

# SISTEMAS DE REFORÇO SONORO COM NÍVEIS DE INTENSIDADE SONORA LIMITADOS ELETRONICAMENTE.

## 1º SEMEA – 1º SEMINÁRIO DE ENGENHARIA DE ÁUDIO

Júlio Martins

UFES – Dep. Comunicação Social/CCJE

Av. Fernando Ferrari, s/n - Campus Universitário

CEP. 29060-900 Vitória, ES – Brasil

End. Resid.: R. Graciano Neves, 590 – Centro – CEP 29015-330

Vitória – ES – tels.: (0xx27)3222-6013 e 92710143

[Jcms1506@terra.com.br](mailto:Jcms1506@terra.com.br)

**Resumo** – Este trabalho apresenta e descreve um conceito de sistema de reforço sonoro com limitação eletrônica de intensidade sonora, para uso em casas noturnas que oferecem música ao vivo como atrativo. Além disso apresenta uma metodologia para ajustes do sistema, aferição de seu desempenho e pressão sonora, após a instalação. O objetivo é apresentar um método confiável de se projetar, instalar e ajustar sistemas em casas noturnas que, ao mesmo tempo, viabilize a sua existência e oferta de música ao vivo, sem incomodar a vizinhança. A intensidade sonora, da execução de música ao vivo, pode ser controlada eletronicamente, em tempo real, por um limitador eletrônico acoplado a um amplificador de potência, que também disponha de um divisor de frequências ativo na sua entrada.

**Abstract** – This work presents and describes a concept of sound reinforcement system with electronic limitation of sound intensity, to be used in commercial establishments which offers live music. In addition, it presents a methodology to adjust the system and measure its performance and sound pressure level after its installation.

The main objective is to present a trustworthy method for design and installation this kind of system in night clubs, restaurants, etc., so that these places could offer live music without disturbing the neighbourhood. This will be obtained, transferring the main task of level adjustments, in real time, from the audio operator to a electronic limiter, coupled to a power amplifier, which should have too, a two way electronic crossover coupled to its circuitry, delivering the complementary audio signals, to both channels of this amplifier and then to speaker boxes.

### I. INTRODUÇÃO

A música, em toda a sua diversidade, circula no sangue de cada brasileiro. É impensável uma festa de aniversário infantil sem música, do mesmo modo, uma reunião de amigos para um churrasquinho regado à cerveja, sem música não está completa. Na maioria das vezes é música mecânica, mas não é raro presenciarmos muitas festas, onde alguém toca violão, induzindo todos a cantarem, ou ainda, não é raro vermos festas com rodas de samba.

São das nossas raízes culturais que nasce a paixão do

brasileiro pela música, especialmente ao vivo. Mas,... como conciliar a execução de música ao vivo em casas noturnas, com a necessidade de manutenção de um Nível de Intensidade Sonora (N.I.S.), dentro de limites legais, na residência do(s) vizinho(s) mais próximo(s)?.

O que o presente trabalho vem demonstrar é que, se as diversas variáveis do problema forem adequadamente consideradas, será possível verificar que todos os aspectos, têm um correlato no comportamento elétrico dos equipamentos. E é possível exercer sobre eles algum controle efetivo, que pode ser uma solução para muitos casos.

Basicamente, o conceito aqui descrito parte do princípio de que, conhecendo-se a sensibilidade das caixas, sua potência máxima admissível, e dispondo de amplificadores, com *crossovers* eletrônicos e limitadores incorporados, pode-se limitar a potência de saída destes, de modo a produzir nas caixas uma intensidade sonora previsível e com pequena margem de variação.

Na verdade esta é uma versão reduzida do trabalho completo, devido às limitações de espaço, para os trabalhos do SemEA, nos Anais. Para uma compreensão mais detalhada do problema, do conceito de sistema, da metodologia para ajustes e para a gravação do CD de testes, é recomendável ler a versão completa que inclusive contém fotografias. Para conhecer o conceito, o princípio de funcionamento, basta a leitura desta versão resumida. Para compreendê-lo e aplicá-lo, no projeto e instalação de sistemas é altamente recomendável a leitura da versão completa.

Por fim não posso deixar de registrar que o conceito de sistema que ora apresento, é objeto de um investimento em pesquisa e desenvolvimento, do Nexo - Núcleo de estudos em comunicação (Depcom/CCJE/UFES), como executor, linha de pesquisa mídias e tecnologia, das empresas Procones-ES e Eletrônica Studio R – SP, razão pela qual é vedada qualquer utilização comercial, deste conceito, inclusive com a denominação criada (L.E.V.), que pertence aos seus investidores, sem prévia e expressa autorização, por escrito, de todas as partes envolvidas. Contudo a aplicação do conceito aqui exposto, por técnicos, bandas, consultores de áudio, mesmo em estabelecimentos comerciais, é desejável e estimulada e, independe de autorização, por esse motivo, é que nos esmeramos em apresentar descrições detalhadas. Para o benefício de todos que se dispuserem a implantar sistemas de reforço sonoro

dentro deste conceito, solicitamos que nos seja enviado por email, o relatório final contendo registro dos ajustes, das medições do N.I.S., das dificuldades enfrentadas em casos particulares, das soluções propostas, etc. E, sempre que possível, com fotografias. Esta informação será compartilhada com todos os demais interessados, de diversas localidades do país, que se dispuserem à implantá-lo.

## II. Qual é o problema?

A década de 90 no Brasil, entre outros acontecimentos importantes, foi marcada pela criação e implantação de Códigos Municipais do Meio Ambiente em diversas capitais do país e também de importantes cidades das regiões metropolitanas e do interior.

O principal objetivo da legislação é controlar a poluição ambiental de qualquer espécie, inclusive a sonora, dentro da qual se encaixam os estabelecimentos que oferecem música ao vivo, sobre os quais recai o nosso interesse especial.

Com a implantação da legislação, em diversas cidades, proprietários de casas noturnas com música ao vivo, nas quais se concentra o foco desse trabalho, e músicos, se depararam com um problema aparentemente insolúvel: a elevação do N.I.S. (Nível de Intensidade Sonora), para além do patamar permitido pela legislação, nas residências próximas. Tal elevação tem sido motivo de multas e até de interdição de alguns estabelecimentos. E quando isto acontece todos os envolvidos saem perdendo. Então a questão que se coloca é: será que é possível conciliar diferentes interesses? Será que é possível existir estabelecimentos comerciais que ofereçam música ao vivo, sem incomodar a vizinhança?

### *A. Os diversos aspectos do problema.*

A problemática é complexa. As casas noturnas são geradoras de empregos, que estão escassos pelo país. Nelas a afluência de público ocorre principalmente pelo seu atrativo que é a execução de música ao vivo. É um excelente mercado de trabalho para músicos e operadores de som. Se não houver nenhum tipo de controle no N.I.S. as casas noturnas com música ao vivo estão fadadas à extinção, porque em sua maioria, não apresentam nenhuma forma de controle, há muito vazamento e o nível de ruído dentro das residências próximas invariavelmente supera o permitido, salvo raros casos onde a localização é favorável, pela eventual inexistência de residências nas vizinhanças.

Todos têm sua parcela de razão. Os proprietários alegam estar gerando empregos e recolhendo impostos, razão pela qual devem receber tratamento especial. Músicos e técnicos de dizem conscientes do problema e empenhados na manutenção de um N.I.S. (Nível de Intensidade Sonora) dentro dos limites, mas durante a apresentação, ao que tudo indica, isso é esquecido, porque quase sempre o limite é excedido. A vizinhança quase sempre, é quem sai perdendo, enquanto músicos, operadores e proprietários, tentam se acertar num acordo de cavalheiros. Quando os limites da paciência da vizinhança se esgota e eles recorrem aos órgãos de controle, a situação se reverte e os vizinhos, que só desejam sossego é que passam a serem

vistos como “lobos maus”, inimigos do emprego, criadores de caso, chatos... e assim por diante. Será que isso corresponde à verdade dos fatos?

### *B. A resistência histórica*

Não é raro se ouvir de empresários a reclamação de que a legislação está equivocada, que não respeita empresários que geram empregos e recolhem impostos, que é preciso modificá-la ou, flexibilizar sua aplicação.

Entretanto esse tipo de comportamento recorrente surgiu em vários momentos da história e, sem exceção, nas mais diversas áreas do conhecimento e/ou atividade e, quanto maiores foram os interesses econômicos envolvidos, substancialmente maiores e mais agressivas foram as reações.

É o mesmo que ocorre com a música ao vivo atualmente, nas casas noturnas. Por muito tempo, residentes vizinhos à estas casas, sempre estiveram desamparados, sem ter a quem recorrer e agora que estão sendo defendidos, empresários, músicos, operadores de som, reclamam dos excessos da legislação. Deve se ter em mente que tal legislação não mudará nem se flexibilizará, pois leis equivalentes já estão em vigor há mais de duas décadas na América do Norte e Europa, pelo contrário, na medida que e na tecnologia permitir aferições mais precisas e detalhadas, este controle tenderá a enrijecer.

### *C. O ponto de vista do vizinho*

O que não se pode deixar de reconhecer é que, para um vizinho, que levanta todo dia às 6:30 para levar os filhos na escola, que trabalha o dia todo e precisa descansar para reiniciar a luta no dia seguinte, não é nada agradável a rotina de ter o seu sossego na residência, perturbado por causa da música ao vivo de uma casa noturna.

Porque é tão difícil entender o problema do ponto de vista deles? A questão é que não se trata de uma festa, um dia especial, mas uma rotina que se repete, geralmente de Quarta à Domingo, todas as semanas, todos os meses, durante todo o ano. Para eles, uma rotina de perturbação do sossego, do descanso. E quanto mais o estilo de música, lhes desagradar, maior será o grau do incômodo. Há casos em que o órgão público de controle, quando chamado, não consegue detectar irregularidades no N.I.S., o que poderia ser caracterizado como um descontentamento mais com o estilo de música, do que com o ruído em si.

### *D. Raízes históricas do problema*

Dado o escopo desse trabalho não é possível levar a cabo uma investigação profunda, mas é importante apontar algumas questões, para que sirvam de indicativos àqueles que se interessarem num aprofundamento.

Todos os aspectos do problema podem ser resumidos numa só questão: O alto volume, ou mais corretamente, o elevado nível de intensidade sonora, N.I.S.. Músicos tocam alto, o público fala alto, canta junto com a música e alto!. Porque há essa necessidade de falar alto? Temos que buscar isso nas nossas raízes culturais, na miscigenação entre portugueses, africanos e índios nativos. Mas o hábito de falar alto, vem especialmente da Itália.

Os cultos africanos que foram trazidos pelos escravos,

são baseados em instrumentos de percussão e na cantoria, que pela sua origem, também produzem de elevado N.I.S.. Dessa fusão de culturas, nasceu o samba, o samba de roda o pagode, e por utilizarem um conjunto de instrumentos de percussão, que naturalmente produzem elevado N.I.S., não há como uma roda de samba, digamos com 6 músicos, sem nenhuma amplificação produzir uma intensidade sonora inferior a 95 dBA a 1m. de distância.

A principal razão da cantoria dos escravos era a saudade da liberdade, da família, da sua terra, dos seus costumes, o sofrimento das péssimas condições de trabalho.

Enfim estas questões estão inscritas no tecido cultural do qual todos nós fazemos parte. Quando chegamos ao mundo, muita coisa já existia e, tudo o que fizemos foi apreender e, inclusive aprender a aprender. É um equívoco fenomenal ir buscar as razões para tais comportamentos, senão nas nossas raízes culturais.

Há uma razão para todos sermos assim. Aquele vizinho que reclama hoje, porque sofre de quarta à domingo, também tem o seu dia “de índio” para parafrasear a música de Baby Consuelo (*todo dia era dia de índio*). Certamente há algum estilo de música que ele gosta de ouvir, especialmente ao vivo. Todos nós temos e certamente ele a ouvirá numa intensidade sonora elevada. É comum escutarmos dos europeus, que nós brasileiros (Baitello, 2002) tomamos muito banho, e de onde vem isso? É claro que vem dos indígenas, que não tinham como, nem porquê se preocupar com o consumo de água, que era abundante nos rios [1]. Muitas das nossas manias e preferências, são absorvidas pela nossa personalidade com o passar do tempo, como se fossem exclusivamente nossas, o que é mais um grave equívoco.

#### *E. Música, suor e cerveja*

As implicações do problema não param aí. Onde há música ao vivo também se dança e se canta, invariavelmente regado à bebidas alcoólicas, especialmente a cerveja.

O álcool derruba as barreiras da inibição, é normalmente associado à comemoração, à alegria, e tradicionalmente, não há comemoração silenciosa na nossa cultura. Todas as nossas comemorações são ruidosas, porque sentimos necessidade de cantar e dançar. Como entorpece o cérebro, receptor das informações recebidas pelos sentidos e, tanto mais, quanto maior for o seu consumo, o álcool diminui o juízo crítico acerca do que gostamos e do que não gostamos, seja pelo olfato, paladar, tato, audição e visão e a propriocepção (sentir o próprio corpo, dor, frio, calor).

O que especialmente importa, sobre o consumo de álcool, num trabalho como este, é que ao entorpecer o cérebro, ele afeta uma parte importante do juízo crítico, que é o juízo quantitativo. O que é um som alto (forte) e baixo (fraco), o que é uma luz fraca ou forte, o que é um cheiro forte ou fraco, o que é doce além da conta, o que é salgado demais. Esse é um tipo de juízo já extremamente complexo para se descrever, dado o seu alto grau de subjetividade. Há outra questão imbrincada com o juízo crítico quantitativo, que é a nossa capacidade de produzir uma voz fraca ou forte, conforme o FN (*Floor Noise* ou nível de ruído base, mínimo) do ambiente ao nosso redor.

O consumo de álcool também diminui a capacidade da audição discriminativa e, uma das defesas naturais é o aumento da intensidade da voz. É muito fácil perceber isso. Observe como uma pessoa com fone de ouvido (do tipo que cobre a orelha) perde a referência do FN e fala mais alto (forte) do que deveria. Todos reagimos do mesmo modo, porque é fisiológico, é uma questão de estímulo-resposta, não depende de raciocínio.

Quando músicos e operadores de som também consomem álcool, mesmo em quantidade moderada, [deixe-me ressaltar aqui este ponto: Não quero dizer que técnicos e músicos bebem e por isso são indisciplinados, note que falei e frisei Quando...] eles saem da posição de atores passivos de um processo, para atores ativos, participantes! Então, sofrendo do mesmo entorpecimento dos sentidos, que o público, perdem a referência do FN e, ao primeiro sinal, de elevação do nível de intensidade sonora do público, surge uma necessidade natural de aumentar o nível (volume) da música no sistema de som. Isso é mais comum do que se imagina e, nem sempre ocorre somente em casos de consumo excessivo de álcool. Devemos lembrar que a reação ao álcool veria de pessoa a pessoa. Mesmo um consumo mínimo, que não chega a afetar a performance de músicos e técnicos, já é suficiente para afetar o juízo crítico.

Por sua vez, o técnico não apenas pensa no volume geral, mas como também começa a identificar uma ligeira dificuldade específica em cada instrumento. E aí geralmente começa a refazer algum ajuste de equalização, compressão, que geralmente resulta na elevação do N.I.S.. O que ninguém percebe é como isso é comum e recorrente, mas músicos e operadores acham natural

Apesar de raramente descreverem a situação desse modo, esta é uma das principais razões pelas quais os órgãos de controle ambiental, dificilmente aceitam acordos de cavalheiros para o controle do som. Têm que haver projetos, com fundamentação teórica, têm que haver justificativas; as soluções propostas devem ser plausíveis; os resultados devem ser passíveis de mensuração. Enfim não existe espaço para o “eu acho”.

Talvez me seja mais fácil examinar o problema, por ter conhecido de perto, as suas diversas faces. Já fui “o vizinho” e, muitas vezes! Posso assegurar que é triste ser o “vizinho”, ter que acordar bem cedo, sem ter tido um sono tranquilo. Muito pior para quem é o tipo de vizinho que além disso, ainda têm que levantar ainda mais cedo, para levar os filhos na escola.

#### *F. Problemas da tecnologia de baixo preço*

O aumento da potência oferecida pelos amplificadores e, aumento da eficiência e potência admissível dos AFs trouxe indiretamente um outro problema.

É notório que sempre existiu no mercado a oferta de caixas-amplificadas para instrumentos musicais de baixo custo e que evidentemente são muito vendidas (adianto logo que não se trata aqui de julgar o mérito de tais produtos!). Somos um país pobre, com enormes diferenças na distribuição de renda e, a maioria dos músicos trabalha duro, para ganhar algum dinheiro e infelizmente, bons instrumentos e equipamentos custam caro. Eles têm que

adequar seus sonhos de equipamentos, à verba disponível.

Acontece com uma frequência não muito grande, reclamações sobre música ao vivo em casas noturnas, são decorrentes da ineficiência de tais sistemas e inadequação deles, ao ambiente, Vejamos por quê. A maioria destas caixas amplificadas, de baixo custo, para aplicações gerais, possui duas vias, e quase sempre as duas vias são reproduzidas por um alto-falante cobrindo a área dos graves, médios-graves e médios; e um tweeter cobrindo a região de médios e médios-agudos. Não há um transdutor específico para médios. Só os extremos são cobertos graves e agudos. A região da voz desaparece, porque nem tweeters nem AFs de graves darão conta de reproduzir os sons predominantes nesta região do espectro.

O principal problema já aparece, no conceito da caixa. Se é para aplicação geral, como pode abrir mão da região dos médios? O problema se agrava mais ainda, quando ao invés de tweeters dinâmicos, de membrana fenólicas, que ainda reproduzem alguns sons da região dos médios, são substituídos por 2 ou mais tweeters piezoelétricos, que por natureza não extremamente sensíveis, produzindo alto N.I.S., e sobrepondo-se facilmente aos graves e médios graves, reproduzidos pelos AFs de cone.

O maior problema em si não que o músico ou banda irá fazer com ela. Frequentemente uma caixa amplificadora destas será usada para amplificar voz, teclados, guitarra, etc. E tudo junto! Como elas reproduzem os médios com extrema deficiência, e os músicos tentarão compensar isso, no equalizador, reforçando a região dos médios. Um aumento de +6dB, no equalizador, dependendo do nível em que o amplificador já está operando, pode levá-lo à potência máxima, naquela região, inclusive ao clipamento, gerando onda quadrada, um sinal distorcido, sem dinâmica, mesmo que se tenha alterado o “botão de volume”.

Então em resumo, músicos para compensar a ineficiência dessas caixas, praticam um volume acima do necessário, elevando o N.I.S. do ambiente e alcançando o interior de residências. Mas dificilmente eles, e/ou qualquer um de nós, percebem esse ligeiro aumento de intensidade sonora numa região de frequências. Mas o *spl meter*, acusa variações mínimas.

É um equívoco muito grande usar o senso comum para julgar intensidades sonoras. Muitos músicos e operadores de som acreditam que os controle de volume nos amplificadores, realmente controlam, intensidade sonora, ou para eles, o volume. Estes são, quase em sua totalidade, meros atenuadores que quando, no fim de seu curso, não produzem nenhuma atenuação, todo o sinal que chegar será amplificado usando a inteira capacidade do módulo de potência.

Essa questão como várias outras, são menosprezadas, porque é desconsiderado o comportamento fisiológico dos sentidos e incapacidade do juízo crítico detectar, confiavelmente intensidades sonoras inferiores a 10 dB.

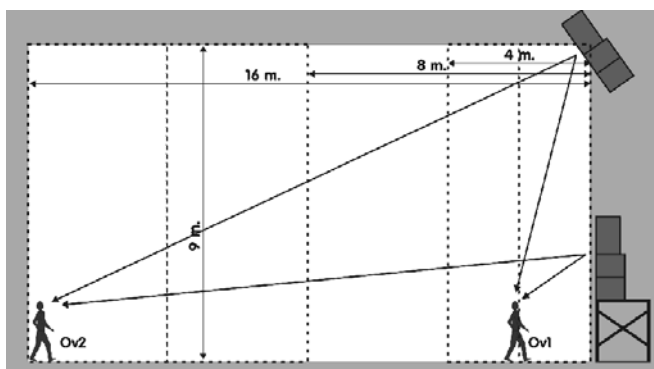
Da problemática do sistema de som ineficiente, decorre uma outra, que é a falta de preocupação dos proprietários de estabelecimentos e dispor de seu próprio equipamento de som. Se o problema do excesso de N.I.S. é complicado e traz prejuízos a todos, porque não se assegurar que seu estabelecimento tenha um sistema que se comporte mais

linearmente, com qualquer músico ou banda.

Há ainda o caso de estabelecimentos que fizeram investimentos significativos num sistema de som de boa qualidade, e mesmo assim continuam sofrendo do mesmo mal de excesso de N.I.S. (no vizinho) e eventualmente sofrendo autuações. Porque isso ocorre?

A explicação e a solução para isso, já é conhecida pelos empresários de sonorização há muitos anos, mas se difundiu formidavelmente nos últimos anos sob a denominação *Flying Array Systems* ou simplesmente *Fly*. Se temos um sistema ao lado do palco e o primeiro ouvinte (Ov1) a 2 m. das caixas e, o último ouvinte a 16 m. das caixas (Ov2), teremos um problema sério a resolver, veja a fig. 1. O primeiro ouvinte sempre irá reclamar que o som está “muito alto” e, o último, que ele está “muito baixo”. Se temos 100 dB a 2 metros do P.A. (primeiro ouvinte), aplicando a lei do inverso do quadrado, teremos 94 dB a 4 metros, 88 dB a 8 metros e 82 a 16 metros. Uma diferença de intensidade de 18 dB!

Fig 1.



Os sistemas *Fly*, diminuem a distância do primeiro ouvinte para o último, de modo que haja uma melhor distribuição da pressão sonora. Se no exemplo acima o sistema de P.A. (*Public Address*) fosse suspenso a 9 m., teríamos um N.I.S. de 88 dB para Ov1, 82 para Ov2, por que a distância das caixas, para o Ov1 é de aprox. 8 m. e, de 16 m. para Ov2, ou seja, uma diferença de apenas 6 dB, contra os 18 dB, de um sistema empilhado no chão.

Então a explicação para o caso das casas noturnas que já dispõem de sistemas de som, mas ainda têm problemas de excesso de N.I.S. na vizinhança, é a falta de distribuição sonora.

Um pequeno P.A. é colocado perto do palco e, para produzir uma pressão sonora satisfatória, tanto para o ouvinte mais próximo, como para o mais distante, os sistemas geralmente operam produzindo intensidades sonoras excessivas.

Nestes casos, a solução não é suspender o sistema de P.A., porque na maioria dos casos não há pé-direito suficiente, para uma elevação satisfatória, mas sim distribuir mais caixas acústicas pelo ambiente, de modo assegurar que em qualquer ponto, onde estiver um ouvinte, haverá uma caixa acústica, a não mais do que 4 metros distante dele.

É claro que há um problema de atraso (*delay*) entre as fontes sonoras (conforme a posição de cada ouvinte, o som de cada fonte sonora chega aos ouvidos em tempos

diferentes), podendo atrapalhar a inteligibilidade, mas não estamos tratando de um sistema para igrejas e templos, onde isso seria inaceitável, mas sim um problema que pode ser perfeitamente suportável.

### G. Ambientes permeáveis

Chamo de ambiente permeável, aquele que permite muito vazamento de ondas sonoras para a área externa, que se propagam até atingirem as residências vizinhas, geralmente todo ou parcialmente aberto.

Temos aqui um outro problema decorrente das nossas raízes culturais, herdadas dos indígenas, que viviam e vivem em grandes ocas, sem paredes e portas, quase literalmente ao ar livre.

Existem estabelecimentos cujo sucesso e/ou maior atrativo está exatamente nisso, especialmente em regiões praianas. Mas não é raro o mesmo tipo de ambiente em cidades sem praia. O fato é que estamos num país tropical, onde, em boa parte dele, faz calor quase que ano todo.

Assim, ambientes permeáveis, na maioria das regiões praianas, são os preferidos, mas isso de modo algum combina com a execução de música ao vivo. A principal diferença entre os estabelecimentos brasileiros e os da Europa, Japão, EUA, é que os nossos, são freqüentemente abertos, permeáveis.

Como as leis da física são as mesmas em qualquer parte do planeta e, presumivelmente, em todo o universo, não é porque somos um país tropical, que temos origens culturais indígenas, que as ondas sonoras irão se propagar diferentemente.

São condições absolutamente incompatíveis. Para não haver vazamento de ondas sonoras de um ambiente ele deve obrigatoriamente ser isolado. Quanto mais alta a música executada e, mais ruidoso o público, maior será a necessidade de isolamento.

Tenho grande convicção que mesmo com essa exposição longa, estou longe de esgotar todos os aspectos do problema. Pegue uma cidade qualquer do Brasil, uma legislação que acaba de ser aprovada, uma casa noturna, uma banda, um público animado, muitas cervejas e certamente teremos mais um caso diferente para acrescentar.

Mas o propósito dessa exposição é mostrar a miríade de fatores e aspectos gerais, que quando combinados com casos particulares, resultarão sempre em algo inesperado. E as técnicas baseadas nas leis da física, sem considerar os diversos fatores implicados, só nos permitem dizer sim ou não, existe ou não existem...

E chamo atenção para isso porque, o como som é invisível, evanescente, não damos a ele a atenção merecida. A palavra que acabo de falar desapareceu no ar..., como não temos como comparar um som com outro, como olhamos para uma fotografia, tendemos sempre a julgar e tentar resolver questões complexas de áudio, com o senso comum. Sobre o som, nossa única certeza é que ele existe porque o escutamos. Muito daquilo que consideramos como “detalhezinhas de nada” não são analisados do ponto de vista de seu desdobramento e por isso mesmo, sempre que os menosprezamos aparecem surpresas desagradáveis.

A essas alturas, com tantas variáveis do problema

trazidas à tona, o leitor deverá estar se perguntando se haverá como dar resposta à isso tudo. É claro que não. E nem o objetivo era esse, mas sim o de mostrar que o som, por ser evanescente, recebe um tratamento muitas vezes injusto, e muitos problemas de excesso de intensidade sonora nas casas noturnas, são decorrentes de tentativas ineficazes de solução, porque baseadas no senso comum, ou quando baseadas numa tentativa bem fundamentada na teoria, não considera os aspectos não-técnicos, que são parte inseparável do problema.

### III. Uma alternativa de solução

Ninguém deve se enganar, esperando que haja uma solução mágica. Por mais sofisticada que esteja a tecnologia ao nosso alcance, ainda não inventaram dispositivos que mudem as leis da física. Veja bem, se estamos tratando de um estabelecimento, para digamos 600 pessoas, 150 mesas, pista de dança, totalmente permeável e com 2 vizinhos ao lado. A solução é fechar a casa e abrir em outro lugar, sem vizinhos, temos que ser realistas. Não existe mágica. Por que o N.I.S. da música executada, teria que ser tão baixo, para não incomodar vizinhos, que somente a bateria sem microfonação e amplificação nenhuma, já o extrapolaria!

Para casos não muito graves, é possível se obter soluções interessantes. E esta definição “não muito graves” não é tão subjetiva quanto parece, isso ficará mais claro adiante. Mas é sempre um consultor de áudio, arquitetos ou engenheiros, especialistas em acústica, que deve fazer uma avaliação das condições. Não existe espaço para o típico “eu acho” brasileiro.

Contudo a maioria das soluções não contempla todos os tipos de música, ou quando o faz, não se ajusta ao comportamento do público e músico, que são resultantes do nosso aprendizado cultural.

Hoje, já existem possibilidades interessantes para controle do N.I.S. a partir de tecnologias já desenvolvidas e, de larga utilização. O que é absolutamente original, é que nada disso, que já existe, foi utilizado em conjunto para se obter um resultado precisamente quantificado.

### IV. Qual é o desafio?

Se estamos diante de um caso onde seja possível se executar música ao vivo, em uma intensidade sonora razoavelmente elevada para músicos e público se sentirem satisfeitos, sem incomodar os vizinhos, O desafio que temos diante de nós, é assegurar que, estes níveis sejam controlados de algum modo, para dificilmente serem ultrapassados. E mais, devemos nos assegurar que esse controle seja o mais eficaz possível, sem desrespeitar o comportamento da música, que é um evento sonoro dinâmico, cheio de altos e baixos, o que nos leva à conclusão de que esse tipo de controle deva ser um limitador, um compressor-limitador, ajustado para compressão infinita, mas ainda com capacidade de reconhecer e atuar, com menor intensidade, em variações rápidas (transientes) típicas da dinâmica musical.

Uma provável pergunta que surge neste momento é: Se a permeabilidade dos ambientes é um problema e, se alternativa de solução que aqui propomos, não é eficaz

para todos os tipos de ambientes e estilos de música, que tipos de casos podem ser resolvidos com o conceito de sistema aqui proposto? Foi dito anteriormente que “para casos não muito graves, há soluções interessantes”. O que significa esta definição “não muito graves”?

É claro que a avaliação deve estar a cargo de um profissional especialista, por que cada caso é um caso único. O que podemos fazer aqui é fornecer indicações para que se possa formular um julgamento adequado, considerando as condições peculiares de cada situação.

Para responder as perguntas acima, temos que percorrer o caminho inverso. Devemos localizar o vizinho mais próximo e, conhecendo os limites máximos de N.I.S. permitidos para aquela região, tentar responder a pergunta: Qual será a intensidade sonora máxima, que poderá ser produzida no interior do estabelecimento, de modo que o vazamento de ondas sonoras (da música ao vivo), atinja o interior da residência vizinha mais próxima, dentro dos níveis permitidos pela legislação?

Se estivéssemos ao ar livre, bastaria aplicar a lei do inverso do quadrado, segundo a qual, cada vez que a distância entre a fonte sonora e o ouvinte dobra, há uma queda de 6 dB no N.I.S.. Mas como normalmente estamos lidando com ambientes, mesmo que permeáveis, ela não pode ser aplicada literalmente, pois resultará num valor sempre maior do que o real. Melhores resultados são obtidos medindo-se o N.I.S. no local com *spl meter*, mais simples e seguro. Esta medição já considerará as perdas introduzidas pela absorção ou reflexão dos obstáculos, o isolamento proporcionado pelo telhado, etc.

Uma vez descoberto o N.I.S. que pode ser praticado no estabelecimento, sem incomodar o vizinho mais próximo, devemos responder outra pergunta: este nível máximo que pode ser praticado no estabelecimento, é adequado ao estilo de música? É capaz de proporcionar ao público a diversão esperada? Dependendo do modo como esta questão for respondida, saberemos se o caso particular, é muito grave ou não, requerendo isolamento acústico em maior ou menor quantidade.

E aí temos que já ter definido, o que vem a ser um N.I.S. satisfatório para cada estilo de música, tipo de estabelecimento, capacidade, permeabilidade, etc. É evidente que não posso aqui, estabelecer aleatoriamente, tais níveis. Seria muito apropriado realizar uma pesquisa de campo e verificar quais são os níveis praticados. Deixo essa tarefa para outras contribuições.

Com base num mapeamento realizado, para diversos projetos de controle de ruído, para casas noturnas em Vitória-ES, podemos dizer que, para um estilo de música mais suave e naturalmente mais baixo (fraco) como MPB ou Jazz (Voz e violão; Voz e teclado; voz guitarra e contrabaixo), por exemplo, quaisquer níveis entre 80 e 90 dBA, estão dentro do que é usual. Para música de estilo pop, rock, e pagode, mais rápida e, principalmente com bateria acústica (amplificada ou não), níveis entre 90 e 100 dbA, estão dentro do que é considerado bom para músicos e público. Para dance music é praticado usualmente um nível entre 100 e 110 dBA.

Retomando então a formulação do julgamento, do que vêm a ser os “casos menos graves”, se num caso particular

de um estabelecimento qualquer, temos um estilo de música de comportamento similar ao da MPB, e se, podemos praticar uma intensidade sonora entre 80 e 90 dBA, estamos diante de um desses casos “não muito graves”. Se estiver ligeiramente acima do permitido, ainda será possível realizar algum isolamento acústico, no estabelecimento, e contornar o problema. Se estiver muito acima, aí estamos diante de um caso muito grave, para o qual outras alternativas mais eficazes devem ser buscadas, sem invalidar, é claro, a implantação de um sistema de som, dentro do conceito que estamos propondo.

Neste ponto é preciso deixar bem claro que, se um estabelecimento opta por um estilo de música, que tem uma característica de intensidade sonora e dinâmica, qualquer mudança, mesmo que aparentemente insignificante, pode representar a necessidade de se refazer todo o ajuste no sistema ou, até mesmo de se realizar um isolamento acústico no ambiente. Isso é algo que de forma alguma pode ser menosprezado.

#### V.O conceito do sistema

O sistema de reforço sonoro que estamos propondo não é uma definição de marcas, modelos combinados para operar dentro de um determinado ajuste. É um conceito, que pode ser aplicado em várias situações particulares de casas noturnas, que necessitam oferecer música ao vivo, mas que precisam de um controle eficaz da intensidade sonora. O conceito independe da marca ou modelo de equipamento e sua aplicação, não implica em nenhum tipo custo com o autor e financiadores da pesquisa. Contudo o uso comercial do conceito é vedado (veja ressalva na introdução). Para se aplicar o conceito na solução de um caso prático, é imprescindível conhecer as características técnicas dos equipamentos e, elas devem ser confiáveis. Na teoria e na prática, quanto mais confiáveis forem os equipamentos (as características informadas) maiores serão as chances de bons resultados. Então, o responsável pelo projeto e instalação, deve dispor de meios para aferir as principais informações fornecidas pelo fabricante.

Para ser descrito como um conceito, este conjunto de recomendações, para instalação e ajustes de um sistema de reforço sonoro limitado eletronicamente, bem como da aferição de resultados, foi testado em três aplicações práticas, em casas noturnas distintas em Vitória-ES, dentre os quais, dois estão finalizados e em funcionamento e, neste caso sim, foi utilizado uma combinação de equipamentos específica. Esta combinação pode variar conforme a preferência do dono do estabelecimento, dos músicos, do consultor de áudio

Após analisadas se, as condições reais, permitiriam a execução de música ao vivo em níveis tais, que alcançassem as residências mais próximas, dentro do limite estabelecido em lei, a opção de aplicação do conceito, no projeto e instalação de um sistema de reforço sonoro, foi considerado como uma opção. Conforme cada caso, foram propostas ainda, medidas adicionais para isolamento parcial do ambiente.

O passo inicial, para aplicação do conceito, é certificar-se com o máximo cuidado, de que as caixas acústicas proporcionam uma pressão sonora ou *spl* (*sound level*

*pressure*) previsível com margem de erro, aceitável. Ou seja, toma-se a sensibilidade, daquele modelo, informada pelo fabricante,  $x$  dB/*spl* @ 1W a 1 m., e é feito então um cálculo muito simples: com 2 W a 1m, a pressão sonora será então 3 dB maior do que a inicial; com 4 W a 1 m., a pressão sonora será de 3 dB maior, do que aquela com 2 W; e assim por diante até ser alcançada a potência máxima RMS, admissível da caixa acústica.

Uma vez atingida, saber-se-á que aquela caixa, quando receber a máxima potência, produzirá uma intensidade sonora conhecida, a 1 m. Aplica-se a lei do inverso do quadrado, para se descobrir a perda, para a máxima distância recomendada, das caixas para o público, que é de 4 metros, conforme já exposto, para se obter maior intensidade sonora, sem que seja preciso aplicar uma elevada potência. Então a pressão sonora máxima encontrada cairá 6 dB para 2 m. e, 12 dB para 4 m. Um dos princípios que norteia este conceito é a obtenção de um maior *spl* aproximando o sonofletor, do ouvinte, mesmo que seja necessário aumentar o número de sonoflores no estabelecimento.

Cabe então verificar se esta pressão sonora a 4 m. desta caixa acústica, está acima ou abaixo, daquela máxima desejável para o ambiente. Estando abaixo é necessário dobrar a quantidade de caixas e, a cada dobra aumentar 3 dB, ao valor máximo de pressão sonora, encontrado para apenas uma. Se forem necessárias várias dobras sucessivas, é um indicativo de que a caixa escolhida, é pouco eficiente, e requererá muitas unidades, por ponto de emissão sonora, para realizar o trabalho.

Estando acima é mais fácil: já se sabe que a caixa escolhida é adequada, mas precisará ter reduzida a potência aplicada. Neste caso basta aplicar o mesmo raciocínio inicial: ao se reduzir a potência à metade, o *spl* total, se reduzirá em 3 dB. Assim se poderá encontrar a caixa acústica adequada ao trabalho e, a potência necessária, para excitá-la ao ponto de produzir *spl* igual ou, ligeiramente menor do que o necessário, para o estabelecimento.

Então está aí apresentado o caminho para se definir a quantidade de sonoflores no ambiente, o número de pontos de emissão sonora, e qual a potência deverá ser aplicada em qualquer um deles, para que seja obtido o *spl* máximo, daquele caso específico. Deve ser considerado ainda que, cada ponto de emissão a mais, recebendo a mesma potência elevará também o N.I.S. ou *spl* geral. Isso deverá ser corrigido no ajuste final, limitando a potência.

Uma vez instalado o sistema e, faz-se a equalização das caixas para o ambiente e, ajusta-se os níveis entre as vias de graves e médios-graves/agudos. Utilizando-se de um CD de testes preparado conforme instruções específicas (está na versão completa deste trabalho, solicite-a por email), faz-se a exibição de *pink noise* ajustado para 5 dBA a menos, do que o limite para aquele estilo de música, dentre os três que foram sugeridos anteriormente, como ponto de partida. Ou seja, se estamos ajustando um sistema de uma casa noturna que oferece *jazz* como atrativo, o sistema deverá ser ajustado para produzir 85 dBA, com *pink noise* (gravado em CD com - 10 dB) na área que estão concentradas as caixas acústicas e/ou, onde há maior *spl*, mantendo-se sempre, à uma distância de 4 metros da(s)

caixa(s). Com o *pink noise* ajustado para 85 dBA, a música quando executada variará entre uma média de 85 a 91 dBA. É claro, sempre usando um *spl meter*.

Usando as músicas do CD, de mesmo estilo das que serão executadas no estabelecimento, deve-se fazer a leitura do *spl* das músicas. Se estiver dentro da margem (85~91 dBA) está perfeito. Deve-se fazer a mesma leitura, na residência do vizinho mais próximo, com portas e janelas abertas e, com tudo fechado. Se a média entre essas duas leituras, estiver igual ou abaixo de 91 dBA, o sistema está ajustado e, pode-se então reduzir 3 dB, para se obter alguma folga de intensidade sonora, antes que o limitador atue. Se a leitura estiver muito acima, um novo ajuste de nível deverá ser feito, que implicará também em ajustes no console de mixagem e na equalização.

Essa descrição está tanto incompleta aqui por razões de espaço, mas está descrita em detalhes na versão completa. Um consultor de áudio ou operador experiente, pode já ter notado que pelo modo como foi descrito, não ficou muito claro, como ajuste de nível, é feito no console de mixagem principal e/ou num segundo console. Mas o objetivo foi descrever resumidamente os passos. É evidente que nada pode ser esquecido e todo o ajuste já tem que ser feito com equalizadores e mixer, já entregando sinal máximo antes da distorção. Todos os Faders abertos, ganhos de cada canal regulados, etc.

## VI. Os sonoflores

A aplicação deste conceito, independe de marcas e modelos, mas como já foi dito, é imprescindível que os equipamentos escolhidos se comportem na prática, exatamente ou, muito próximo, do que afirmam seus fabricantes.

É conhecida a insegurança dos músicos para se apresentarem usando equipamentos que não conhecem. Para bons resultados, entre as opções de equipamentos, devem ser considerados os itens, que além de apresentarem especificações confiáveis, também sejam conhecidos dos músicos, ou que pelo menos eles sejam consultados para conhecerem e “experimentarem” a sonoridade. Deve-se ter atenção neste ponto. A música ao vivo só existe com músicos e, eles, não conseguem render o seu máximo em equipamentos, dos quais eles não gostam, ou que modificam sua sonoridade típica, ou distorcem-na.

Qualquer sistema que venha a ser instalado usando este conceito, deve operar em multiamplificação com duas vias: Graves abaixo de 200 Hz (podendo variar entre 140~250) e médios-graves/médios-agudos acima de 200 Hz (140~250). O que é importante é que todos os graves abaixo de 125 Hz sejam reproduzidos por um só tipo de sonofletor. Daí se conclui que deverá haver um grupo de caixas para graves e outro para médios-graves/médios-agudos. Há uma razão para isso: Todos os ajustes são feitos usando-se a curva de ponderação, ou faixa A (resultados em dBA), nos *spl meter* e, segundo esta curva, que intenta ser semelhante à do ouvido humano, possui uma curva cadente a partir (para baixo) de 500 Hz. Assim para felicidade de músicos e técnicos, os graves e subgraves, interferem muito pouco na medição e consequentemente nos ajustes (quando a leitura é pela faixa A). Se o sistema

não for bi-amplificado, toda a banda passante de áudio, digamos de 50 a 14.000 Hz, será limitada e, como os graves possuem maior energia, estes influenciariam na atuação do limitador, mesmo nas médias altas, reduzindo muitíssimo o N.I.S. geral, prejudicando a reprodução de graves, que músicos e técnicos tanto gostam.

Acima de 200 Hz (140~250) pode ser necessário utilizar um divisor passivo e aí, como a perda de energia, introduzida pelos divisores passivos, nesta faixa do espectro de áudio, pode ser mais facilmente compensada aumentando-se os níveis elétricos, é aceitável o uso de filtros passivos, entre o AF de médios-graves e o driver.

O ponto de corte no filtro passivo deverá estar entre 1.400 e 2.000 Hz, para evitar que o trecho mais agressivo da região dos médios (por ex.: voz e instrumentos de sopro) seja enviado ao driver. Esta é uma estratégia para manter sob controle os sons provenientes do driver/corneta.

Os médios-agudos devem ser reproduzidos por um driver de compressão com membrana de titânio, acoplado à uma corneta bi-radial. Devem ser evitados quaisquer marcas/modelos que utilizem AFs de cone para reproduzirem médios e, tweeters, para agudos, eliminando o driver. Médios-graves até 1.600 Hz (1.000~2.000) devem ser reproduzidos por AFs de cone e, médios agudos, acima de 1.600 Hz (1.000~2.000), devem ser reproduzidos por drivers de compressão, que em hipótese alguma deverão ser substituídos por tweeters.

Para implantar e testar esse conceito em situações concretas, nós preferimos desenvolver as caixas acústicas usando o software Bassbox for Windows 6 e, aferir sua resposta em frequências, assim teríamos certeza de que, as características do componente mais importante da cadeia, neste caso, o que produz som, sem relevar a importância dos demais, seriam de fato conhecidas.

Os melhores resultados foram obtidos com os modelos de AFs coaxiais (não confundir AFs coaxiais para uso automotivo), que se aproveitam do cone como corneta projetora, não acoplando um corneta extra. Isso diminui a eficiência do driver, mas ainda assim, drivers são tão mais eficientes, que eles ainda deverão ser atenuados em 6 a 9 dB. A ausência da corneta ao diminuir a eficiência do driver, está ajudando a tornar a resposta em frequências, menos agressiva na região entre 800 e 1.600 Hz. Melhores médios graves, mais ricos em transientes, foram obtidos com AFs coaxiais de 12”.

## VII. Amplificador processado

O Brasil já possui significativa experiência na fabricação de amplificadores de áudio e não seria surpresa descobrir entre as diversas opções do mercado, vários que se adequassem à forma de operação prevista no conceito L.E.V. (Limitação Eletrônica de Volume) que desenvolvemos. Entretanto para a perfeita aplicação do conceito, o amplificador utilizado deve dispor de dois recursos essenciais: Limitador completo (não só de pico) capaz de analisar o sinal de áudio e deixar passar transientes, ou seja, um limitador inteligente, capaz de saber diferenciar o que é média do sinal e, o que é pico; bi-amplificação incorporada, podendo esta ser fixa internamente, ou removível através de placa de circuito.

Eventualmente esta placa ou módulo, poderá ter algum ajuste de equalização, especialmente para médios e agudos. Não é preciso que o limitador disponha de ajustes especiais em separado. É até desejável que ele seja ajustado pelo mesmo controle de volume do amplificador. Este limitador deve estar ajustado para compressão infinita (limitação) e seu limiar (*threshold*) deve estar casado com níveis de potência conhecidos, se possível gravados no painel, por ex.: -6 dB = ½ potência, -12 dB = ¼, etc.

Melhor ainda será a possibilidade de se ajustar a potência através de microchaves na placa removível. A razão dessa preocupação é evitar, a todo o custo, que músicos e/ou técnicos, de diferentes bandas, modifiquem os ajustes a seu gosto. O limitador deve ser ajustado uma só vez, e nunca mais ser mexido.

Como já foi dito, a bi-amplificação assegurará uma excelente reprodução de graves, sem desperdiçar potência em filtros passivos, abaixo de 200 Hz (140~250).

Nas aplicações práticas desse conceito, ou seja nos três sistemas instalados em Vitória-ES, utilizamos modelos de amplificadores da Studio R, que se propôs a adaptar, os ajustes internos do circuito, de um de seus módulos removíveis (*plug and play*), o módulo *FULL*. Esta alteração resultou num a versão deste módulo denominada de *FULL L.E.V.* Esta denominação comercial pertence aos financiadores da pesquisa que resultou na elaboração desse conceito, A Procones-ES, representante da Studio R no ES e, a Eletrônica Studio R. Nas versões convencionais do módulo *FULL* da Studio R, que podem ser inseridas em todos os modelos *Heavy duty* de sua linha, detectamos que o limitador atua de modo muito suave e musical, apesar de muito eficiente, no seu propósito de não deteriorar o sinal de áudio. Apresentados os resultados primários, sobre essa atuação suave e musical do limitador, a Studio R informou ser possível aumentar a intensidade de sua atuação, apesar de que isso, talvez tornasse mais audível a limitação, conforme a situação, e pudesse comprometer o desempenho musical do amplificador.

Contudo, considerando seus objetivos, importa mais, para o órgão público de controle de poluição sonora, saber que o limite será controlado rigorosamente, e neste caso deve-se abrir mão da musicalidade. Diga-se de passagem, para evitar males entendidos, que isto significa apenas intensificar a atuação do limitador, ou seja quanto mais cedo a média de sinal estabelecida e os picos, ultrapassarem o estabelecido, mais cedo ele entrará em funcionamento.

## VIII. Conclusão

A descrição deste conceito, para sua efetiva aplicação, somente estará completo com o detalhamento da metodologia, de preparação do CD de Testes, e de medição, contudo o espaço é limitado para tanto e novamente recomendamos que nos seja solicitada a versão completa do artigo.

O objetivo desta pesquisa, que originou a elaboração do conceito de sistema descrito aqui, foi o de encontrar uma forma de viabilizar existência de casas noturnas, que oferecem música ao vivo como atrativo, visto que, diante da situação atual, com a legislação em vigor (mesmo

variando de região para região), elas em sua maioria, estão fadadas à extinção, porque não dispõem de meios efetivos para controlar o N.I.S. praticado em seu interior e, conseqüentemente a parcela dele que vaza e alcança as residências vizinhas, especialmente as mais próximas, em níveis elevados. Neste sentido, viabilizar, significa encontrar na tecnologia, ou melhor no uso dela, um meio para que, continuem existindo casas noturnas, mesmo que parcialmente permeáveis do ponto de vista sonoro, que continuem oferecendo música ao vivo, para o nosso deleite e diversão, que continuem sendo um ótimo, mercado de trabalho, para músicos e técnicos, sem literalmente “infernizarem” as vidas de seus vizinhos.

Diante da análise que foi feita, é possível perceber que há uma miríade de comportamentos culturais, que aprendemos desde pequenos, que refletem no modo como os equipamentos – destinados à amplificar a música ao vivo – se comportam eletricamente e/ou são ajustados e, é claro, no modo como o público se comporta diante da música, do estilo, da intensidade sonora, etc. Pode parecer que por serem tantos fatores e tão variáveis, qualquer tentativa de controle resulte mal sucedida, mas é uma conclusão apressada.

Algum controle, para alguns casos, conforme a localização do estabelecimento, capacidade de público e permeabilidade, é plenamente possível de se obter. É claro que, como já foi dito mais de uma vez, não existe “a solução mágica”, e certos estabelecimentos, devem se readaptar e, até mesmo mudar sua localização, não há outra saída. Mas para os casos, onde é possível se realizar um controle efetivo, o que se pode notar muito facilmente é que, cada comportamento cultural, produz um resultado correlato na elevação do N.I.S.. O estudo minucioso destas muitas variáveis, demonstrou que, se não é possível antecipar uma solução para cada uma delas, pelo menos é possível controlar eficazmente o N.I.S. geral no estabelecimento, de modo que o vazamento de ondas sonoras ao atingir as residências vizinhas, o faça dentro de níveis legalmente permitidos.

É seguramente a melhor solução para todos.

Para nós brasileiros, que temos uma relação emocional, muito especial com a música ao vivo, é um dádiva.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Norval Baitello. Anotações de aula, Programa Interinstitucional de Pós-graduação em Comunicação em Semiótica, PUCSP/UFES. disc. Sistemas Intersemióticos, 2002.
- [2] Vance Dickason. **Caixas acústicas e alto-falantes**: um guia prático e seguro para construção de caixas acústicas de alta qualidade. Trad. Homero Sette Silva. Rio de Janeiro: H. Sheldom Serv. Marketing, 1992. 148 p.
- [3] Harris Technologies. **Bassbox 6.exe** [CD-ROM]. 6.0.1.4 Pro. Aplicativo para desenvolvimento e ensaio de desempenho de caixas acústicas. Edwardsburg (MI): Harristech, 2001. Especific. sist.: PC com proc. Pentium ou equivalente; mín. de 16 MB Ram, 35 Mb de espaço livre em disco rígido e drive de CD, compatível com CD-R; Fontes *true type* Arial e Symbol devem estar instaladas. Windows 95, 98 ou 2000.
- [4] Alberto V. de Azevedo. **Teatros e auditórios**: Acústica e arquitetura. Rio de Janeiro: H. Sheldom, 1994. 144 p.
- [5] Glen Ballou(Org). **Handbook for Sound Engineers**: The new audio cyclopedia. Carmel (IN): Howard W. Sams & Company, 1991. 1506 p.
- [6] Eliezer Braun. **El saber y los sentidos**. México: Fondo de Cultura Econômica, S. A. de C.V., 1991. 154 p.
- [7] Luiz Fernando O Cysne. **Áudio**: engenharia e sistemas. 2. ed. Rio de Janeiro: H. Sheldom, 1992. 220 p.
- [8] F. Alton Everest. Psychoacustics. In: BALLOU, Glen (Org). **Handbook for Sound Engineers**: The new audio cyclopedia. Carmel (IN): Howard W. Sams & Company, 1991. 1506 p.
- [9] Phillip Giddings. **Audio Systems**: design and instalation. Carmel (IN): Howard W. Sams & Company, 1990. 574 p.
- [10] David Miles Huber. **Microphone Manual**: Design and application. Boston (MA): Focal Press, 1988. 298 p.
- [11] Jean-Jacques Matras. **O som**. Trad. Edison Darci Heldt. São Paulo: Martins Fontes, 1991.
- [12] Alec Nisbett. **The technique of the sound studio**: for radio, television and film. Londres: Focal Press, 1974. 560 p.
- [13] NÖTH, Winfried. **Panorama da Semiótica**: de platão a Peirce. São Paulo, Anna Blume (E;3), 1995. 141 p.
- [14] PEDRUZZI, Carlos Roberto. A história do áudio. **Música & Tecnologia**, Rio de Janeiro, ano VIII, n. 54, p. 10-18, (mês?). 1995.
- [15] PEIRCE, Charles S.. **The collected papers of Charles Sanders Peirce**. [CD-ROM] Databases, Intalex Corporation. 1992. (aqui referidos como CP, n. do volume, n. do parágrafo, por ex.: CP 8.297 significa volume 8, parágrafo 297)
- [16] PINTO, Júlio. **1, 2, 3 da Semiótica**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 1995. 70 p.
- [17] PLAZA, Júlio. **Tradução intersemiótica**. São Paulo: Perspectiva (estudos 94); (Brasília): CNPq, 1987.
- [18] SANTAELLA, Lúcia. **A assinatura das coisas**: Peirce e a literatura. Rio de Janeiro: Imago, 1992.
- [19] \_\_\_\_\_, Lúcia. **A percepção**: uma teoria semiótica. 2 ed. . São Paulo: Experimento, 1998. 154 p.
- [20]\_\_\_\_\_. **Comunicação e Pesquisa**. São Paulo: Hacker Editores, 2001a. 216 p.
- [21] \_\_\_\_\_. **Matrizes da linguagem e pensamento**: Sonora, visual, verbal. São Paulo: Iluminuras, 2001b. 432 p.
- [22] SILVA, Homero Sette. **Análise e síntese de alto falantes e caixas acústicas pelo método T-S**. Rio de Janeiro: H. Sheldom Serviços de Marketing, 1996.
- [23] VALLE, Sólon do. **Microfones**: teoria e aplicação. Rio de Janeiro: Música & Tecnologia, 1997. 80 p.