

3 – EFEITOS

3 A eletrônica moderna permite um número infindável de transformações artificiais possíveis de um sinal (ver I.4) de áudio. O exemplo mais banal, visto no capítulo 2 (ver), é a equalização, que muda o espectro de frequências (ver II.4) característico de um som. Mas além de equalizadores há muitos outros tipos de aparelhos cuja função é mudar o som que sai pelos alto-falantes. A estes aparelhos, e às mudanças que eles introduzem, dá-se o nome genérico de **efeitos**.

Há vários tipos de efeitos disponíveis no mercado: **phasers** (que criam sinais com *diferença de fase* em relação ao original — ver II.6), **distorções** (que criam um sinal saturado — ver 6.1.5), **flangers** etc. Todos eles são geralmente usados para algum ou alguns instrumentos específicos. O distorcedor, por exemplo, é quase sempre associado à guitarra elétrica. Dificilmente se acha uma voz com distorcedor. Por isso eles não serão tratados aqui com profundidade. Mas alguns efeitos são usados para todos os tipos de sinal, indefinidamente, e inclusive em lugares onde não vão mudar especificamente o som que sai pelos alto-falantes (ver 3.3). É destes efeitos que trataremos neste capítulo, pela sua utilidade geral. Dentro desse grupo de efeitos, dois merecem ser destacados: o **eco** (delay, reverber) e o **compressor** (limitador, expansor).

◆ **3.1 ECO** — Eco é um nome genérico dado a uma série de efeitos (*delay, reverber, ambience*) cuja função é imitar o som produzido pelas reflexões dentro de um ambiente. Para entendê-los, é necessário primeiro uma introdução à acústica de um ambiente.

◆ 3.1.1 A base da acústica de ambientes vem do conceito de reflexão do som (ver II.5). Dentro de uma sala fechada com paredes de material mais ou menos refletor, quando um som é emitido ele se espalha por todo o ambiente (acompanhe a fig. **ef1**). Para uma pessoa em um ponto qualquer desta sala, o primeiro som a ser ouvido por ela é o som vindo diretamente da fonte sonora (o nº 1 na figura). Enquanto isso o som continua se espalhando pela sala, reflete-se nas paredes e vai de encontro ao ouvinte. Algumas poucas reflexões seguem o menor caminho entre a

parede e o ouvinte (nº 2), enquanto muitas se refletem várias vezes antes de alcançá-lo (nº 3). É o conjunto dessas várias ondas que irá formar o som escutado pelo ouvinte: uma soma do som **direto** (que vem diretamente da fonte sonora) com o som **reverberante** (refletido). Essa soma dá ao som uma característica única de "vivo", "cheio", própria de ambientes fechados. Para entendê-lo melhor, veja o gráfico da fig. **ef2** e acompanhe a explicação dos vários parâmetros:

◆ **3.1.2 Som direto** — é som que atinge o ouvinte vindo diretamente da fonte sonora, sem ter sido refletida. É claro que, apesar de muito rápido, o som não chega no ouvinte no mesmo tempo em que foi criado. Ele precisa de um tempo para atravessar o ar. Esse tempo pode ser muito curto; considerando a velocidade do ar como 340 m/s, uma onda sonora levará apenas cerca de 50 milissegundos (ms) para atravessar 20 m.

◆ **3.1.3 Primeiras reflexões** — é a chegada das primeiras ondas refletidas, que já foram indicadas como o nº 2 da fig. **ef1**. São em número de quatro ou cinco e variam de tempo de acordo com a sala, a posição do ouvinte etc. Nas últimas destas reflexões o campo reverberante geral começa a chegar no ouvinte, e por isso elas já não são escutadas tão separadamente quanto as primeiras. Esta fase da reverberação também é chamada de *pré-delay*.

◆ **3.1.4 Reverb** — é a chegada de todas as reflexões dos diversos pontos da sala. Elas chegam em um número muito maior que as primeiras reflexões, e tem um tempo muito menor entre si, quase que infinitamente pequeno, criando um som difuso e "embrulhado".

◆ **3.1.5 Decay** — é o tempo que leva todo o processo, às vezes também chamado de **R₆₀** (o tempo que a intensidade da reverberação leva para diminuir em 60 dB [ver II.3]). É o tempo de decay que determina se uma sala terá pouco nível de reverberação (na gíria da engenharia de som, uma sala "viva") ou muita reverberação (uma sala "seca").

◆ **3.1.6** É claro que quase sempre o processo é tão rápido que a diferença entre estes passos se torna pouco perceptível. O tempo considerado bom para conversação entre um som direto e a primeira reverberação é geralmente de 40 ms. Para música esse tempo aumenta um pouco mais, ficando em 70 ms. Quanto ao decay, é a finalidade da sala que determina o tempo apropriado. A maioria das salas de concerto tem um tempo de decay ideal em torno de 1.8 segundos.

◆ **3.1.7** O parágrafo anterior acrescentou um novo fator: a qualidade. De fato, a reverberação pode ser benéfica ou maléfica ao som de uma sala. Pouca reverberação deixa o som muito pobre e sem vida (a gíria da engenharia de som é bem apropriada). Muita reverberação (como a encontrada em ambientes muito grandes, como igrejas) deixa o som muito embrulhado, diminuindo a inteligibilidade (ou seja, não se consegue entender o que o padre está falando). Um nível adequado de reverberação

ajuda a inteligibilidade e melhora a qualidade do som, dando-lhe um certo "charme".

◆ 3.1.8 Um parâmetro importante é a diferença de intensidade entre o som direto e o reverberante. Se o som direto é muito mais alto, quase não se escuta a reverberação. Se não, há o perigo do eco "embolar" completamente o som.

◆ 3.1.9 Além disso, há ainda o timbre da reverberação. Essa reverberação vai fortalecer determinadas frequências e enfraquecer outras, criando um timbre que pode não ter nada a ver com o do som direto (ver II.4).

(A forma como cada um desses parâmetros deve ser vista é tratada com mais detalhes em 6.2.3.2.)

◆ **3.2 PROCESSADORES DE ECO** — No decorrer do surgimento e do desenvolvimento do áudio surgiram várias formas de simular uma reverberação. Vejamos as principais:

◆ 3.2.1 A **câmara de eco** era a de funcionamento mais simples. Era uma sala fechada com um alto-falante de um lado e um microfone de outro. O microfone captava o som que saía do alto-falante e, junto, a reverberação da sala. Havia uma espécie de biombo móvel atrás do microfone, que absorvia o som. A distância desse biombo ao microfone regulava o tamanho do espaço que reverberava, e conseqüentemente o tempo de reverberação. A falta de maleabilidade deste sistema é muito clara: além de ser só possível em estúdios (a não ser que se fizesse uma "sala portátil", o que soa meio impossível), ela podia variar muito pouco os parâmetros de decay, tempo de primeiras reverberações ou o que fosse.

◆ 3.2.2 O **tubo de eco** era um cano especialmente construído com vários microfones dispostos ao longo dele. O som entrava por uma boca do tubo e levava um certo tempo para atravessá-lo. Os microfones captavam esse som "demorado", e o resultado era um eco. A grande vantagem do tubo de eco era o fato de ser portátil. Mas o som sofria muitas diminuições de intensidade (principalmente nas frequências mais altas) ao longo do tubo, o que requeria grande quantidade de microfones e equalização. Além disso, não havia nenhum controle sobre qualquer parâmetro do som criado.

◆ 3.2.3 O **eco de mola** usa uma mola como uma espécie de transdutor (ver 1) mecânico. Há uma bobina envolta em um campo magnético, que funciona com os mesmos princípios do alto-falante (ver 5.1). Mas, ao invés de um cone se movendo e produzindo som, há uma mola que vibra. Ela recebe o sinal numa ponta e transmite-o por vibração até a outra. Mas, como a mola é elástica, a vibração ao chegar na ponta da saída bate e volta em sentido contrário, e fica indo e voltando pela extensão da mola. Cada vez que essa vibração corre a mola e atinge a saída ela manda de novo o mesmo sinal elétrico. Resultado: vários sinais

defasados — uma simulação de eco. O eco de mola é extremamente prático e simples. Algumas mesas de som ainda contam com sistemas de eco de mola embutido. As maiores desvantagens desse simulador são a impossibilidade de controle dos parâmetros do eco (que dependem só do tamanho e elasticidade da mola) e a alta sensibilidade da mola, que faz com que o aparelho na qual ela esteja também se torne sensível. Numa mesa com um eco de mola ligado, por exemplo, qualquer mínimo toque na mesa faz com que a mola em seu interior vibre e provoque ruído.

◆ 3.2.4 A **caixa de eco** era um dispositivo contendo um tape magnético de um só rolo (tape contínuo, cujo fim e o começo são emendados e que corre sem parada), uma cabeça de gravação e várias cabeças reprodutoras. O som era gravado em uma cabeça e a fita levava um certo tempo até passar pelas cabeças reprodutoras e ser lida. Ou seja, o sinal que entrava podia sair com um pouco de atraso. A caixa de eco já dava controle sobre número de vezes de eco (determinado pelo número de cabeças) ou tempo entre cada um (determinado pela velocidade da fita).

◆ 3.2.5 O primeiro tipo de processador sem partes mecânicas foi um dispositivo eletrônico chamado de **Buck Brigade**. Nele o sinal era separado em dois. Um deles ia diretamente para a saída (simulando o som direto) e o outro passava por uma série de dispositivos que o *atrasavam*. Esse tipo de aparelho, também conhecido como **Analog Time Delay**, não tinha mais os problemas comuns a todos os sistemas mecânicos de eco: tamanho obrigatoriamente grande, perda de som, impossibilidade de controle. Ocorre que, quanto mais reverberação é desejada, mais componentes são necessários. E, com isso, maior é a possibilidade de ruídos e distorções causadas por eles (ver 6.1.5), além de aumentar consideravelmente seu preço.

◆ 3.2.6 O **eco digital** veio superar em muito todos os outros sistemas de reverberação artificial, pela grande maleabilidade e versatilidade assim como pelo controle extremamente preciso que permitia a cada um dos parâmetros. Nele todo o processo é digitalizado, não há (como nos outros) qualquer sistema análogo. Praticamente todos os aparelhos digitais de eco funcionam do mesmo modo: coletam um sinal, o armazenam digitalmente por um determinado tempo e depois o reproduzem quantas vezes forem necessárias. Os vários processos digitais diferentes pelos quais um eco digital faz isso não nos interessam tanto, por isso não serão discutidos aqui.

◆ 3.2.6.1 Há alguns títulos básicos no mercado pelos quais se pode ter um eco digital. O **reverber**, como o nome já diz, cria não repetições nitidamente separadas entre si, mas um campo reverberante difuso. Ele geralmente permite a escolha entre reverberações típicas de vários ambientes (você pode escolher entre o som de uma sala pequena, um teatro de concertos ou uma catedral, todos esses com subdivisões entre si) e a intensidade do efeito em relação ao som direto. Alguns

parâmetros especiais são o *plate* (que cria uma reverberação mais penetrante, como se a sala onde se criasse essa reverberação fosse revestida de metal), o *ambience* (que cria um sinal igual ao de um microfone colocado distante da fonte, um procedimento comum em estúdios. A diferença sonora entre um reverber e um ambience é sutil, mas perceptível), o *gate reverb* (um reverber que corta bruscamente o efeito depois de um certo tempo como na fig. **ef3**) etc. O **delay** é parecido com o reverber, mas cria reflexões nítidas (ecos), não reverberações. Ele tem controles para determinar o tempo entre uma reflexão e outra, assim como a quantidade de reflexões (às vezes esse controle tem o nome de *feedback*). Os melhores delays permitem uma regulagem de tempo entre reflexões que vai de 50 ms até quase 3 s, numa quantidade de vezes que vai de uma a infinitas. Por causa do tempo muito curto que o delay permite usar, ele pode ser usado como um simulador de reverber: é só diminuir o máximo possível o tempo entre uma reflexão e outra, colocar uma quantidade razoável de feedback (para que a reverberação fique soando entre 1 e 1.5 segundos) e deixar a quantidade de efeito na saída num nível não muito grande (mais reverb que sinal direto prejudica a inteligibilidade — ver **3.1.7**). Pronto! Você tem um reverber. É claro que não vai ser *exatamente* igual a um reverber; delays e reverbers têm timbres e decays diferentes. Até mesmo aparelhos de marcas diferentes ou modelos diferentes mudam consideravelmente o som. Um delay fabricado para guitarra, por exemplo, é feito pensando nos parâmetros próprios para guitarra, e não para um vocal.

◆ **3.2.7** Considerações sobre o uso prático de ecos digitais serão dadas em **6.2.3.2**, por ser necessário levar em conta outros fatores. Mas alguns valores estéticos básicos já foram indiretamente apontados aqui, e convém serem lembrados. A criação de reverberações artificiais tem como finalidade principal simular um ambiente *natural* de reverberação. Para isso deve-se seguir aproximadamente a natureza dessa reverberação, que tem uma forma bem definida (fig. **ef2**) e valores de tempo considerados bons (ver **3.1.6**). O uso indiscriminado de eco pode levar a ininteligibilidade e a perda de qualidade do som.

◆ **3.3 COMPRESSORES** são dispositivos que fazem com que um sinal, ao entrar nele, saia com menor força. **Limitadores** são dispositivos que fazem com que o sinal que entra saia sempre com o mesmo nível, não importa quão alta seja a entrada.

◆ **3.3.1** O gráfico da fig. **ef4** mostra duas relações de entrada e saída típicas, uma para os compressores, outra para os limitadores. Note que, na linha típica de compressão, enquanto a entrada aumenta 10 dB a saída aumenta apenas 5 dB, ou seja, o sinal diminuiu de intensidade (dB — ver **II.3**). No gráfico do limitador, para qualquer que seja a entrada a saída permanece constante.

◆ 3.3.2 Vejamos agora quais são os principais parâmetros de um limitador. **Threshold** é o nível de intensidade a partir do qual o compressor passa a funcionar. Antes dele ser atingido pelo sinal (antes do som ficar suficientemente intenso, em outras palavras), o aparelho não interfere em nada no sinal. Na fig. **ef4** o threshold do compressor está apontado como T_C , e o do limitador, como T_L .

◆ 3.3.3 Relação de compressão — é a relação entre o que entra no compressor e o que sai dele, em termos de dB. Uma relação de 2:1 significa que, para um aumento de 2 dB no sinal, a saída vai aumentar só 1 dB (dB — ver II.3). A fig. **ef5** mostra o resultado dado por várias relações diferentes. Os valores do gráfico são os valores geralmente dados pelos fabricantes em compressores. Na prática, um aparelho com uma relação maior que 10:1 tem uma saída tão pequena comparada com a entrada que é considerado um limitador.

◆ 3.3.4 Ganho antes de threshold — muitos compressores podem funcionar como *amplificadores* antes do threshold ser atingido. Isto é, amplificam o sinal (ver I.10) até um certo limite, depois o comprimem. Advindo desse parâmetro é o conceito chamado de "**rotation point**". Esse é o nível onde a relação entre a entrada e a saída tornam-se diferentes. Antes dele a entrada era menor que a saída. Depois dele a saída é menor que a entrada. A fig. **ef6** mostra o gráfico de resposta de um compressor com ganho de 10 dB antes do threshold (T_C). A partir dele começa a haver uma compressão de 2:1, e a saída é cada vez menos alta em relação à entrada, até o ponto em que esta fica maior (o *rotation point*).

◆ 3.3.5 Compressores e limitadores são usados para basicamente duas coisas. A primeira e mais importante é fazer com que o sinal não atinja picos elevados de intensidade que possam causar distorção (ver 6.1.5). Suponhamos um aparelho que suporte um nível máximo antes de distorcer de 90 dB, e que uma bateria que pode dar até 110 dB vai ser microfona (dB — ver II.3). Se ela for ligada diretamente no aparelho, nos momentos de maior dinâmica (de maior volume sonoro) ela vai distorcer tanto que será inaudível. Das duas uma: ou o baterista controla por si só seu nível de intensidade (difícil, considerando que isso algumas vezes faz com que todo o jeito de tocar o instrumento tenha de ser mudado), ou é ligado um *limitador* entre o aparelho e os microfones, com threshold de 90 dB, ou menos, o que é melhor por dar uma margem de segurança. O nível de saída não passará de 90 dB, esmurre o baterista o quanto quiser seu instrumento. O som continua o mesmo, convém lembrar. Apenas o volume total mudou.

◆ 3.3.6 Compressores e limitadores podem fazer com que instrumentos de diferenças de intensidade muito acentuadas possam ser mais controláveis. Suponhamos um instrumento que possa ter níveis de intensidade tanto muito altos, como muito baixos, como, por exemplo, um kit completo de percussão, onde podem conviver instrumentos de níveis

tão diferentes quanto atabaques e guizos. Se ajustarmos o volume para valores altos, não escutaremos os instrumentos de valores baixos. Se ao contrário regularmos o volume para valores baixos, os altos vão ficar insuportavelmente altos. O uso de um compressor é uma boa solução. Um modo possível de usá-lo é determinar um valor baixo de T_C e regular o volume para valores baixos. Quando forem tocados guizos, eles serão captados sem problemas. Quando forem tocados atabaques, o compressor fará com que o nível de intensidade total permaneça baixo, apropriado para a regulação usada. Esse uso é válido não só para uniões de diversos tipos de instrumentos, mas também para instrumentos que tenham diferenças de intensidade muito diferentes, como o piano (ver 1.7.2) ou o baixo, principalmente o elétrico.

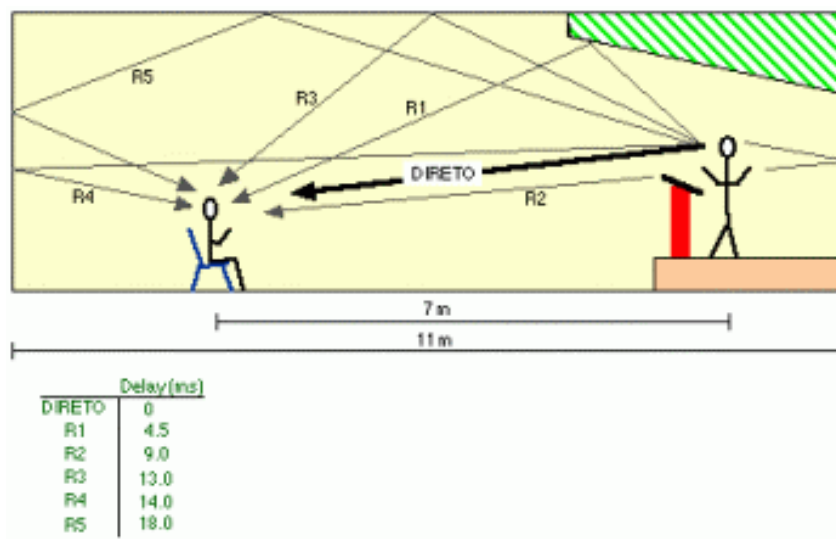
◆ 3.3.7 Em suma, pode-se definir compressores e limitadores como aparelhos que fazem os sons mais fracos ficarem num nível mais próximo dos mais fortes. Qualquer tipo de aplicação que se enquadre nessa tarefa pode contar com a ajuda deles: melhoria de níveis de um microfone sem fio, controle do "peso" de uma guitarra etc.

◆ **3.3.8 Expansores** (em inglês **expanders**) são aparelhos que fazem o contrário dos compressores, isto é, ele dá altas variações de saída para poucas variações de entrada. Tudo nele funciona como no compressor, só que invertido. O threshold é o limiar a partir do qual o expensor trabalha, mas são os valores *abaixo* desse limiar que mudam. A relação de expansão também é trocada; agora é o primeiro número que é menor que o segundo. Como é o inverso de um compressor, um expensor também tem como função básica também o inverso: ele faz com que sons fracos fiquem num nível mais distante dos fortes. Por isso a principal função de um expensor é trabalhar como **noise gate**, isto é como controlador dos sons muito fracos que são captados pelo sistema — os ruídos (ver 6.1.5). A fig. **ef7** mostra como um expensor pode ser usado como um noise gate (ponte de ruído, em tradução literal do inglês): abaixo do nível do som desejado (no caso, o do instrumento) o expensor faz com que pequenas quedas de nível tornem-se grandes. Assim, um ruído qualquer que antes era 5 dB mais baixo que o instrumento passa a ficar depois da expansão com 20 dB a menos, e dificilmente será audível.

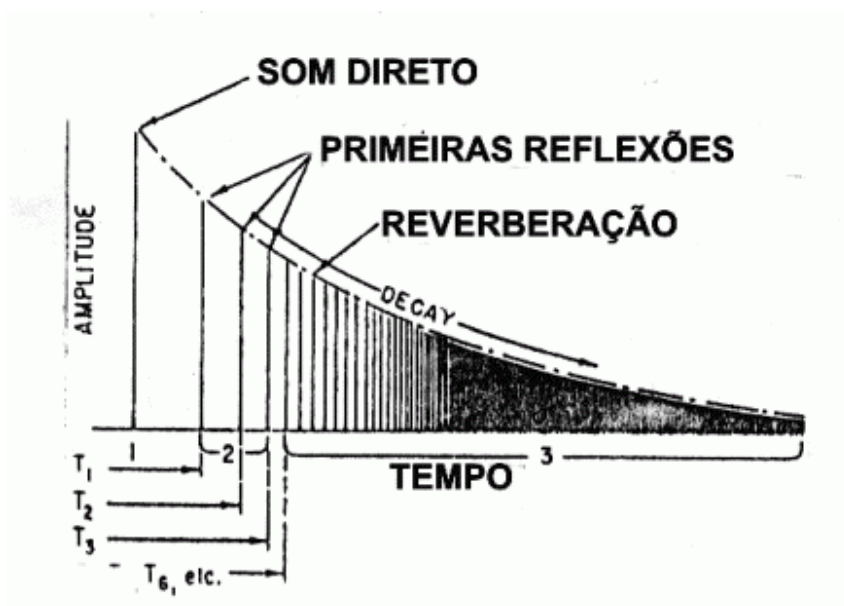
◆ 3.3.8.1 Outro uso possível do expensor é melhorar o sinal de alguns instrumentos, como por exemplo uma bateria. Os tom-tons de uma bateria, quando não abafados convenientemente, podem ficar soando desagradavelmente depois de percutidos, embora o único som importante seja o do ataque, isto é, o som ouvido no instante da percussão. O uso de um expander de threshold alto faz com que só o nível de ataque seja escutado, e o som ressonante que vem posteriormente seja cortado.

◆ 3.3.9 Para terminar, um aviso: alguns compressores, limitadores e expansores (os piores) comprimem de forma errada. Quando mais de um instrumento é ligado à mesma compressão, os sons mais fracos pode ser

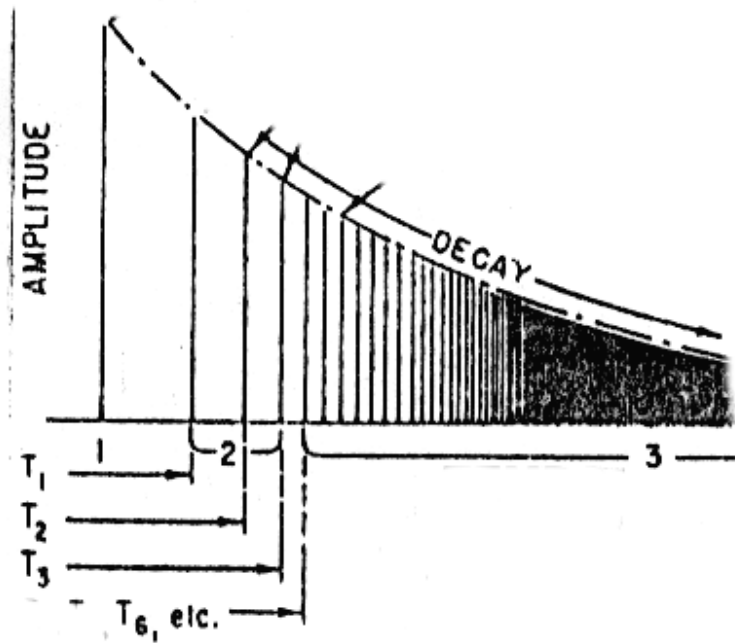
comprimidos junto dos sons mais fortes. Mesmo num único instrumento, quando as frequências graves (que são naturalmente mais intensas que as mais agudas) são comprimidas, elas podem comprimir junto as mais agudas. Tenha essas anomalias em mente quando for adquirir um compressor e quando for usá-lo.



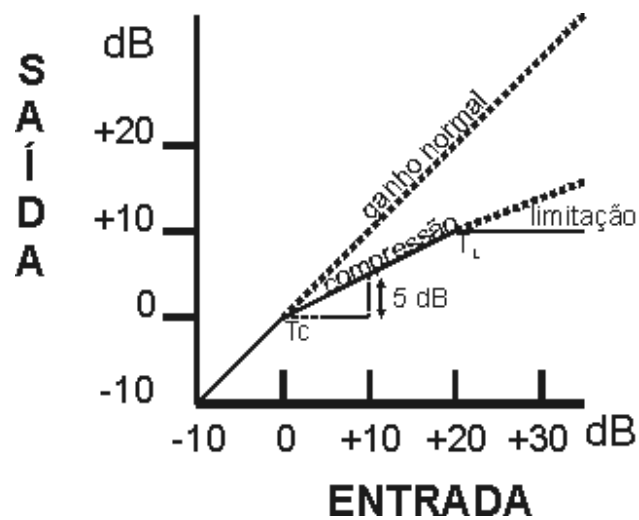
ef1: esquema de acústica de ambientes.



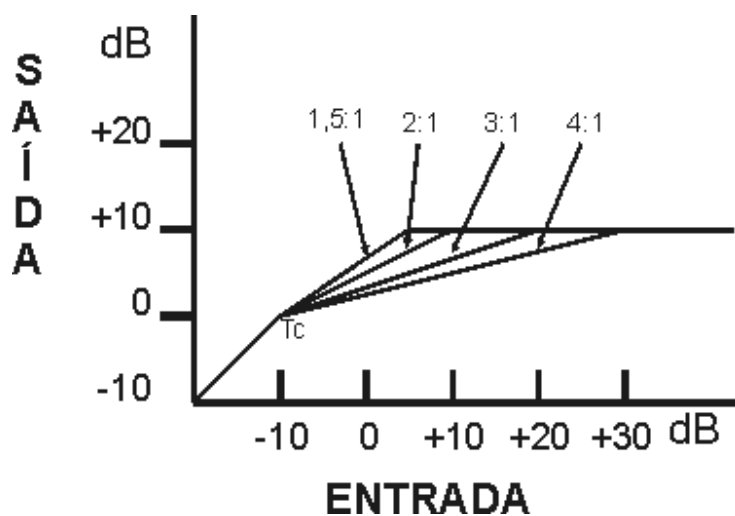
ef2: gráfico típico de reverberação.



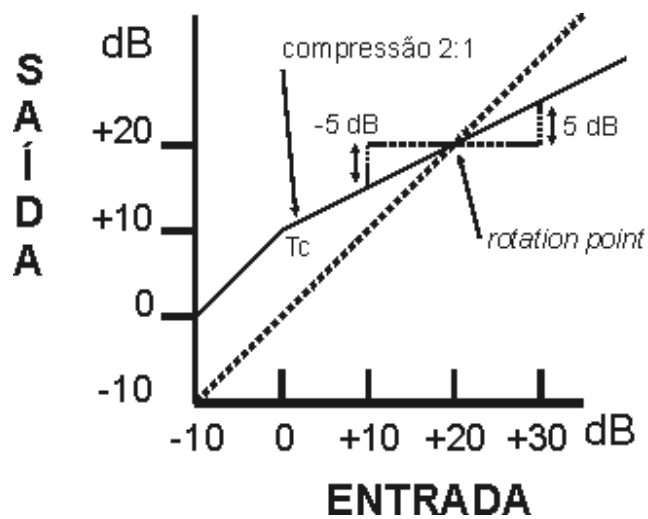
ef3: gráfico típico de gate reverb.



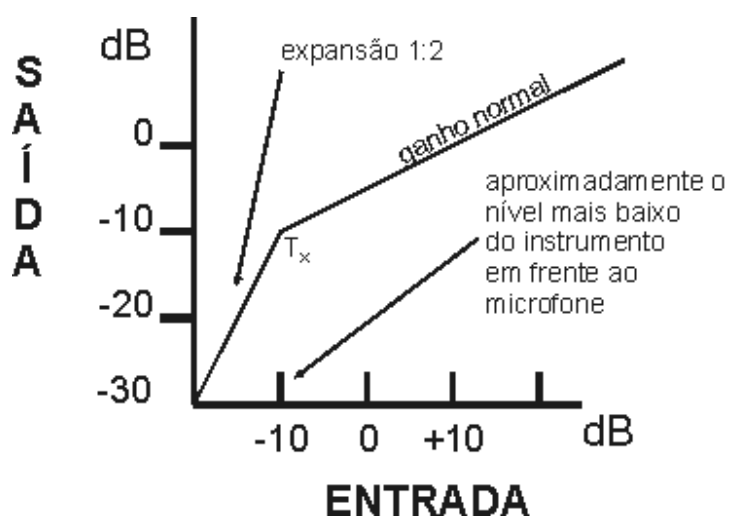
ef4: gráficos de entrada e saída típicos de compressores e limitadores.



ef5: gráficos de entrada e saída para várias relações de compressão diferentes.



ef6: gráfico de entrada e saída para ganho antes de threshold.



ef7: gráfico típico de noise gate.