

# Instrumentos de Percussão



djembe



llimba de Gogo, Tanzânia

# Instrumentos de Percussão

## Classificação

- ♦ De altura definida
- ♦ De altura indefinida

# Instrumentos de Percussão

## Classificação

- ♦ 1) **Idiofones**: marimba vibrafone, xilofone, glockenspiel, pratos, gongos, etc.
- ♦ 2) **Membranofones**: tambores em geral
- ♦ 3) **Aerofones**: apitos, sirenes
- ♦ 4) **Cordofones**: berimbau, piano cravo, etc

# Instrumentos de Percussão

## Vibração de barras

- podem ser **transversais** (curvando-se em seu comprimento) ou **longitudinais** (expandindo e contraindo em seu comprimento)



# Instrumentos de Percussão

## Vibração de barras: longitudinais

- **As vibrações longitudinais** têm frequências altas e relação harmônica entre seus componentes.
- Elas dependem do comprimento e da elasticidade dos componentes da barra, mas são independentes da espessura.
- Seu comportamento é semelhante ao de um tubo aberto.

# Instrumentos de Percussão

## Vibração de barras: longitudinais

- É expressa pela fórmula simples:

$$f_n = nv_L/2L$$

onde  $v_L$  é a velocidade de propagação na barra,  $L$  o comprimento e  $n$  o numero do modo.  $v_L = \sqrt{E/\rho}$ , sendo  $E$  o módulo de elasticidade de Young e  $\rho$  a densidade.

# Instrumentos de Percussão

## **Vibração de barras: transversais**

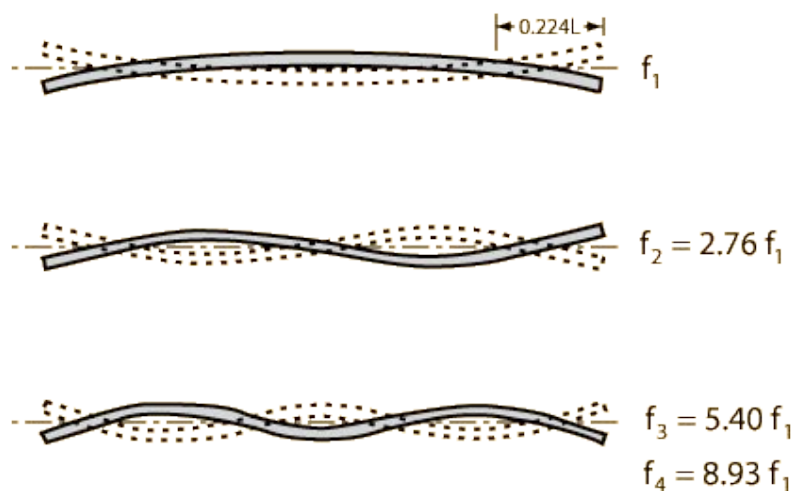
- Na maioria dos instrumentos de barras ocorre a vibração transversal

Existem 3 possibilidades:

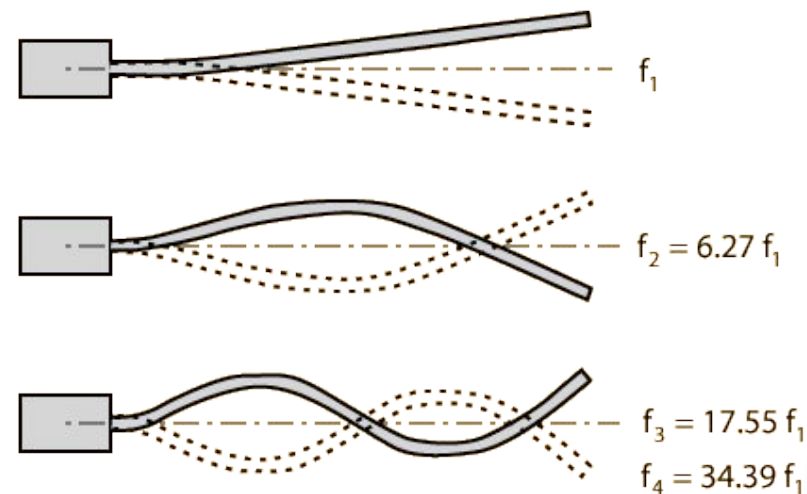
- ♦ barras fixas na extremidade,
- ♦ suspensas e
- ♦ livres.

# Instrumentos de Percussão

## Vibração de barras: transversais



Barra livre



Barra com  
extremidade fixa

# Instrumentos de Percussão

## **Vibração de barras: transversais**

- Assim como nas vibrações longitudinais, a frequência depende do comprimento, da densidade e da elasticidade, mas também da espessura da barra.

# Instrumentos de Percussão

## Vibração de barras: transversais

- Frequências são expressas por:

$$f_n = (\pi v_L K / 8L^2) m^2$$

onde onde  $v_L$  é a velocidade de propagação na barra,  $L$  é o comprimento,  $m$  é um número sequencial (3, 5, 7, 9, ..... (2n+1)),  $K$  o raio de giro (relacionado ao tamanho e forma da barra; 3.46 para uma barra plana)

# Instrumentos de Percussão

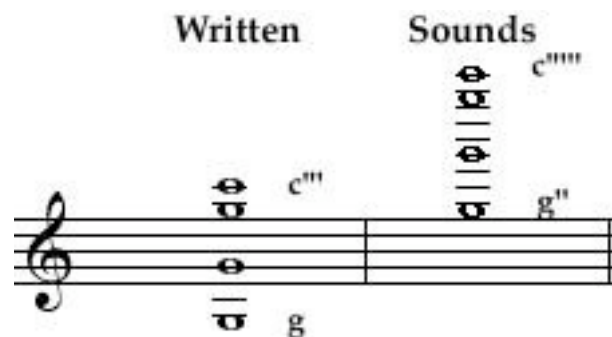
## Glockenspiel



# Instrumentos de Percussão

## Glockenspiel

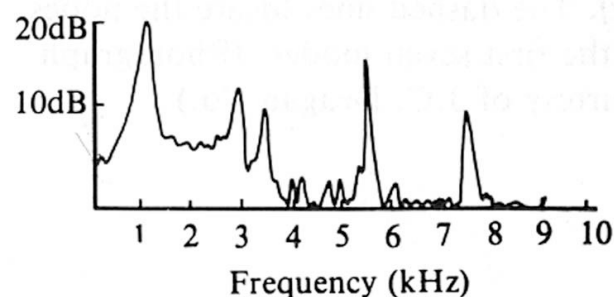
- Teclas retangulares de aço entre 2.5 e 3.2 cm de largura e 0.61 a 1 cm de espessura.
- Tessitura entre G5 (784Hz) e C8 (4186 Hz)





# Instrumentos de Percussão

## Glockenspiel



Espectro de um C6  
do Glockenspiel

$$f_1 = 1.00$$

$$f_2 = 2.71$$

$$f_{1x} = 3.25$$

$$f_a = 3.57$$

$$f_3 = 5.15$$

$$f_b = 7.07$$

$$f_{2x} = 8.00$$

$$f_4 = 8.43$$

$$f_c = 10.61$$

$$f_e = 11.26$$

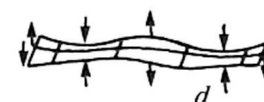
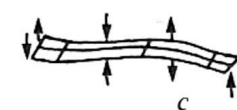
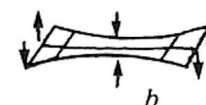
$$f_5 = 12.21$$

$$f_d = 13.95$$

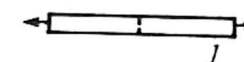
Transversal



Torcional



Outros



Principais modos de Vibração

# Instrumentos de Percussão

## Marimba



# Instrumentos de Percussão

## Marimba

- Barras afinadas com tubos de ressonância
- Tessitura entre A2 (110 Hz) e C7 (2093 Hz)
- Eventualmente estendido para os graves até o (C2 65Hz)



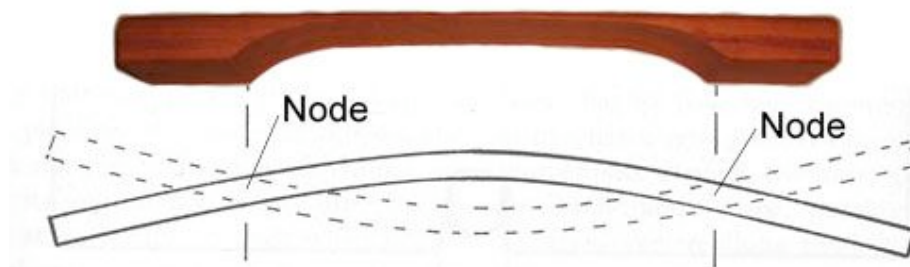
# Instrumentos de Percussão

## **Marimba**

- Um arco é escavado na parte de baixo da teclas para reduzir o tamanho necessário (especialmente nos graves) e para afinar os harmônicos

# Instrumentos de Percussão

## Marimba



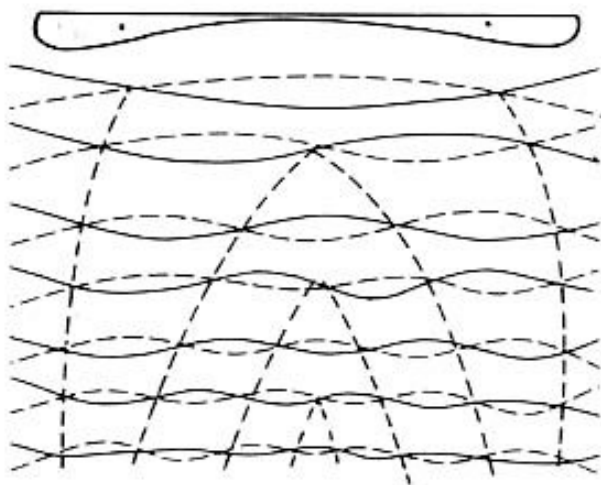
Para obter o máximo de sonoridade da fundamental a tecla é apoiada nos nós do primeiro modo e percutida no centro (ventre de vibração).



# Instrumentos de Percussão

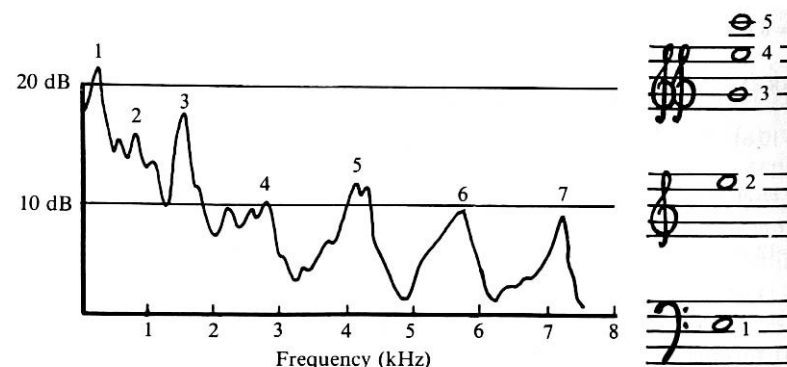
## Marimba

Modos de ressonância de uma nota E.  
As linhas pontilhadas representam os  
nós modais



Tecla E3 da Marimba

$f_1 = 169 \text{ Hz}$	$(1f)$
$f_2 = 663 \text{ Hz}$	$(3,92f)$
$f_3 = 1561 \text{ Hz}$	$(9,23f)$
$f_4 = 2749 \text{ Hz}$	$(16,26f)$
$f_5 = 4093 \text{ Hz}$	$(24,21f)$
$f_6 = 5669 \text{ Hz}$	$(33,54f)$
$f_7 = 7262 \text{ Hz}$	$(42,97f)$



Espectro da nota E.  
Notar o reforço no 3º  
parcial que forma  
uma 3ª menor



# Instrumentos de Percussão

## Vibrafone



# Instrumentos de Percussão

## Vibrafone

- O arco é profundo e o primeiro parcial é aproximadamente 4 vezes a fundamental (como na marimba)
- Extensão entre F3 (175Hz) e F6 (1397Hz)





# Instrumentos de Percussão

## **Vibrafone**

- As barras de alumínio têm um decaimento muito mais longo que a marimba e xilofone e por isso o instrumento tem pedal abafador.

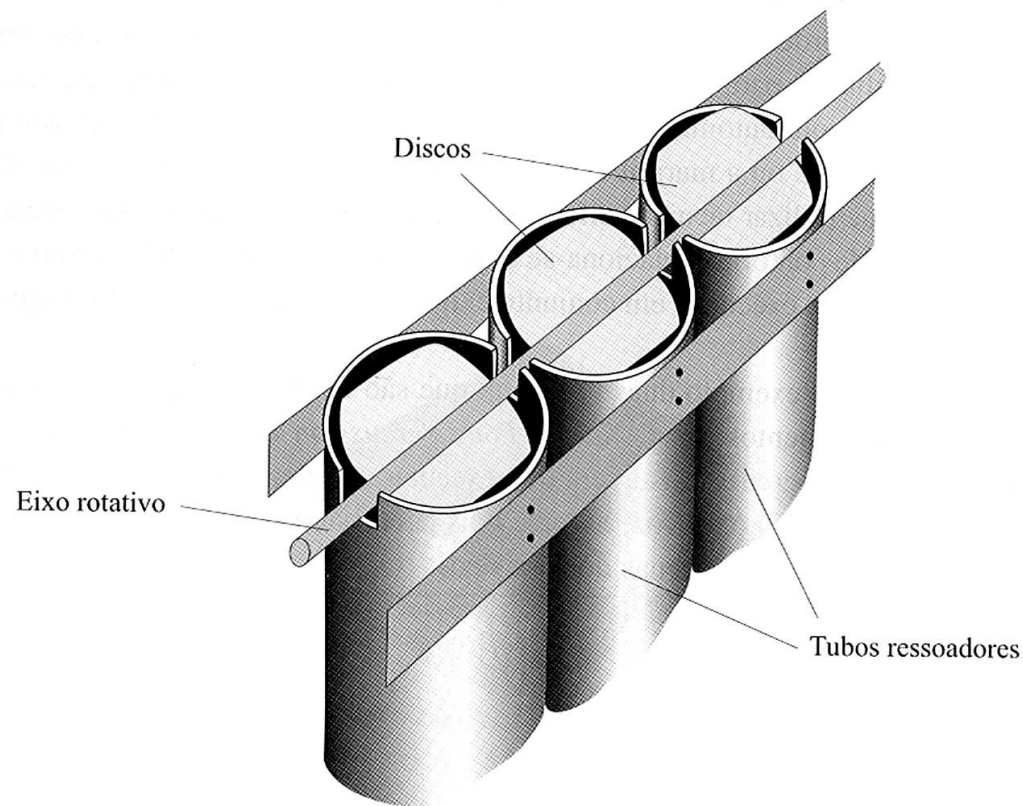
# Instrumentos de Percussão

## Vibrafone

- Um motor controla a abertura cíclica do tubo de ressonância produzindo um efeito de tremolo (variação de amplitude).
  - Em função do longo decaimento do vibrafone ressonância do tubo tem maior efeito: Para um A3 (220Hz) o tempo de decaimento é de 40s sem o tubo e de 9s com ele. Essa diferença tende a diminuir para frequências mais altas.

# Instrumentos de Percussão

## Vibrafone



# Instrumentos de Percussão

## Xilofone



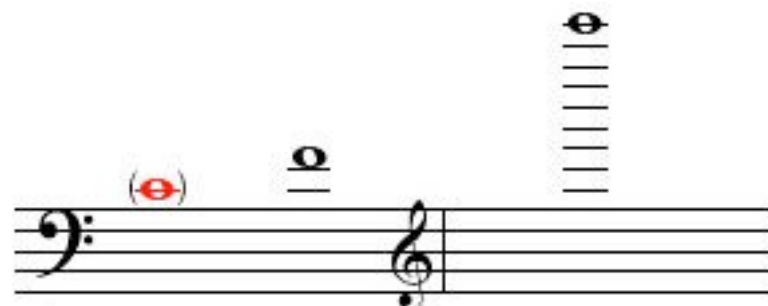
# Instrumentos de Percussão

## Xilofone

- Extensão entre F4 (349Hz) e C8 (4186Hz)



Nota escrita



Nota que soa

# Instrumentos de Percussão

## Xilofone

- O arco da tecla não é tão pronunciado quanto o da marimba uma vez que o primeiro parcial esta afinado em uma 12<sup>a</sup> da fundamental (3 vezes a fundamental). Isso confere o carater estridente do seu som.

# Instrumentos de Percussão

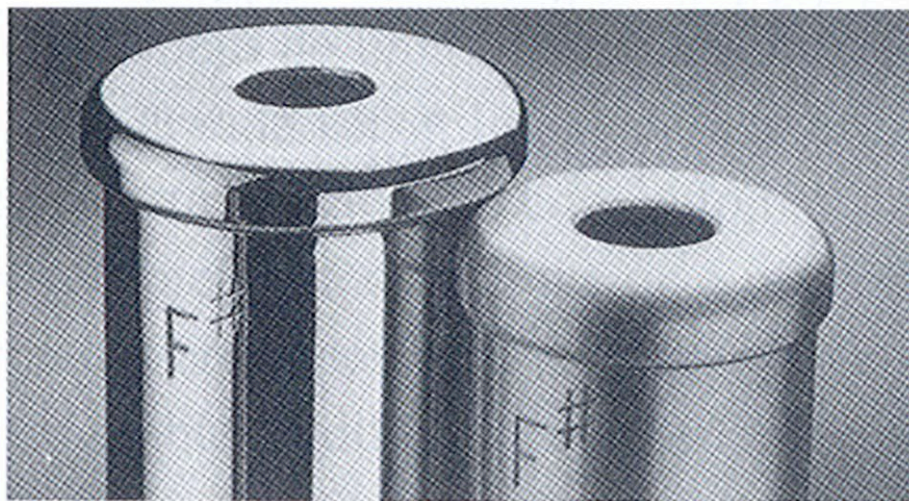
## Sinos Tubulares (Chimes)



# Instrumentos de Percussão

## Campanas (Chimes)

- Tubos finalizados com um anel em uma das extremidades.





# Instrumentos de Percussão

## Campanas (Chimes)

- Os modos 4, 5 e 6 exibem uma proporção próxima de 2:3:4.
  - ♦ Daí que a altura percebida numa campana não é a fundamental do som, mas a altura que seria equivalente à fundamental dos modos 4, 5 e 6.

# Instrumentos de Percussão

## **Membranas**

- Seu comportamento pode ser entendido como o de cordas bidimensionais
- Os modos de vibração de uma membrana não são harmônicos e os nós não são representados por pontos, mas linhas nodais.

# Instrumentos de Percussão

## Membranas

- Os modos são dados por:

$$f_{mn} = \frac{1}{2a} \sqrt{\frac{T}{\sigma}} \beta_{mn}$$

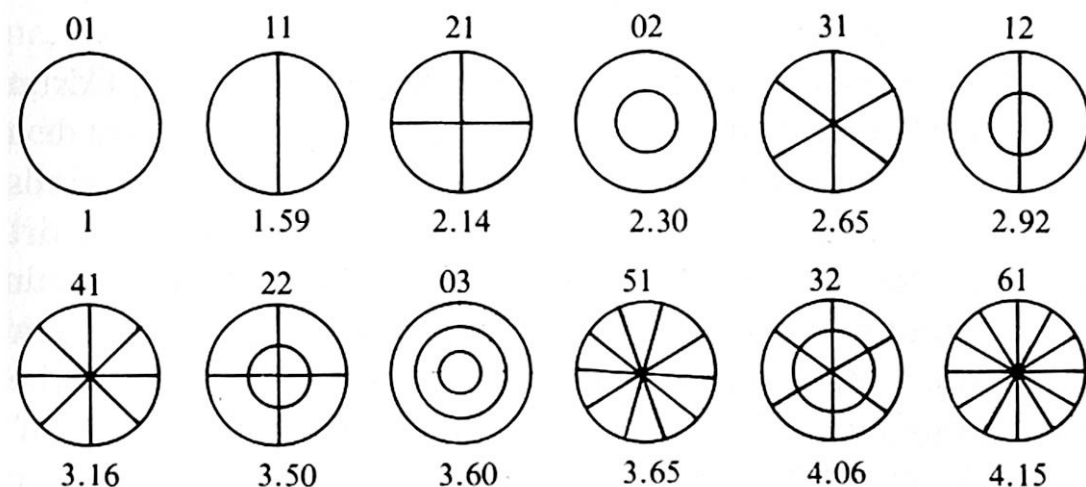
onde  $a$  é o raio (metros),  $T$  a tensão (newtons)  $\sigma$  a densidade por área (kg/m<sup>2</sup>) e  $\beta$  é o valor para o qual a função de Bessel torna-se zero.

- Notar que a frequência varia com o raio, a tensão e a espessura.

# Instrumentos de Percussão

## Membranas

- A figura abaixo mostra os primeiros 12 modos.

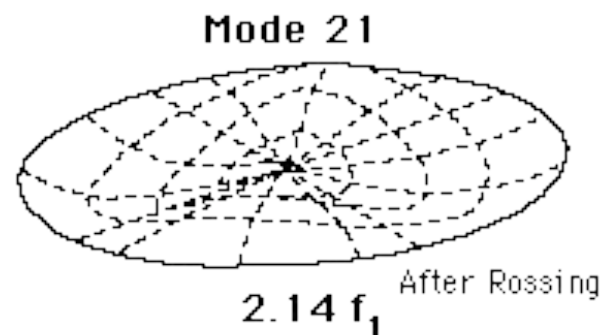
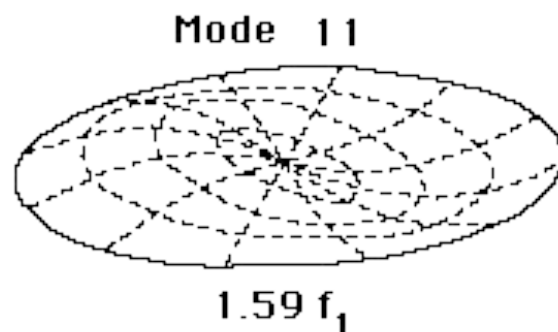
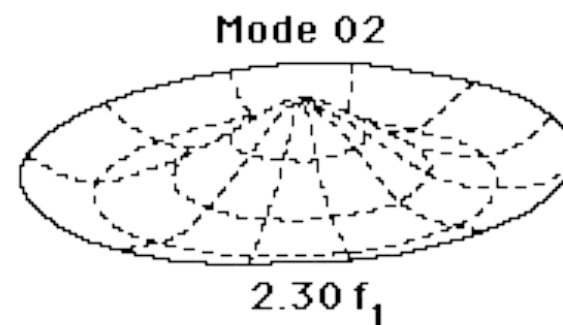
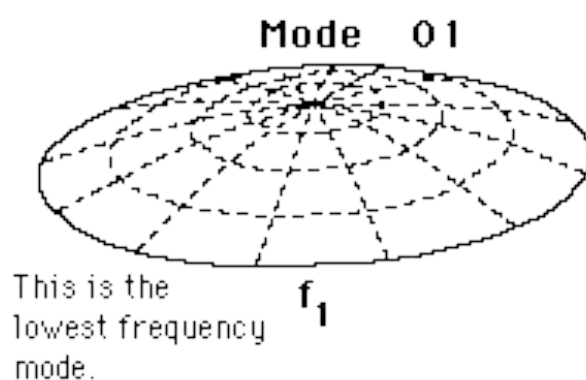


$m$  e  $n$  representam o número de nós diametrais e de nós circulares. Por exemplo, (3 1) significa que o modo tem 3 nós diametrais e 1 nó circular. As razões são proporcionais ao modo mais grave (0 1, fundamental). Regiões adjacentes movem-se em direções opostas.

# Instrumentos de Percussão

## Membranas

- Movimento dos modos 01, 02, 11, 21



# Instrumentos de Percussão

## Tímpano



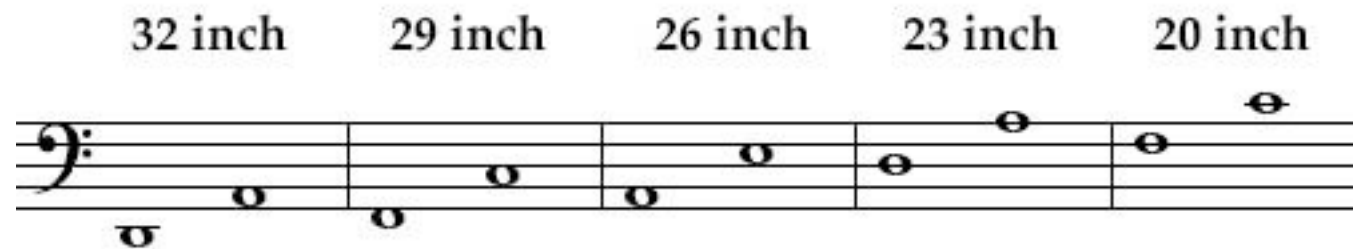
# Instrumentos de Percussão

## Tímpano

- Timpano; possui uma membrana esticada (hoje de material sintético, *Maylar*) sobre um corpo semi-esférico.
- O acoplamento dos modos desse corpo com os da membrana interagem na definição das frequências modais.
- A fundamental percebida é função de aproximações entre os modos de uma série harmônica.
- Para o tímpano a fundamental percebida é equivalente à frequência do modo 1 1.

# Instrumentos de Percussão

## Tímpano





# Instrumentos de Percussão

## Sinos

