribuem para a boa acústica da sala. Alguns já vistos anteriormente, tais como: armadilha de grave, difusor, janelas e portas, e outros novos como, materiais empregados e o circuito feito pelos cabos (técnica usada para não passar ruídos para a sala de mixagem).

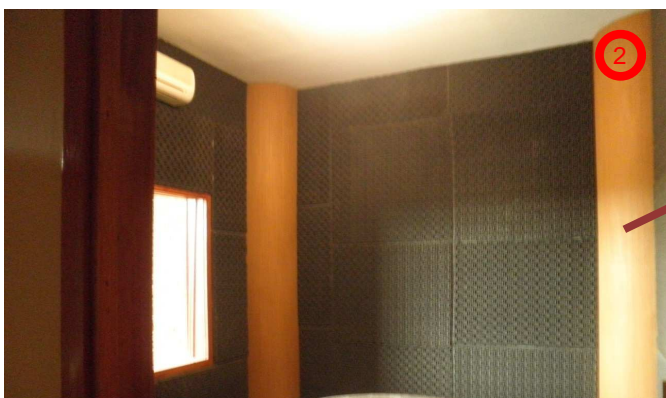
Armadilha de Grave, nesse estudo os materiais usados foram: painel em mdf 4 mm revestido com folheado e alma de lã de vidro:



No estúdio, as armadilhas estarão em todas as quinas, e no roda pé e roda teto.

FIGURA 82: Estúdio.

FONTE: Acervo do autor, 2011.



Na rádio essas armadilhas estarão presentes nas quinas das paredes.

FIGURA 83: Rádio.

FONTE: Acervo do autor, 2011.

Difusor:



Difusor em painel de madeira de alta densidade, com peças quadradas .10 x .10 m e com espessuras variadas .02 m, .03m e .04m.

FIGURA 84: Estúdio.

FONTE: Acervo do autor, 2011.

'Obs¹': nesta foto, o difusor ainda não tinha sofrido as mudanças propostas em projeto, está faltando colocar as armadilhas de grave no roda pé e roda teto.

Obs²: um grande problema encontrado na sala foi à presença desse tipo de ar-condicionado, pois o mesmo passa uma alta dose de ruído para este ambiente, no caso o mais apropriado seria um aparelho fora da sala, com saídas pelo teto, e com um circuito para o ar passar sem que passe ruído para qualquer que seja o ambiente.

Com relação às portas, elas são artesanais, mas, o detalhe interessante da mesma, é com relação ao seu modelo de isolamento, que é feito com borracha ao redor de toda a porta, e o tipo de fechadura, pode-se visualizar ambos nas fotos abaixo:



FIGURA 85: Detalhe da porta do estúdio.

FONTE: Acervo do autor, 2011.

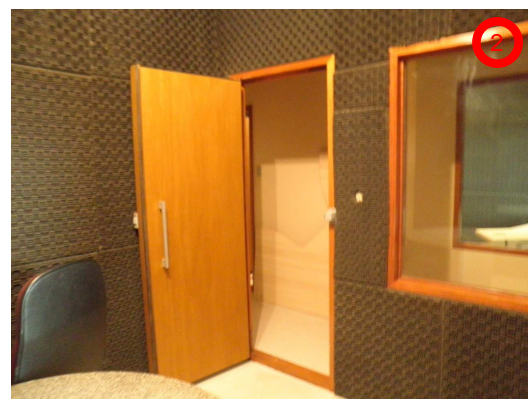


FIGURA 86: Detalhe da porta da rádio

FONTE: Acervo do autor, 2011.

Circuito feito pelos cabos, como já explicado anteriormente, esse circuito evita a passagem de ruídos para a outra sala. A seguir as imagens mostram as aberturas, e o circuito pode ser entendido com mais clareza.

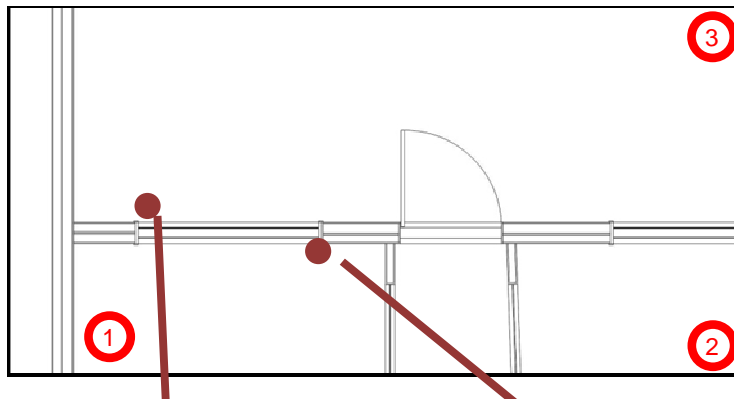


FIGURA 87: Planta baixa do estúdio da faculdade AESO.

FONTE: Francisco Buarque, 2010.

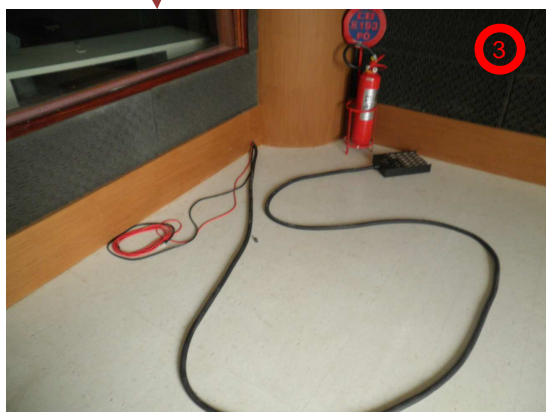


FIGURA 88: Estúdio

FONTE: Acervo do autor, 2011.

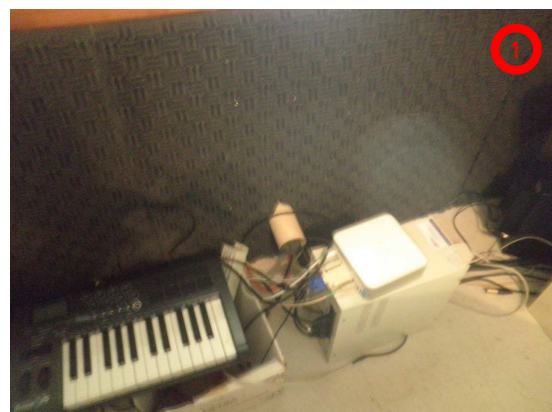


FIGURA 89: Sala de mixagem

FONTE: Acervo do autor, 2011.

Obs.: os tubos são preenchidos com materiais fono-absorventes. A mesma técnica pode ser usada para o ar-condicionado.

Com relação às esquadrias (janelas) foi usado o seguinte modelo: acústica em alumínio anodizado natural, com caixilho insular perfurado e com sílica, composto de dois vidros float, sendo um 12 mm duplo laminado, com película de pvb translucido e uma lamina de 10 mm, com espaçamento entre eles de 5,5 mm, e inclinação de 8 graus no vidro interno. Veremos isso com mais clareza na foto e no detalhe a seguir:



FIGURA 90: Estúdio.

FONTE: Acervo do autor, 2011.

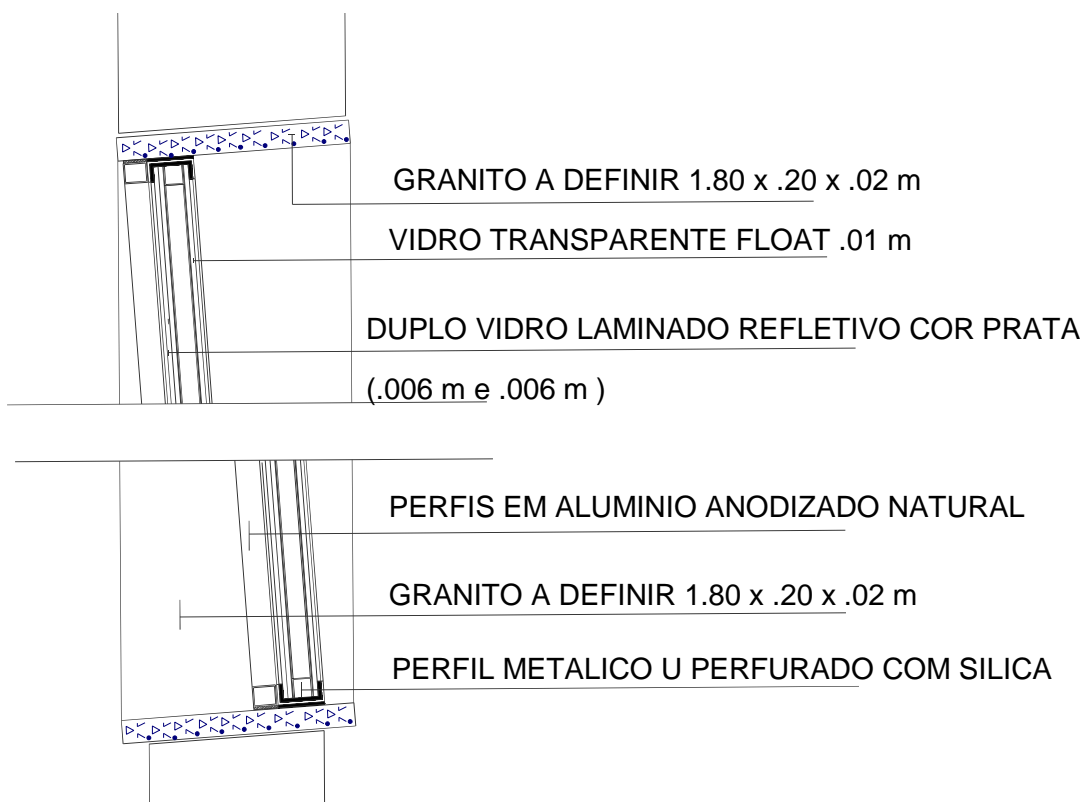


FIGURA 91: Detalhe da Janela.

FONTE: Francisco Buarque, 2010.

5.4 ANÁLISE COMPARATIVA

Neste capítulo, será feita uma análise comparativa dos estúdios visitados, desde sua localização até as questões acústicas.

Quadro 4: Análise comparativa dos estudos de caso.

Análise Comparativa			
	YB Music	Casona	AESO
Localização	O	B	B
Infraestrutura do entorno	B	R	R
Conforto	O	O	R
Acessibilidade	F	F	R
Arquitetura do espaço	R	O	B
Forma do espaço (se há paralelismo)	O	B	B
Isolamento acústico	O	O	O
Inteligibilidade do som	O	O	O
T.O.R. (tempo ótimo de reverberação)	*	0,44	0,43

FONTE: Arthur Barros.

O – ótimo / B – bom / R – regular / F – fraco

A partir do quadro acima, e de todo o estudo feito anteriormente, algumas conclusões foram tomadas:

- todos os estúdios analisados têm dois problemas em comum, que são: problemas com o tipo de ar-condicionado (neste item, o que possui menos problemas é o YB Music), e a questão da acessibilidade, que em todas as visitas foi notado a inexistência de cuidados.

- a infraestrutura do entorno dos três estúdios tem problemas, no YB Music o espaço é bastante organizado, ruas calçadas, uma boa estrutura de transportes, mas, por

ser localizado em uma ladeira ele peca em questão de acessibilidade. O Casona é o caso mais precário, suas ruas não tem o mínimo de infraestrutura, completamente esburacadas, com várias poças de água (visita em um dia sem chuva, estado deve piorar em dias chuvosos), além de difícil acesso para pessoas que vem de transporte público. No caso da AESO, algumas ruas em seu entorno possuem o mesmo problema do Casona, mas, a facilidade para chegar ao mesmo é bem mais fácil, com várias opções de linhas de ônibus.

- com relação às salas de mixagem, todas atendem aos padrões mínimos exigidos, mas, no estúdio Casona, este espaço poderia ter se localizado em uma área maior, tendo em vista, que no futuro o estúdio precisara de uma mesa de som de maior porte.

- em questões de acústica todos os estúdios atendem os requisitos analisados de maneira mais que satisfatória, mesmo com o problema do ruído do ar-condicionado (só interfere quando estiver em funcionamento).

- o T.O.R. (tempo ótimo de reverberação), foi uma pergunta feita em todas as visitas, e somente no YB Music os técnicos não souberam informar com exatidão seu valor, mas disseram que o mesmo é bastante satisfatório, e que fica entre 0,4 a 0,5.

6. PROPOSTA ARQUITETÔNICA

Neste capítulo, será feita algumas análises da área, onde o projeto do estúdio será desenvolvido, com o objetivo de colher informações históricas sobre o local, assim como as leis que estão presentes na área. E por fim, será feito o memorial descritivo do projeto.

6.1 HISTÓRICO DO BAIRRO

O bairro de Santo Amaro teve suas origens em 1681, quando o Major Luís do Rego Barros construiu sobre as ruínas do Forte das Salinas uma capela sob a invocação de Santo Amaro das Salinas, cujo padroeiro deu seu nome ao bairro.

Segundo o historiador Pereira da Costa, as ruínas do forte ainda podiam ser vistas em 1816. Reduto holandês, o forte foi tomado pelos pernambucanos no dia 15 de janeiro (dia de Santo Amaro) de 1654.

Em 1814, seria construído no bairro o Cemitério dos Ingleses, o primeiro da cidade, em um terreno doado pelo Governo da Província ao cônsul inglês. Em março de 1869, foi sepultado no local o General Abreu e Lima, mártir da Revolução de 1817.

Também localizado no bairro está o Cemitério de Santo Amaro, cuja construção foi iniciada no governo de Francisco do Rego Barros, o Conde da Boa Vista e inaugurado no dia 1º de março de 1851, sob a denominação de Cemitério do Bom Jesus da Redenção de Santo Amaro das Salinas. Sua capela, concluída em 1855, foi projetada pelo engenheiro Mamede Ferreira.

Duas importantes artérias do Recife também ficam localizadas em Santo Amaro: a Av. Norte e a Av. Cruz Cabugá. Na Av. Cruz Cabugá, ao lado do Cemitério dos Ingleses, fica a Praça General Abreu e Lima, onde há uma grande estátua de Santo Amaro, de autoria do escultor Corbiniano Lins.

Também na Cruz Cabugá estão o Mercado de Santo Amaro, construído na gestão do prefeito Antônio de Góes Cavalcanti e inaugurado no dia 11 de junho de 1933; o Palácio Frei Caneca, construído para servir de local de despachos do Governo de Pernambuco (1967) e, mais ao norte, o Hospital de Santo Amaro, projeto do

engenheiro José Tibúrcio Pereira Magalhães, prédio em estilo neoclássico construído entre 1872 e 1892 para ser o Asilo de Mendicidade.

O bairro de Santo Amaro é ligado ao do Recife pela ponte Limoeiro, sobre o Rio Beberibe, local de onde se pode contemplar lindas vista da cidade (GASPAR, 2009).

6.2 ANÁLISE DO TERRENO

Para o desenvolvimento do trabalho dois terrenos foram lembrados para dar maior visualização ao projeto, os mesmos se localizam no Bairro de Santo Amaro, nº1481 e nº1531, em uma área de 7968m², tendo como limite a Rua da Aurora, Rua Araripina e Rua Dois de Julho. O mesmo se localiza na RPA 1.

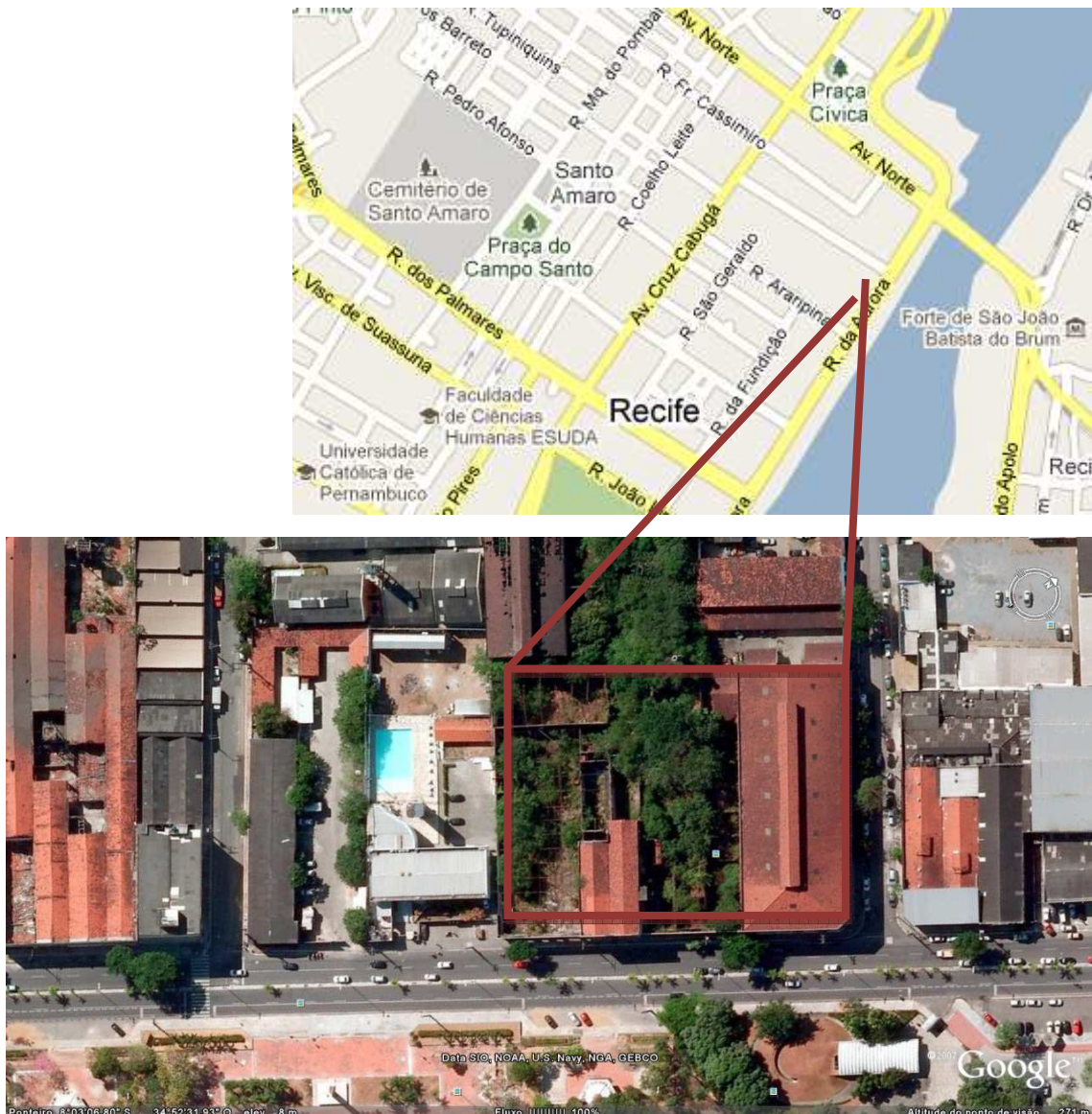


FIGURA 92: Localização do terreno.

FONTE: Google Imagens, modificado pelo autor, 2011.

O terreno escolhido, atualmente possui dois galpões, um abandonado com uma grande área coberta de vegetação rasteira/trepadeiras, e o segundo possui um uso constante de depósito. O mesmo é totalmente plano, como poderemos ver nas fotos a seguir:



FIGURA 93: Vista frontal do terreno, atualmente no local, ainda existem ruínas de um galpão.

FONTE: Acervo do autor, 2011.



FIGURA 94: Vista frontal do terreno, atualmente no local, ainda existem ruínas de um galpão.

FONTE: Acervo do autor, 2011.



FIGURA 95: Vista interna do terreno.

FONTE: Acervo do autor, 2011.



FIGURA 96: Vista interna do terreno.

FONTE: Acervo do autor, 2011.



FIGURA 97: Vista interna do terreno.

FONTE: Acervo do autor, 2011.



FIGURA 98: Vista interna do terreno.

FONTE: Acervo do autor, 2011.

6.3 ANÁLISE DO ENTORNO E VIAS

A área ao redor do terreno é composta de galpões, prédios altos, além de prédios públicos, porém, é de gabarito predominantemente baixo. É importante lembrar que a área ainda preserva alguns prédios de interesse histórico.



FIGURA 99: Entorno

FONTE: Acervo do autor, 2011.



FIGURA 100: Entorno

FONTE: Acervo do autor, 2011.



FIGURA 101: Entorno

FONTE: Acervo do autor, 2011.



FIGURA 102: Entorno

FONTE: Acervo do autor, 2011.



FIGURA 103: Entorno

FONTE: Acervo do autor, 2011.



FIGURA 104: Entorno

FONTE: Acervo do autor, 2011.



FIGURA 105: Entorno

FONTE: Acervo do autor, 2011.



FIGURA 106: Entorno

FONTE: Acervo do autor, 2011.



FIGURA 107: Entorno

FONTE: Acervo do autor, 2011.



FIGURA 108: Entorno

FONTE: Acervo do autor, 2011.

A localização do terreno é bastante privilegiada com relação a acesso. Vias importantes passam perto da mesma, como: Avenida Norte, Avenida Mário Melo e Avenida Cruz Cabugá, além da própria Rua da Aurora. Com isso a chegada tanto por transporte público como de carro é bastante variada. Além do condicionante de estacionamento ser bastante privilegiado na área, tanto dentro do terreno quanto na via.

6.4 LEGISLAÇÃO RELATIVA AO TERRENO

O terreno escolhido está localizado em uma ZECP (Zona Especial de Centro Principal), dentro da mesma zona temos outra, uma SRC (Setor de Requalificação do Centro). Esta ultima zona, é a que regula as leis do local escolhido para a implantação do terreno.

A SRC, é dividida em SCR1 e SCR2, será analisada nesse capítulo só a primeira. 'Cujo perímetro estende-se a partir do cruzamento do eixo da Avenida Mário Melo com o prolongamento da linha da divisa de fundos dos lotes lindeiros da Avenida Cruz Cabugá, seguindo por esta linha até encontrar o eixo da Avenida Norte; deflete à direita e segue por este eixo até encontrar o eixo do Rio Capibaribe; deflete à direita e segue por este até encontrar o prolongamento da Avenida Mário Melo; deflete à direita seguindo por este prolongamento e continuando pelo eixo da referida avenida até seu cruzamento com o prolongamento da linha da divisa de fundos dos lotes lindeiros eixo da Avenida Cruz Cabugá; ponto inicial, fechando assim o polígono que define a área em apreço.' (LEI Nº 17.489 /2008).

A seguir será apresentada uma tabela com os parâmetros urbanísticos pré-estabelecidos em lei:

Quadro 5: Parâmetros urbanísticos.

ZONAS	SETOR	PARÂMETROS URBANÍSTICOS					REQUISITOS ESPECIAIS
		TSN	μ	AFASTAMENTO INICIAL MÍNIMO (Afi)			
				FRONTAL	LATERAL E FUNDOS		
					Edif. \leq 2 Pav.	Edif. $>$ 2 Pav.	
ZECP	SCC	20	7	NULO	NULO/1,50	NULO/3,00	A,B,C,D
ZECP	SRC 1	25	5,5	NULO	NULO/1,50	NULO/3,00	A,B,C,D, G, H
ZECP	SRC 2	25	5,5	5	NULO/1,50	NULO/3,00	A,B,C,D,H
ZECP	SPM	20	4	-	-	-	A, I, J,K

FONTE: Lei de Uso e Ocupação do Solo da Cidade do Recife.

Requisitos especiais:

A. As edificações com até 2 (dois) pavimentos poderão colar em 2 (duas) das divisas laterais e/ou de fundos, obedecendo às seguintes condições:

I- Quando colar em 2 (duas) divisas laterais, deverão manter um afastamento mínimo de 3 (três) metros da divisa de fundos.

II- Quando colar em uma divisa lateral e uma divisa de fundos, deverão manter um afastamento mínimo de 1,50m (um metro e meio) da outra divisa lateral.

III- A altura total das edificações coladas nas divisas laterais e/ou de fundos não poderá exceder a cota de 7,50m (sete metros e cinquenta centímetros), cota esta medida a partir do nível do meio fio.

B. As edificações com mais de dois pavimentos poderão colar em 2 (duas) das divisas laterais e/ou de fundos, os dois primeiros pavimentos, se houver, desde que atendido o disposto no item anterior.

C. Para as edificações com até 2 (dois) pavimentos, quando não colarem nas divisas laterais e/ou de fundos e apresentem vãos abertos, o afastamento mínimo para as respectivas divisas será de 1,50m (um metro e cinquenta centímetros).

D. Para as edificações com mais de 2 (dois) pavimentos, quando não colarem nas divisas laterais e de fundos, o afastamento mínimo para os dois primeiros pavimentos será de 1,50m (um metro e meio).

G. O afastamento frontal deverá ser nulo até três (03) pavimentos, adotando o sistema de galeria de pedestres com profundidade de 5,00m (cinco metros).

H. Para edificações a partir de quatro (04) pavimentos, os afastamentos serão obtidos através das fórmulas definidas na Lei Nº 16.176/96.

6.5 PROGRAMA BÁSICO E PRÉ-DIMENSIONAMENTO

Neste capítulo, será apresentada uma tabela, com o possível programa para a realização do anteprojeto. O objetivo é que tenhamos uma noção do dimensionamento total do empreendimento.

Tabela 1: Programa e pré-dimensionamento.

Programa	Pré-dimensionamento
Recepção	10m ²
Sala de estar	50m ²
Administração	35m ²
Banheiros	15m ²
Copa/Cozinha	35m ²
Vestiários	35m ²
D.M.L.	6m ²
Depósito de equipamento	20m ²
Estúdio A (gravação e mini auditório para 50 pessoas)	130m ²
Estúdio B (Gravação)	70m ²
Estúdio C (Dublagens / comerciais)	15m ²
Sala de mixagem A	45m ²
Sala de mixagem B	65m ²
Sala de mixagem C	20m ²
TOTAL	551m²

FONTE: O autor.

6.6 MEMORIAL ARQUITETÔNICO

O terreno para o projeto do estúdio está situado no Estado de Pernambuco, Cidade do Recife, Bairro de Santo Amaro, na Rua da Aurora. O mesmo está localizado as margens do Rio Capibaribe, em um terreno de forma regular, com topografia plana.

A principal característica do projeto é fazer com que o estado tenha mais uma opção de qualidade e conforto para a produção fonográfica, além de contar com mais um espaço para pequenas apresentações. Desenvolvendo a cultura e fazendo com isso, que o entorno tenha mais um empreendimento de grande porte.

Como o projeto de um estúdio possui algumas características peculiares, algumas medidas conceituais foram tomadas desde o começo da concepção do mesmo. O primeiro partido adotado foi baseado em uma colmeia, onde vários hexágonos se juntavam, sendo que a mesma começou a apresentar problemas com a circulação, deixando grandes corredores. O segundo partido adotado foi a de um contêiner onde o mesmo seria envolvido por uma membrana, mas, o problema da circulação voltará. Fora isso, a forma com que os ambientes cresciam não estava agradando.

A forma achada para resolver o problema da concepção projetual, foi à junção das duas ideias, partindo do conceito de uma célula. Onde teremos o núcleo em forma de contêiner, com um grande hall central em forma de hexágono fazendo a ligação entre os blocos de maneira bastante contemplativa, sem o problema de circulação estreitas que estava tendo anteriormente. E para a proteção desse núcleo teremos uma membrana externa, para protegê-lo das ações naturais como sol e chuva.

O edifício foi locado no terreno, de uma maneira que independente da posição que o observador estiver vindo, terá uma bela visão de sua arquitetura. Sua entrada para pedestre está localizada na esquina do terreno, e se dá por uma esplanada, onde o pedestre já começa a se sentir dentro da obra. A entrada de veículos se dá pela Rua Dois de Julho, esta escolha foi feita pensando no

trânsito do local, já que pela Rua da Aurora o fluxo é bastante superior a rua escolhida.

A definição volumétrica do núcleo como já dito anteriormente, foi feito a partir de um grande hall. Ele é o único espaço em que a arquitetura pode fluir no trabalho, sem as restrições arquitetônicas dos outros ambientes, é no hall que encontramos uma grande escada em estrutura metálica, que faz a ligação do térreo com os andares superiores, a mesma se encontra toda solta, sua estrutura foi pensada para dar leveza ao volumoso hall, a escada é completada com duas passarelas, também em estrutura metálica. No mesmo ambiente, encontramos um grande pano de vidro que dá certo charme ao projeto, abrindo o núcleo para que os usuários que estiverem dentro possam contemplar a membrana (coberta).

A cobertura por sua vez, passou por várias alterações até se chegar ao que temos hoje. A mesma entrou na temática música e é feita a partir de quatro claves de fá e uma clave de sol, essa última que serve como entrada principal para o núcleo. É a partir desses elementos da cobertura que foi desenhado o agenciamento do terreno, seguindo os eixos das coberturas.

Fazendo um breve passeio pela edificação, temos no piso térreo, os estúdios A e B, além da administração, sala de mixagem B, administração, banheiros e vestiários. Uma das características do projeto era que o quanto mais protegido os estúdios fossem da rua, melhor condicionamento acústico eles teriam, foi pensando nisso que os dois principais estúdios foram locados na parte posterior da edificação, no caso do térreo, sendo protegido de um lado pelos banheiros e pela antecâmara e pelo outro pela administração. No primeiro pavimento, encontraremos copa, cozinha, D.M.L. e depósito de comidas e no segundo, o estúdio e sala de mixagem C, mixagem A, além de uma grande e confortável sala de estar e jogos, para descanso dos artistas que ali se apresentarem.

Os materiais empregados na construção são basicamente concreto e estrutura metálica. A cobertura é toda feita em estrutura metálica autoportantes. Já o núcleo é feito com blocos de tijolo, formando uma parede dupla de 45cm, para

vencer os grandes vãos dos estúdios foi usada laje nervurada de C.A. com protensão nas nervuras. Já no hall como já citado anteriormente temos um grande pano de vidro sustentado por pilares e vigas metálicas apoiadas nos pilares de concretos localizados dentro das paredes de alvenaria. O concreto também foi utilizado como revestimento no piso e nas paredes do hall, além das fachadas.

De uma forma geral o 'núcleo' possui poucas aberturas, justamente pelo fato dos estúdios terem um melhor desempenho sem elas, mas para dar uma certa leveza e movimento as fachadas, foram feitas aberturas no projeto essas tratadas com vidros duplos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho de criação do Anteprojeto Arquitetônico de um Estúdio de Gravação e Mixagem em Santo Amaro – Recife é uma instalação de grande importância na produção musical de músicos do estado, servindo como uma forma de evitar a migração de talentos locais para outros estados para gravarem seus trabalhos. Além de ser o primeiro a ser construído especificamente para seu fim.

O desenvolvimento desse projeto fez com que aprendesse um rumo da arquitetura não estudada durante os quatro primeiros anos do curso. Com o desenvolvimento das primeiras etapas do trabalho, ficou claro que para se projetar um estúdio de gravação é preciso tomar algumas medidas acústicas necessárias, para se obter uma boa inteligibilidade do som, e ao mesmo tempo se precaver dos ruídos.

De acordo com o histórico, iniciado com os primeiros pensamentos sobre acústica, dos teatros gregos e romanos, e do desenvolvimento e progresso dos estúdios de gravação, só se terá uma boa acústica, tanto para gravação como para propagação de som, se houver um conjunto de elementos acústicos, naturais, externos e internos ao ambiente onde o som está sendo produzido.

A partir das visitas em estúdios já existentes, foram analisados elementos que foram de fundamental importância para a realização do anteprojeto, ressaltando de forma mais proveitosa os pontos positivos dos mesmos, e evitando no desenvolvimento do trabalho os erros anotados e aproveitando ao máximo a experiência de projetos já executados.

Baseado nesses pré-requisitos que o anteprojeto foi desenvolvido, formando diretrizes para concepção tanto do partido arquitetônico, espacial e acústico. Resultando numa obra conceitualmente bem estruturada quanto ao seu tema e o proposto desde o começo dos estudos.

REFERÊNCIAS

BISTAFA, Sylvio R.; PASSERI JUNIOR, Lineu. Análise e diagnóstico das características de estúdios e salas de gravação profissionais. In: ENCONTRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ACÚSTICA, 20., 2002, Rio de Janeiro; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE METROLOGIA EM ACÚSTICA E VIBRAÇÕES, 2., 2002, Rio de Janeiro. **Resumos...**

CARVALHO, Régio. **Acústica Arquitetônica**. 2.ed. Brasília: Thesaurus, 2010.

DUARTE, e., Rodrigues, K., VIVEIROS, E.. **Acústica Arquitetônica no imaginário popular**. Disponível em: <http://www.gaama.ufsc.br/articles/Especializadas/08_08/2007.pdf>. Acesso em :5 abr. 2001.

FARJOUN, Alton F. **Master handbook of acoustics**. New York: McGraw Hill, 2001.

FERNANDES, João Cândido. Propriedades físicas do som. In:_____.**Acústica e ruídos**. São Paulo: UNESP, 2009. p. 12-25. Apostila.

Folha Online-Ciência. **Assentos de Teatro Grego Funcionavam como Filtro de Som**. Disponível em: < www1.folha.uol.com.br/folha/.../ult306u16258.html >. Acesso em: 20 mar. 2011

HENRIQUES, Fábio. **Guia de mixagem**. Rio de Janeiro: Música & Tecnologia, 2007.

SILVA, Pérides. **Acústica arquitetônica & condicionamento de ar**. Belo Horizonte: Edital, 2002. 283 p.

SOUZA, L. C. L. de; ALMEIRA, M. G.; BRAGANÇA, L. **Bê-á-bá da acústica arquitetônica**. EdUFSCar, 2009.

SIMONS, David. **Analog recording**. California: Backbeat Book, 2006.

VOETMANN, Jan. **50 Years of sound control room design**. In: AES CONVENTION, 122., 2007, Viena. Paper number: 1740.

SANT'ANA , Márcio Roberto Marques de. **Anteprojeto de intervenção acústica arquitetônica do Teatro Apolo, Recife-PE**. 2009. 115 f. Trabalho de Graduação (Arquitetura e Urbanismo)- ESUDA, Recife, 2009.

SRESNEWSKY, Igor. **Estudo Acústico dos Teatros Gregos**. [S.l.,2009]. Disponível em:< http://www.lazuliarquitetura.com.br/artigo_igor.htm >. Acesso em: 1 abr. 2011.

Gaspar, Lúcia. **Santo Amaro (bairro, Recife)**. Pesquisa Escolar On-Line, Fundação Joaquim Nabuco, Recife. Disponível em: <<http://www.fundaj.gov.br>>. Acesso em: 19 ago. 2011.

BIBLIOGRAFIA

CASAS, Arthur. **São Paulo na arquitetura de Arthur Casas**. 2.ed. Decor Books, 2007, 208.

GILI, Gustavo. **Joao Vilanova Artigas**. 2010, 145p. (2G, 54).

MILLER, Ray. **Yes is more** : na archicomic on architectural evolution. Evergreen, 2009, 400p.

LYNN, Greg; LAVIN, Sylvia; FRIEDMAN, Mildred. **Frank Gehrythe houses**. : Rizzoli, 2009. 300p.

PIANO, Renzo. **On tour with Renzo piano**. Phaidon Press, 2004. 336.

SERRAINO, Pierluigi. **Saarinen**. Taschen do Brasil, 2006. 96p.

SUDJIN, Deyan. **Norman Foster life in architecture**. Penguin, 2010. 320p.

TZONIS, Alexander. **Santiago Calatrava** : complete works. Rizzoli, 2007

APÊNDICE