

Sons de Diferença e Sons Resultantes

Fernando Iazzetta
Universidade de São Paulo

- Quando sons se propagam no ar, o seu comportamento é linear: as variações de pressão Δp simplesmente se somam e o que chega aos nossos ouvidos é a resultante dessa soma.
- Mas os dispositivos que produzem ou registram as ondas sonoras não são lineares. Por exemplo, um altofalante muito pequeno não consegue produzir sons muito intensos sem que eles sejam distorcidos.
- Nossos ouvidos são dispositivos não lineares também e produzem certa quantidade de distorção.

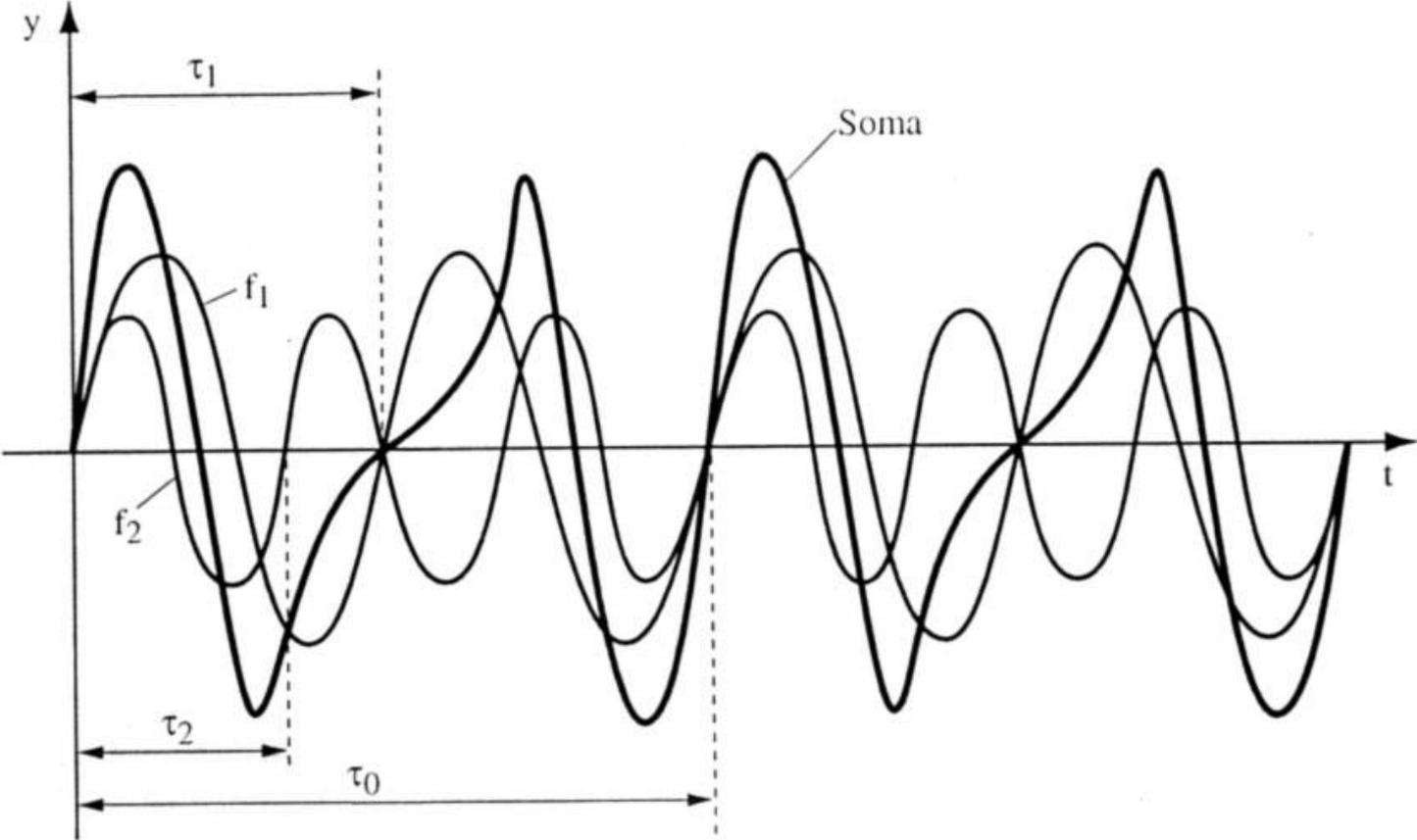
Sons de Diferença

- Quando ouvimos dois sons puros com frequências diferentes e **intensidades muito altas**, o ouvido produz um comportamento não linear, distorcendo a onda resultante.
- O efeito mais perceptível é o chamado som de diferença
- $f_{SD} = f_1 - f_2$
- Outros sons de diferença menos audíveis: $f_1 - 2f_2$; $2f_1 - 3f_2$; $3f_1 - 4f_2$
- Esses sons não estão presentes na entrada do canal auditivo, mas podem ser detectados na cóclea. Trata-se, portanto, de um fenômeno **subjetivo**.

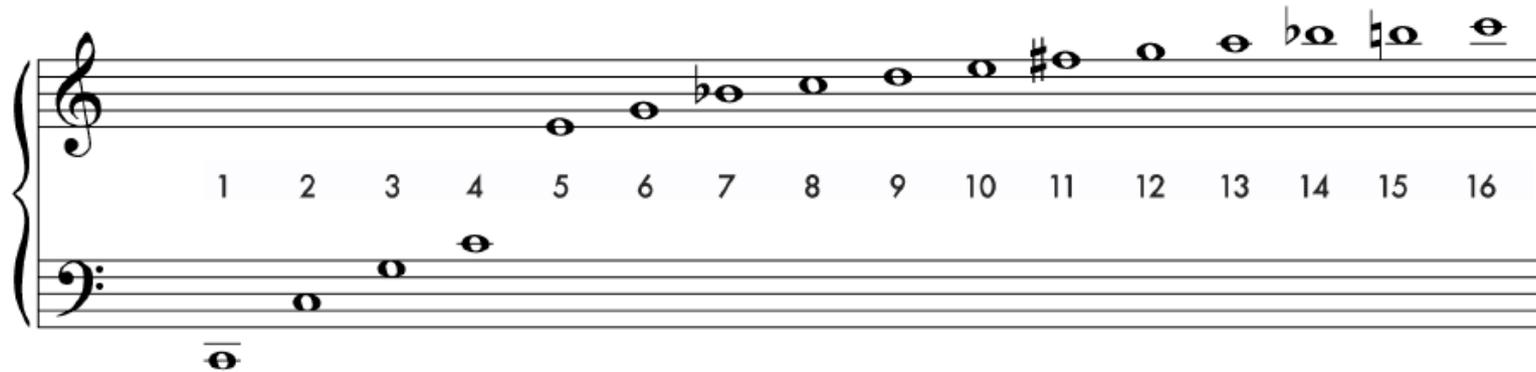
Harmônicos Aurais

- Mesmo quando um único som é produzido com intensidade muito alta, ele pode provocar um comportamento não-linear.
- É o que acontece quando temos um guitarra distorcida (o amplificador é submetido a uma carga maior do que a foi projetado para suportar)
- Quando esse comportamento não-linear acontece na cóclea, ocorre a formação de harmônicos do som original, os chamados harmônicos aurais.

Rastreamento de fundamental



Rastreamento de fundamental



A resultante de dois parciais consecutivos da série harmônica tem um padrão de repetição cuja frequência é a **fundamental desta série harmônica**.

Embora essa frequência não esteja sendo produzida, nosso sistema auditivo é capaz de perceber esse padrão e nós **inferimos** a existência dessa fundamental.

Rastreamento de fundamental

- Ou seja, nós inferimos a altura de um som a partir da sua fundamental, mesmo que ela não esteja presente. É o que chamamos de **fundamental ausente**.
- Este fenômeno também é subjetivo, e é chamado de **rastreamento de fundamental**.
- É esse fenômeno que permite, por exemplo, que a gente escute música em aparelhos com altofalantes pequenos que não conseguem reproduzir as frequências mais graves.
- Neste caso o ouvido infere as alturas dos instrumentos graves pelo rastreamento das fundamentais, baseando-se nas somas dos seus harmônicos.