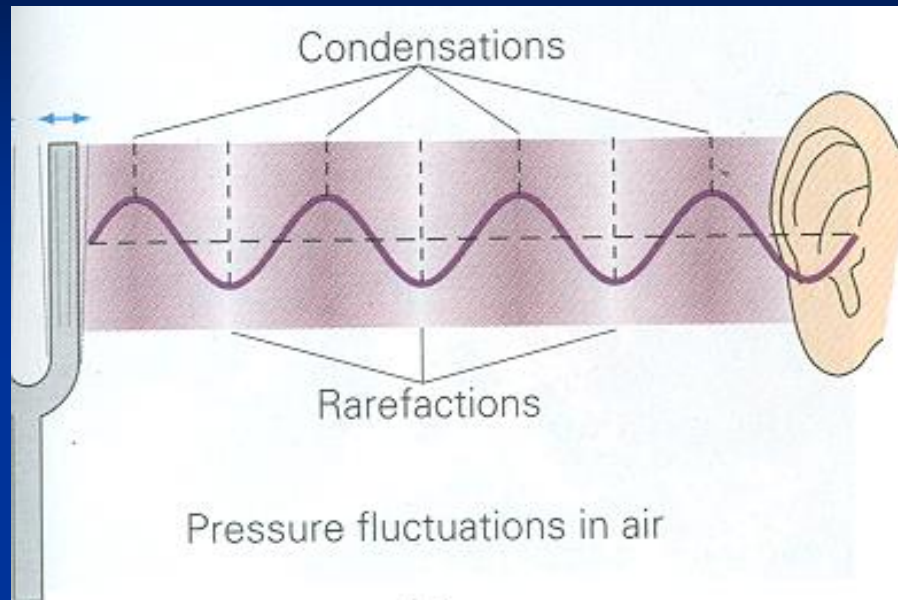


O som

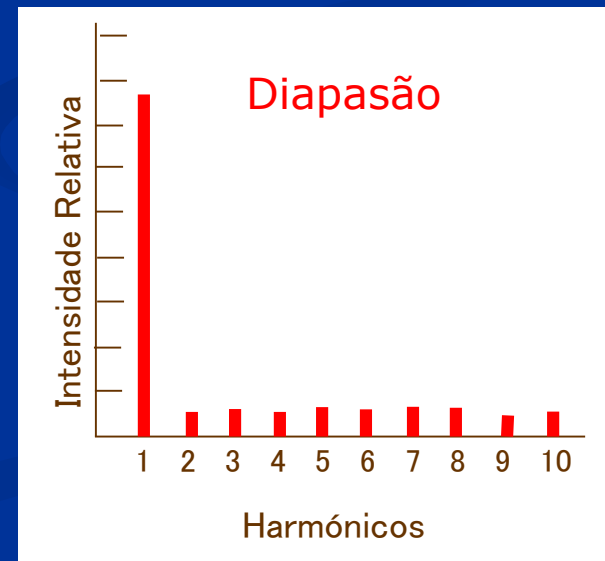
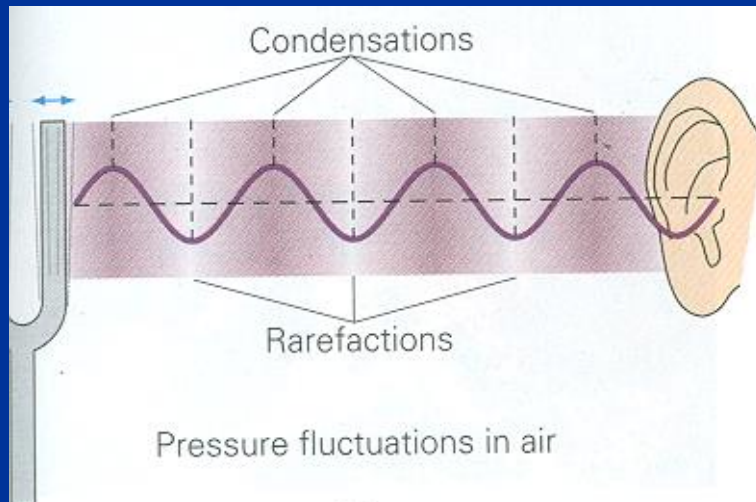


Para que exista uma onda sonora é necessário:

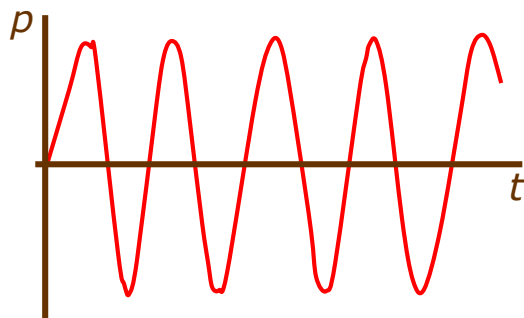
- uma perturbação do meio (energia que provoque a perturbação).
- um meio físico (gás, sólido ou líquido) onde a perturbação se possa propagar.

Som puro

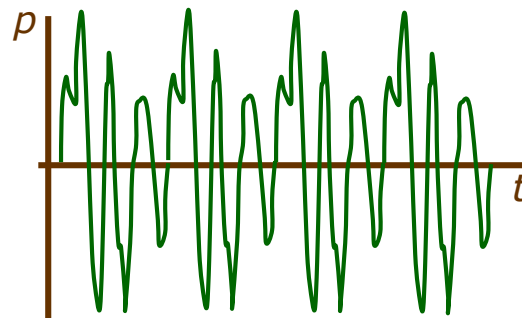
- O som emitido por um diapásão é (quase) uma onda sinusoidal simples: as características do diapásão são tais que a vibração emitida corresponde apenas ao modo fundamental. A frequência do som emitido depende do diapásão.



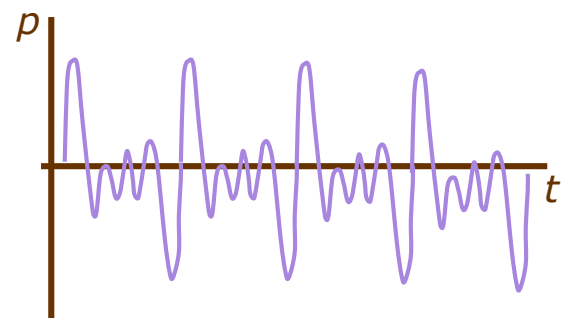
Sons puros/sons complexos



Diapasão



Clarinete



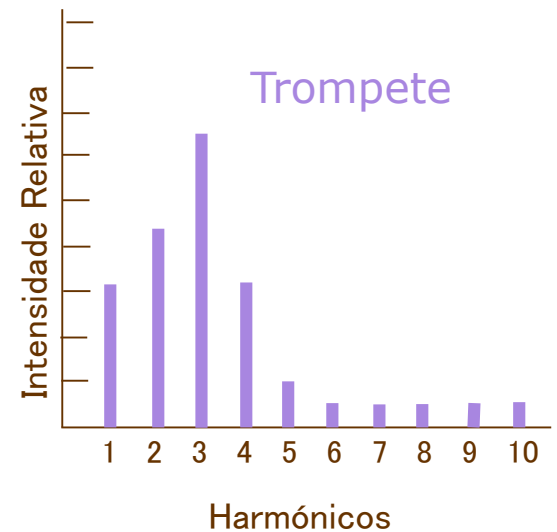
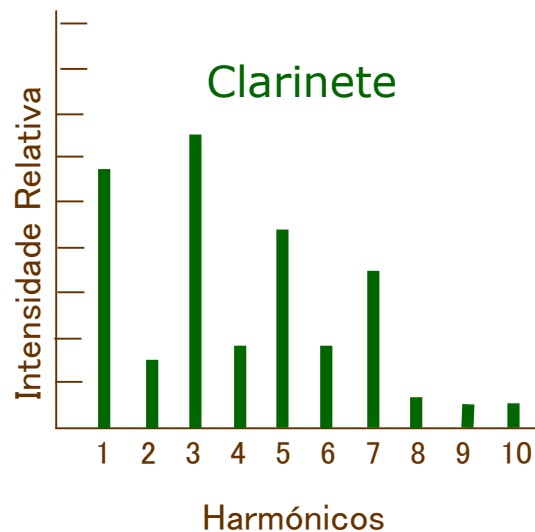
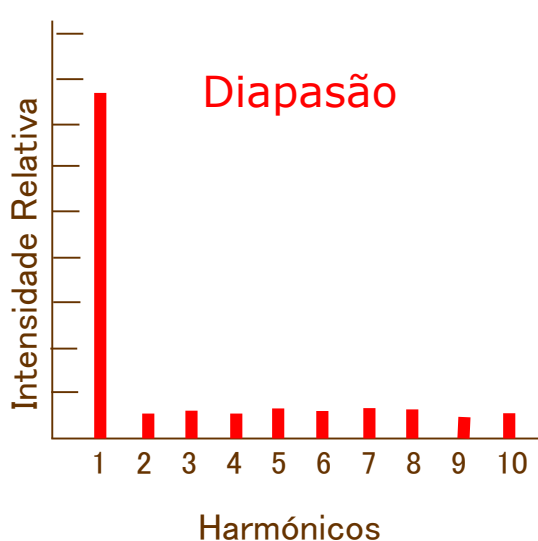
Trompete

- Enquanto no diapasão a vibração emitida corresponde apenas ao modo fundamental, nos outros instrumentos, além da frequência fundamental (igual à do diapasão para a mesma nota), são emitidas outras harmônicas que se sobrepõem. O timbre de cada instrumento depende das harmônicas presentes e da intensidade relativa de cada uma.

* são ambas igualmente graves ou igualmente agudas, no entanto os sons emitidos são diferentes

Análise harmónica

- As formas das ondas emitidas podem ser analisadas em termos dos harmónicos que as constituem. Este tipo de análise que consiste em decompor uma onda não sinusoidal em várias componentes sinusoidais chama-se *análise harmónica* ou *análise de Fourier*.



Teorema de Fourier

- Seja $f=x(t)$ uma função periódica de período T .
- O Teorema de Fourier diz que $x(t)$ pode ser representada por uma série, designada série de Fourier, do tipo

$$x(t) = A_0 + \sum_{n=1}^{\infty} A_n \operatorname{sen}\left(\frac{2\pi n t}{T} + \phi_n\right)$$

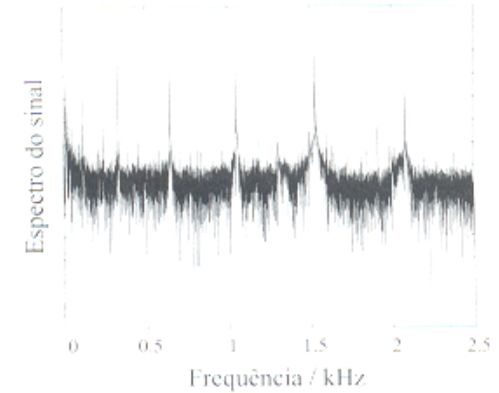
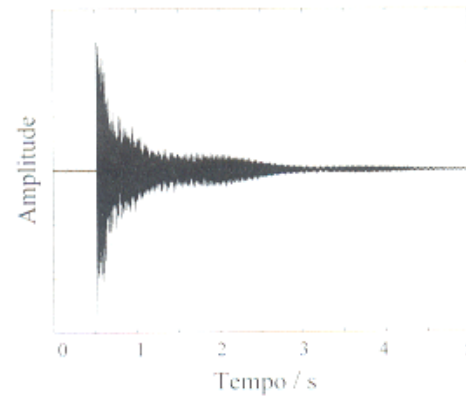
em que os coeficientes de cada termo são dados por

$$A_0 = \frac{1}{T} \int_{-T/2}^{T/2} x(t) dt$$

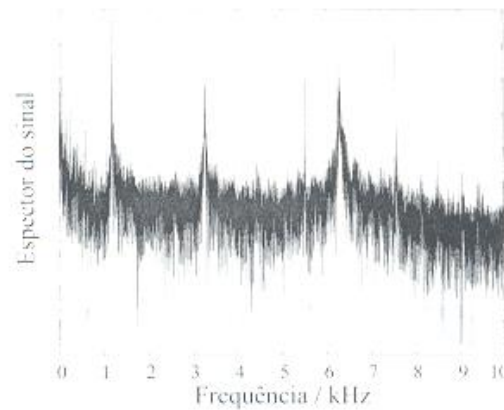
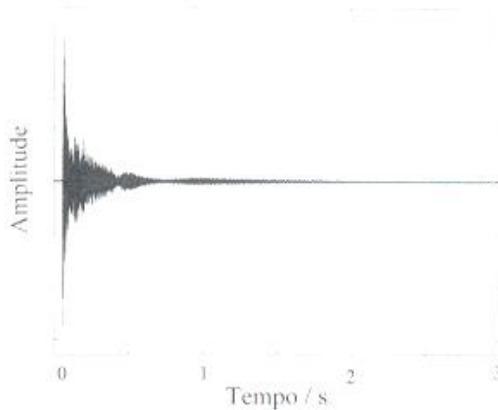
$$A_n = \frac{1}{T} \int_{-T/2}^{T/2} x(t) \operatorname{sen}\left(\frac{2\pi n t}{T}\right) dt$$

- O termo A_0 é o valor da amplitude média da função $x(t)$.
- Em resumo, o Teorema de Fourier permite-nos decompor qualquer sinal periódico numa soma de ondas sinusoidais de frequências múltiplas de uma frequência fundamental: $f, 2f, 3f, \dots$

A



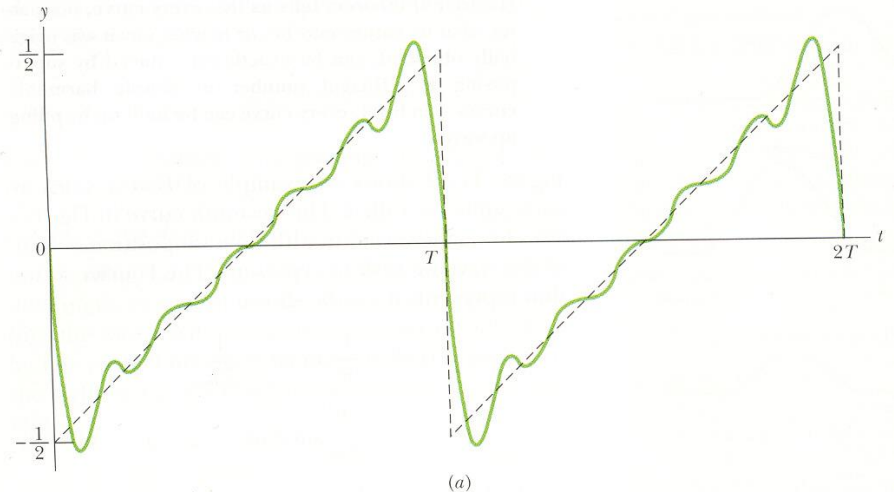
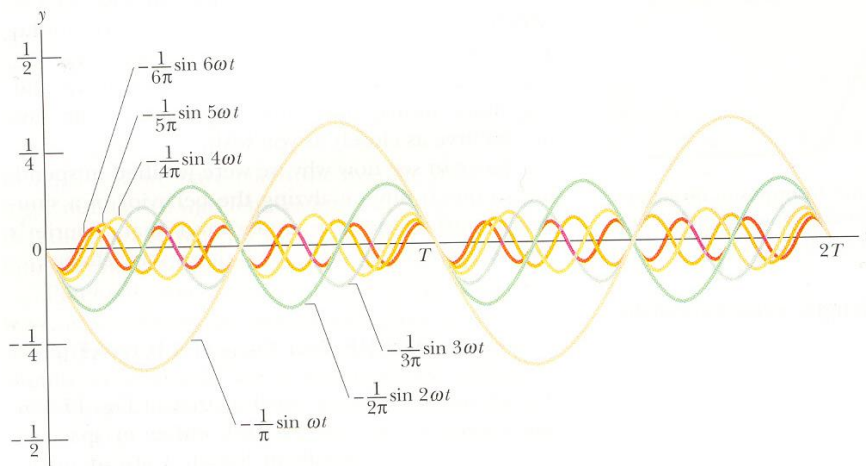
Análise do som de um sino tubular. Representações temporal (esquerda) e espectral (direita).



Análise do som do glockenspiel. Representações temporal (esquerda) e espectral (direita).

Síntese harmónica

- A síntese harmónica consiste na construção de uma forma de onda a partir das componentes harmónicas.
- Um sintetizador electrónico produz uma grande quantidade de harmónicos que podem ser combinados de forma a obter uma onda com a forma desejada.



Síntese de uma onda triangular 5 harmónicos

Síntese harmónica

- Uma onda quadrada pode ser sintetizada através de uma soma de harmónicos ímpares. Se apenas forem considerados os três primeiros harmónicos (figura I), a onda gerada é uma aproximação um pouco grosseira de uma onda quadrada. Na figura II mostram-se as amplitudes relativas dos vários harmónicos para obter uma onda mais próxima da onda pretendida.

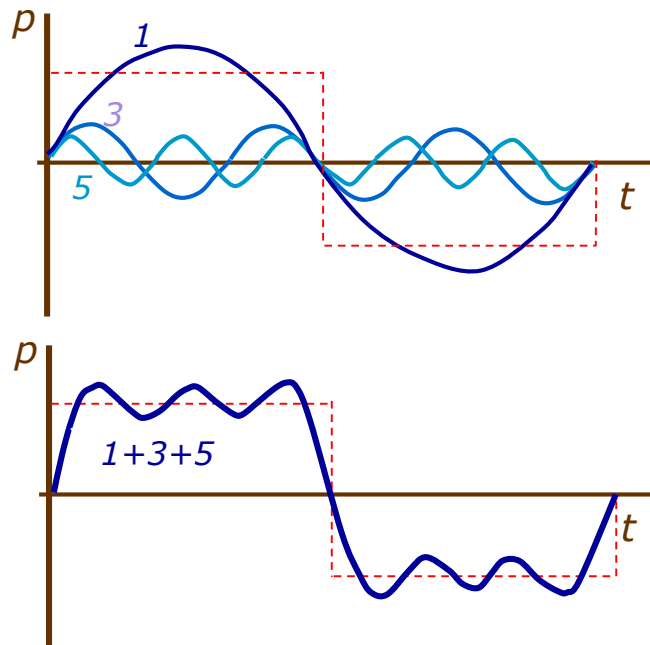


Figura I

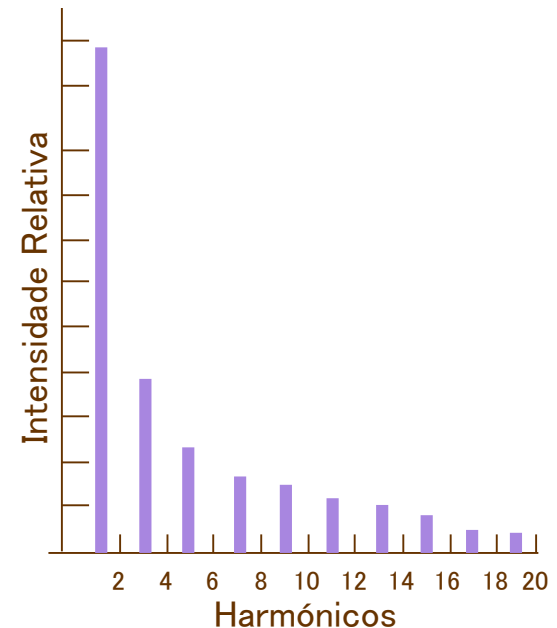


Figura II