

## Gestão De Processos Em Música

# SONORIZAÇÃO DE PALCO (uma introdução)

Marcelo Mello

(Guia Prático de Sonorização de palco – 2002)

**Sonorização de palco** (em inglês *sound reinforcement*) é o nome que se dá à amplificação, por aparelhos eletrônicos, dos sons que ocorrem em um palco. Nos dias de hoje ela torna-se cada vez mais imprescindível para qualquer evento musical, de qualquer gênero.

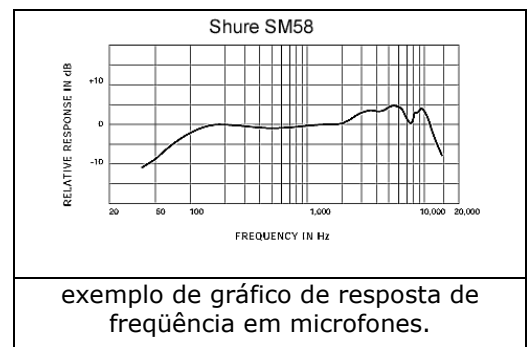
**Eletricidade** é a energia ligada ao número de elétrons de um material. **Tensão elétrica** é o excesso ou falta de elétrons num material. Ela é medida em volts (V).

O estado de tensão elétrica é um estado não-natural. O material carregado eletricamente terá a tendência de repartir o excesso (ou falta) de elétrons com qualquer outro material com que entre em contato. Quando isso acontece, há uma passagem, um *movimento* de elétrons de um material para outro. Essa passagem é chamada de **corrente elétrica**. A intensidade de corrente elétrica é dada em ampères (A). O nível de corrente usado em aparelhos de um sistema de som na maioria das vezes não chega a 1 A.

Nos aparelhos de um sistema de som o som é transformado em corrente, que corre por dentro deles. A corrente responsável pelo som dentro de um aparelho de som, portanto, tem as mesmas características do som que representa, tem amplitudes e freqüências, e por isso não é linear, não é "simples"; é tão complexa e sujeita a variações quantas forem a complexidade e as variações do som correspondente. Por isso a corrente responsável pelo som dentro de um aparelho desses tem um nome diferente; é chamada de **signal**.

**Transdutores** são dispositivos especializados em transformar energia elétrica em energia sonora, ou vice-versa. O **microfone** pode ser definido como um transdutor especializado em transformar energia acústica (som) em eletricidade. Todos os microfones funcionam mais ou menos do mesmo modo: o som faz vibrar uma membrana muito fina e sensível (o **diafragma**) que está ligada de alguma forma com um circuito elétrico. São as formas de ligação entre o diafragma e a parte elétrica que criam as diferenças de funcionamento entre os microfones: microfone **a carvão**; microfone **piezelétrico (ou de cristal)**; microfone **de capacitor (ou de condensador)**.

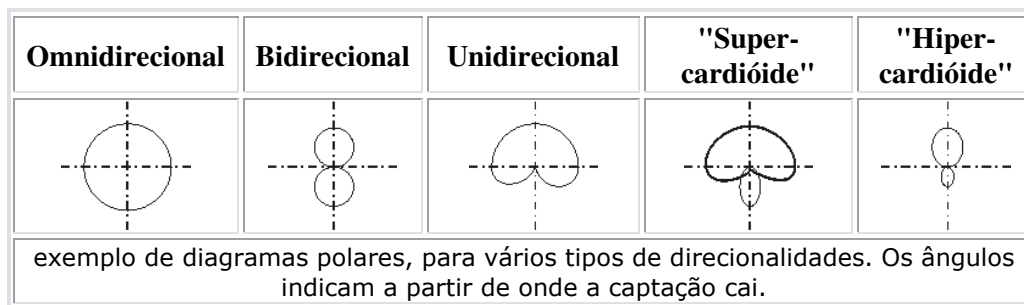
O tipo de microfone mais usado para sonorização de palco é o microfone **dinâmico**: o diafragma está ligado a uma pequena bobina de fios enrolados que fica próxima a um ímã permanente. A passagem de corrente elétrica magnetiza a bobina. As vibrações do diafragma fazem a bobina vibrar também, mudando o campo magnético entre ela e o ímã e interferindo na corrente elétrica (gerando sinal). Por causa da massa da bobina no diafragma, os microfones dinâmicos tendem a ter maior inércia, e a produzir mais ruído que os outros tipos. Os modelos feitos para performance vocal são projetados tendo em vista este problema. Eles possuem um sem-número de abafadores e isolantes acústicos, para diminuir a produção de ruído em sua manipulação. Todo esse material em excesso influi no desempenho do microfone. A resposta de freqüência e de dinâmica é bastante diminuída. Para os níveis de freqüência e dinâmica da voz, não há muita mudança, mas por isso um microfone dinâmico produzido para captar voz não costuma funcionar bem em outras situações.



Entre os principais parâmetros de funcionamento de microfones, estão:

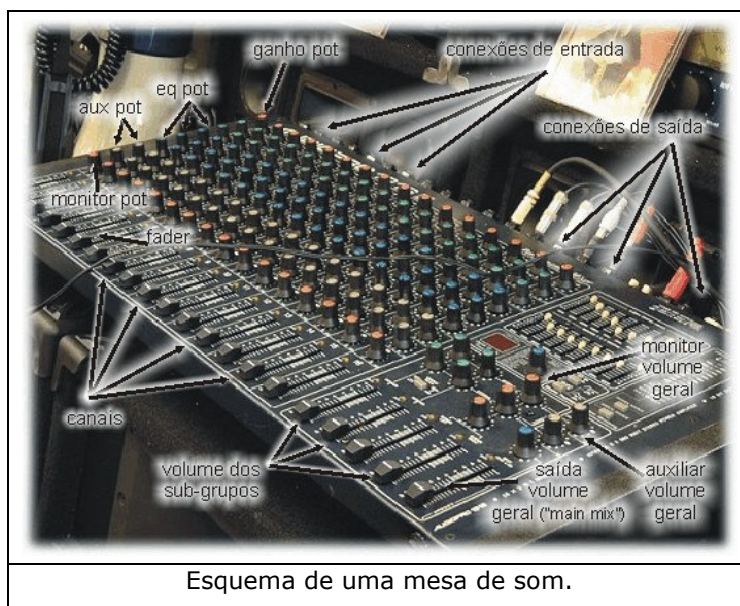
- **resposta de freqüência** - mostra os limites graves e agudos que cada microfone capta, assim como as intensidades com que ele capta cada freqüência;
- **sensibilidade** - mede o quanto de energia sonora será transformada em energia elétrica. Numa sensibilidade alta, portanto, um som de intensidade média será transformado num sinal de intensidade alta;

- **direcionalidade** - mede a captação do microfone de acordo com a direção de onde vem o som. Ela é representada na maioria das vezes por gráficos chamados de **diagramas polares**. Eles mostram a área na qual cada tipo de microfone atua em torno de si. O tipo mais simples é o **omnidirecional**, isto é, que capta som vindo de todas as direções, da frente de trás e dos lados. O tipo **bidirecional** é típico dos microfones de capacitor. Isso porque ele capta sons da frente e de trás, e não dos lados. O tipo **unidirecional** capta apenas os sons que estão à sua frente. Isto significa que, numa situação de palco, ele separa lugares onde predomina o som a ser captado (o cantor) de lugares onde predomina ruído (a platéia). Por causa de sua forma de funcionamento, o microfone unidirecional (também chamado de **cardióide** pela forma do seu diagrama polar lembrar um coração) costuma apresentar, entre outros, uma diferença de captação grande entre sons próximos e sons distantes.



Um **amplificador** é basicamente um aparelho ou circuito elétrico que liga uma parte do sistema a outra que é inicialmente incompatível. Entre outros tipos de aparelhos ou circuitos que funcionam como amplificadores, o **pré-amplificador** aumenta um sinal de tamanho pequeno de forma que ele atinja um nível suficiente para ser trabalhado nos padrões normais do sistema de som. Sua principal aplicação é obviamente a ligação de microfones (que têm uma intensidade de sinal bem baixa) com os outros aparelhos do sistema (mesa, equalizador etc). Os **amplificadores de potência** são os amplificadores que amplificam o sinal captado e tratado eletronicamente, o amplificam e o mandam para os alto-falantes.

A **mesa de som** é responsável pela somatória de todos os sinais (mixagem), pelo igualamento das intensidades desses sinais, pelo adição de efeitos comuns a todos os instrumentos etc. Ou seja, ela toma vários sinais diferentes e junta-os em um só. O funcionamento de uma mesa de som é razoavelmente simples. Ela pode ser dividida em três seções básicas. A **entrada** é a seção onde as várias fontes são captadas e trabalhadas; cada fonte de sinal (cada microfone) é tratada separadamente. A seção de **saída** trata do som resultante da mixagem de todos os sinais. Ela tem controles gerais desse som e conexões para a saída do som para o resto do sistema. Às vezes pode haver uma segunda saída, a saída **auxiliar**, a ser usada em alguma função secundária (como no monitor) ou com alguma diferença em relação à principal (por exemplo, um efeito a mais). Essa saída auxiliar pode ter também controles independentes da principal.



**Alto-falantes**, assim como os microfones, são transdutores. Isto é, transformam energia elétrica em energia sonora. Os alto-falantes têm um sistema de funcionamento idêntico ao dos microfones, só que invertido. O diafragma agora é responsável pela transmissão do som ao ar, não por sua captação (como no microfone). Da mesma maneira, as formas de funcionamento de alto-falantes são correspondentes às dos microfones; mas ao contrário dos microfones, os alto-falantes **dinâmicos** são hoje praticamente os únicos usados: a passagem de corrente por uma bobina criará um campo magnético. Mudanças nessa corrente (o sinal) farão o campo magnético mudar, mudando a força magnética da bobina sobre um ímã ligado ao diafragma (cone), que termina numa suspensão que é de grande importância na qualidade do alto-falante.

Um alto-falante pode ser considerado de forma geral como um dipólo acústico, isto é, o som que ele cria é emitido pela frente e por trás do diafragma. Por isso o som de qualquer alto-falante isolado é muito apagado, muito "sem vida". A solução para isso é isolar de alguma maneira o som de trás do da frente do diafragma, geralmente montando o alto-falante em diversos tipos de **caixas acústicas**.

Há várias medidas (ou parâmetros) associadas aos alto-falantes cuja mudança influi em seu desempenho: **potência** mínima máxima do circuito elétrico em que está ligado; **resposta de frequência** (da mesma forma que a resposta de frequência dos microfones); **sensibilidade** (quantidade de som que o alto-falante consegue produzir para uma determinada potência); **dispersão** (direcionalidade do alto-falante) etc. Entre estes, o **diâmetro do diafragma** é o parâmetro básico para determinar em que frequências o alto-falante será usado. Alto-falantes de cones grandes (12, 15, 18 polegadas) são próprios para frequências graves, que precisam movimentar grandes volumes de ar; são chamados em inglês de "woofers". Alto-falantes de cones pequenos (3 polegadas ou menos) são chamados de "tweeters", próprios para frequências agudas. Tamanhos situados entre essas duas medidas são "midranges", feitos para frequências médias. Um sistema de alto-falantes que pretenda produzir sons em todas as frequências deve possuir alto-falantes nesses três tamanhos.

**Cornetas** são basicamente tubos que ligam uma pequena área a uma grande área. Quando associados a um alto-falante, eles fazem com que um diafragma pequeno esteja ligado a uma grande quantidade de ar. Uma corneta bem feita pode fazer com que um alto-falante possa produzir frequências até 5 oitavas abaixo do normal! A outra principal vantagem da corneta em relação ao alto-falante vem da sua forma de funcionamento. A curva de uma corneta é feita de forma que todo o som produzido pelo alto-falante seja direcionado para um só ponto. Ela concentra a energia acústica. Por isso a eficiência de uma corneta em relação aos alto-falantes convencionais (quanto à transformação da energia elétrica em energia acústica) é muito grande. Uma terceira característica mais importante de cornetas é a sua alta direcionalidade. Cornetas têm um índice de dispersão muito baixo; concentram toda a energia em uma só direção.

---

Para um sistema de sonorização funcionar adequadamente, ele tem que, primeiro, criar um som suficientemente alto para que todos possam ouvir. Em segundo lugar, ele tem de direcionar o som de maneira adequada para o público. Tem também que criar um som o mais limpo e claro possível, sem modificar o som de origem. Por último, o sistema tem de ser feito de tal modo que possa cumprir essas funções sem trabalhar no limite de suas possibilidades, o que acarreta em falta de segurança. Em outras palavras, um sistema tem de estar apto a responder a quatro perguntas:

- **ESTÁ ALTO O SUFICIENTE?** Essa é basicamente uma questão de **potência** do sistema de sonorização. Se o amplificador e os alto-falantes forem capazes de criar um nível suficiente de decibéis o sistema poderá criar volume suficiente. De uma forma geral, um sistema de som para música popular deve poder criar níveis de volume de até 100 dB.

- com o dobro da distância do alto-falante o volume cai 6 dB;

- para recuperar 6dB é necessário quadruplicar a potência.

- **TODO MUNDO PODE OUVIR?** É basicamente a dispersão do sistema de alto-falantes que decide isso. Os alto-falantes tem de estar apontados para os lugares certos, senão o campo coberto pelo sistema será pequeno.

Se levarmos em conta apenas o caráter de dispersão do sistema, ele pode ser composto de dois tipos básicos: cornetas e colunas. Sistemas de cornetas são altamente direcionais e tem uma grande eficiência em termos de potência. A direcionalidade faz com que o som chegue com maior força, isto é, não são necessários muitos alto-falantes para grandes distâncias. Por outro lado, ela diminui o campo coberto pelo sistema. Assim, um sistema de cornetas precisam de menos componentes para levar o som a uma determinada distância, mas mais componentes para espalhar o som em muitas direções.

O sistema de caixas é geralmente feito com colunas empilhadas. São sistemas leves e que ocupam pouca área, o que facilita sua montagem e a recomenda para sistemas móveis.

A forma como os alto-falantes são montados que apresenta melhores resultados é o **cluster central**. Nele todos os alto-falantes são colocados sobre o centro do palco. O uso de **clusters separados**, um em cada canto do palco é o sistema mais usado, apesar de suas desvantagens. A principal delas é a grande diferença de sonoridade para diferentes posições. A última forma de montagem é de **clusters distribuídos**, achados em ambientes como cinemas ou auditórios de convenções e considerado impróprio para sonorização de palco.

- **TODO MUNDO PODE ENTENDER?** O sistema tem de estar apto a reproduzir todas as frequências dos instrumentos do palco. Para isso é necessária uma boa captação no palco, com microfones de boa resposta. E ao mesmo tempo, alto-falantes divididos de forma apropriada entre as frequências.

- **VAI DA MICROFONIA?** A microfonia (efeito Larsen, em inglês *feedback*) é um dos mais desagradáveis distúrbios que podem ocorrer num sistema. Ela se caracteriza por uma auto-alimentação: o som que sai pelo alto-falante é captado de novo pelo microfone, e sai de novo pelo alto-falante, e é captado... num ciclo sem fim. A microfonia é desagradável, em primeiro lugar, pelo som que provoca. É um assobio cuja frequência varia de sistema para sistema, mas que ocupa toda a potência do sistema; ou seja, é sempre ensurdecedor. Além disso, como ocupa toda a potência, não deixa margens para o verdadeiro sinal, e assim nada do que deveria estar sendo amplificado está saindo nas caixas. Mas, principalmente, esse uso máximo da potência sobrecarrega o sistema como nenhuma outra coisa conseguiria, e pode levar a queima de quase todos os aparelhos.

O método para se controlar microfonia é basicamente evitar que o som que sai do alto-falante seja captado pelo microfone. Em primeiro lugar se deve evitar que o som direto do alto-falante atinja o microfone: evitando a colocação dos microfones afrente das caixas; colocando menos microfones; o uso de microfones e alto-falantes direcionais.

Em segundo lugar deve-se evitar que o som reverberante atinja o microfone. O uso de abafadores acústicos no espaço afrente do microfone pode ajudar, principalmente se ele está perto de uma parede que esteja refletindo o som. A colocação de obstáculos afrente do microfone (como a cabeça de um cantor) pode mudar a maneira como as reflexões atingem o microfone, criando microfonia.

Em terceiro lugar a resposta de frequência deve ser melhorada. Hoje em dia já se sabe que a maioria dos casos de microfonia são acionados por um problema de equalização associado a uma particularidade acústica do ambiente. Por exemplo, seria o caso de um alto-falante que tem uma resposta mais forte em uma determinada frequência, colocado num ambiente que tem essa mesma frequência como ressonância. Quando for emitido qualquer som com essa frequência, ela vai ressoar intensamente, e provavelmente vai ser captada pelo microfone, começando uma microfonia.

---

**Fonte:**

MELLO, Marcelo. *Guia Prático de Sonorização de palco (para músicos)*. Documento online [http://www.marcelomelloweb.cjb.net/mm\\_sonorizacao.htm](http://www.marcelomelloweb.cjb.net/mm_sonorizacao.htm).