

Sistema Auditivo Humano

Artur Lazarini Silva, César Seiji Maruyama, Eric Cardoso de Souza, Julia Pola da Silva, Wellington Araujo Nogueira

Data

05 de Dezembro de 2022

Testes de Acuidade Auditiva

- Para o teste de acuidade visual, foi utilizado o site :
<https://hearingtest.online/>
- Cada integrante realizou o teste em si e em duas pessoas sem vínculos com a UFABC.
- Este teste permite realizar de forma simplificada um teste de perda de audição utilizando dispositivos móveis ou computadores , preferencialmente utilizando fones de ouvido .

Testes de Acuidade Auditiva

- O teste online foi criado por Stéphane Pigeon, nascido em Bruxelas na Bélgica.
- Engenheiro eletrônico formado pela Universidade Católica de Louvain, com especialização em processamento de sinais.
- Trabalhos e pesquisas nas áreas:
 - Militar;
 - Encoders MPEG-2 / Televisão Digital / HDTV;
 - Autenticação biométrica baseada em imagens;
 - Processamento de fala;

Ajuste de nível sonoro

- O teste inicia com a necessidade de ajustar o volume do dispositivo utilizado. Esse ajuste ocorre por meio do som das duas mãos do usuário se esfregando logo à frente do rosto do usuário.
- O som gerado pelo usuário deve estar equivalente ao utilizado no site.



- Obs.: É ideal que o usuário realize o teste em um local livre de sons externos.

Testes de Acuidade Auditiva

- Em seguida é realizado um teste de acuidade, que tem o intuito de analisar a nossa habilidade de notar variações de volumes em sons de 250 Hz a 8 kHz.
- O teste foca em testar as frequências mais relacionadas com a fala humana.
- Os sons variam entre -5 dBHL à 80 dBHL.
- O dBHL não é um valor absoluto, mas sim uma relação entre o valor de referência para audição normal e o valor amplificado



Almost silent

Quiet

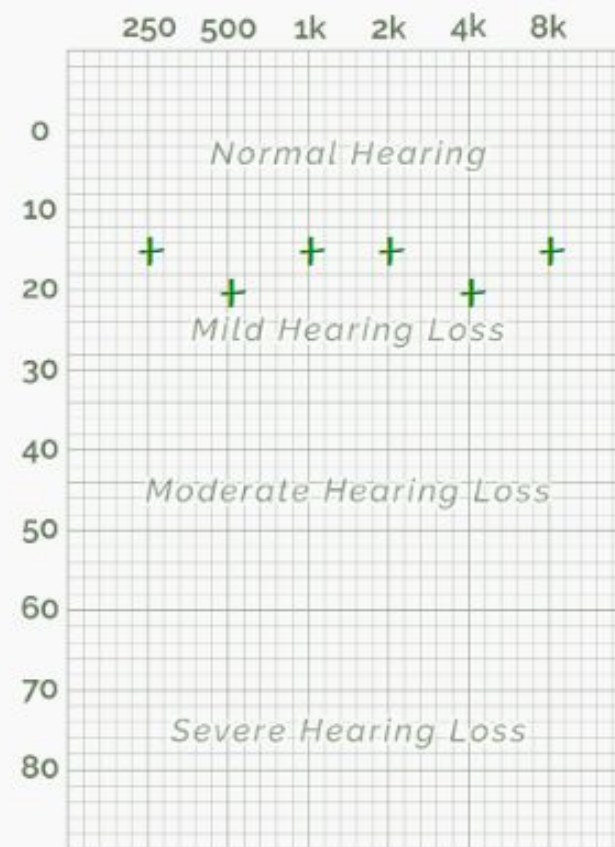
Louder

VERY LOUD

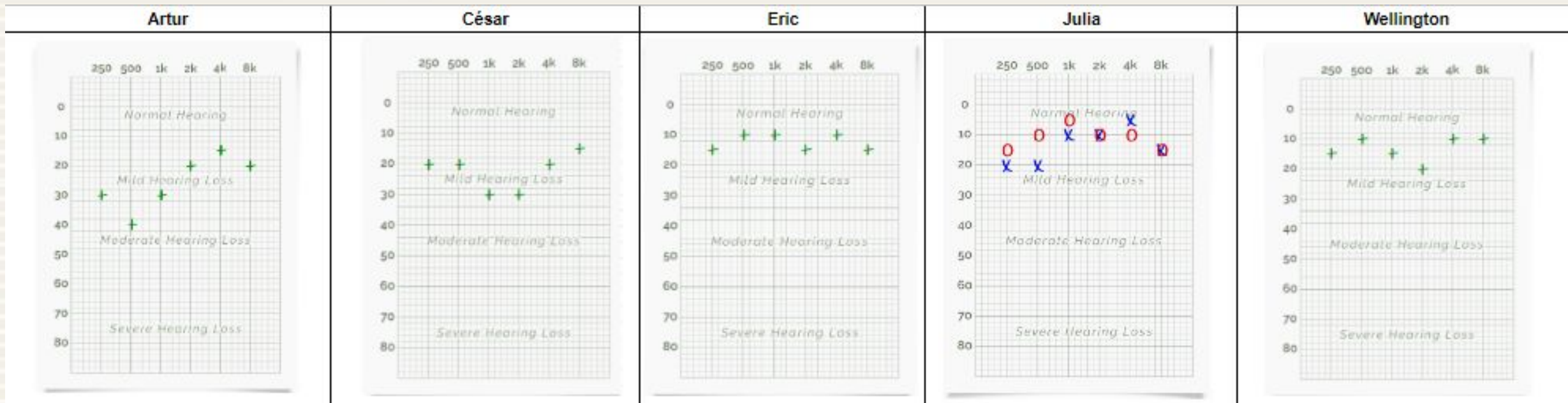
Test Both Ears Left Ear Only Right Ear Only

Testes de Acuidade Auditiva

- O usuário deve começar nas frequências mais baixas, do som de menor intensidade, parando e alterando a frequência assim que o som passar a ser audível.
- Uma vez que todas as frequências e sons minimamente audíveis foram testados, o site gera o audiograma relacionando a frequência com a intensidade em dBHL.
- O valor 0 dBHL relaciona o “valor normal” de audição seguindo a normativa ISO 389-7:2005.

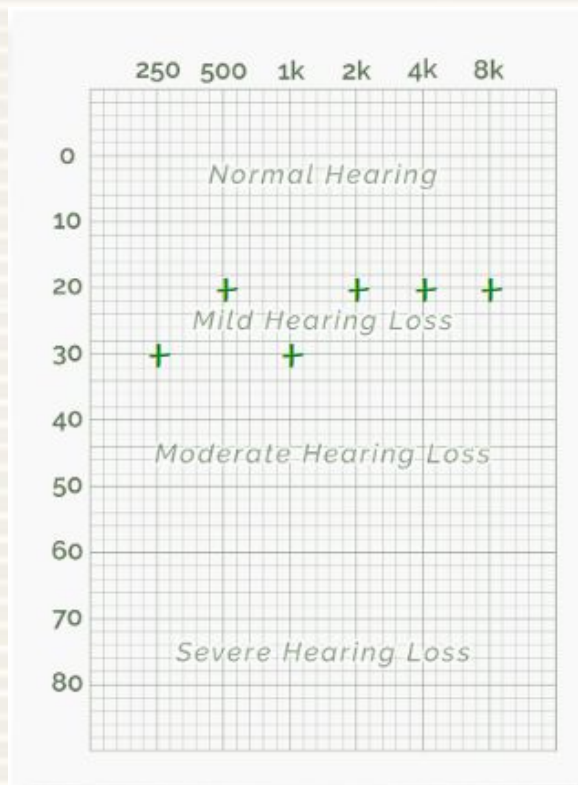


Resultados dos Testes de Acuidade Auditiva

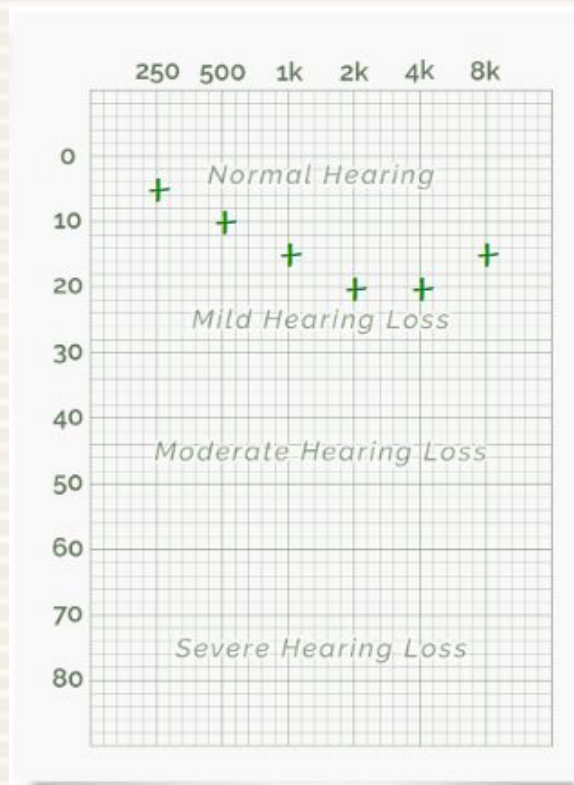


Resultados da comunidade externa

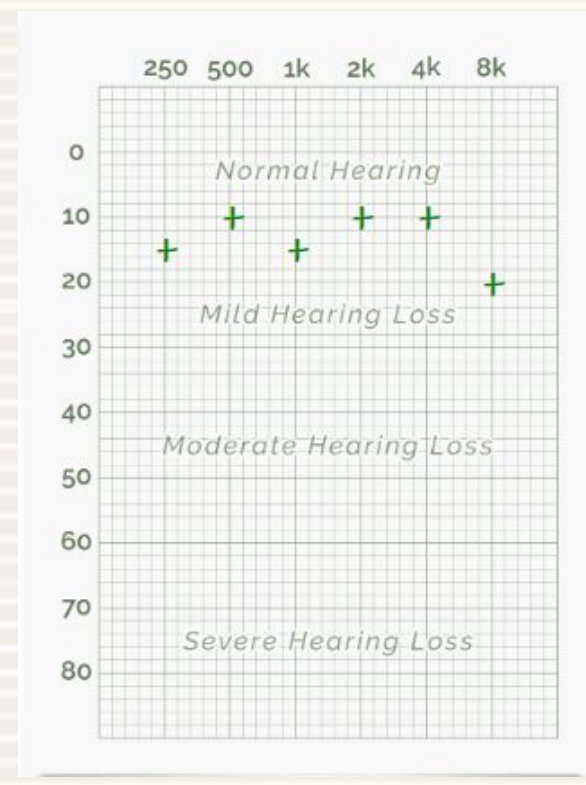
Pessoa 1 - Feminino - 29 anos



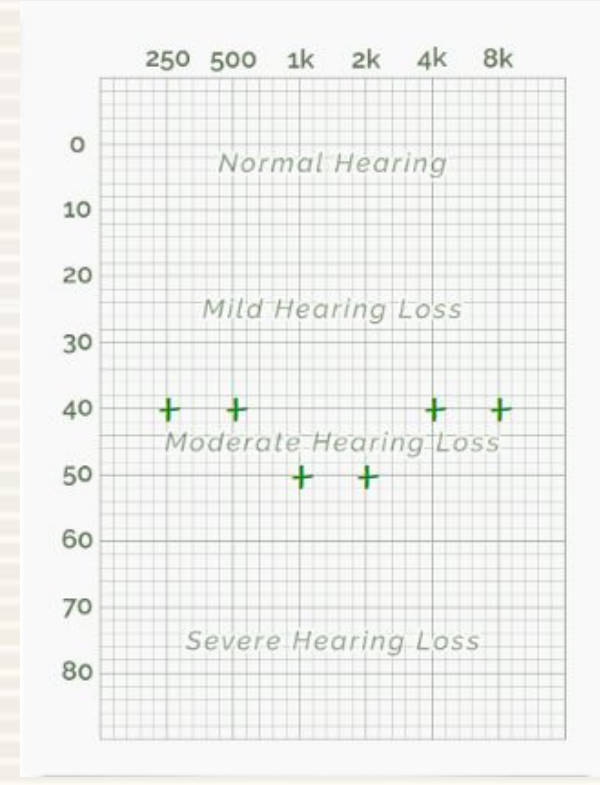
Pessoa 2 - Feminino - 22 anos



Pessoa 3 - Feminino - 24 anos

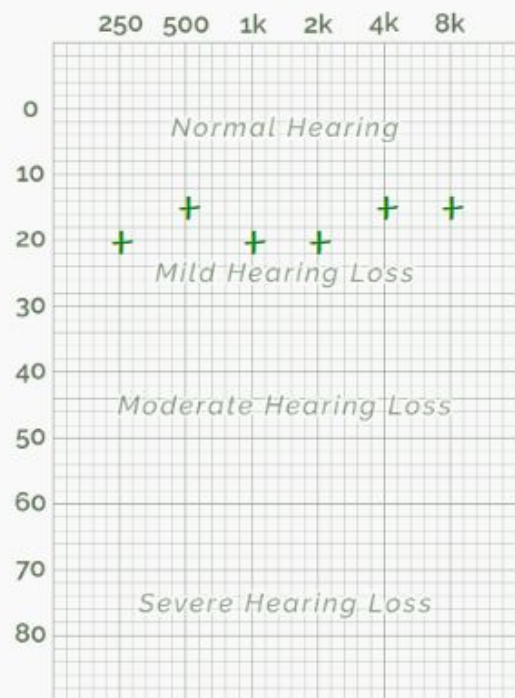


Pessoa 4 - Masculino - 69 anos



Resultados da comunidade externa

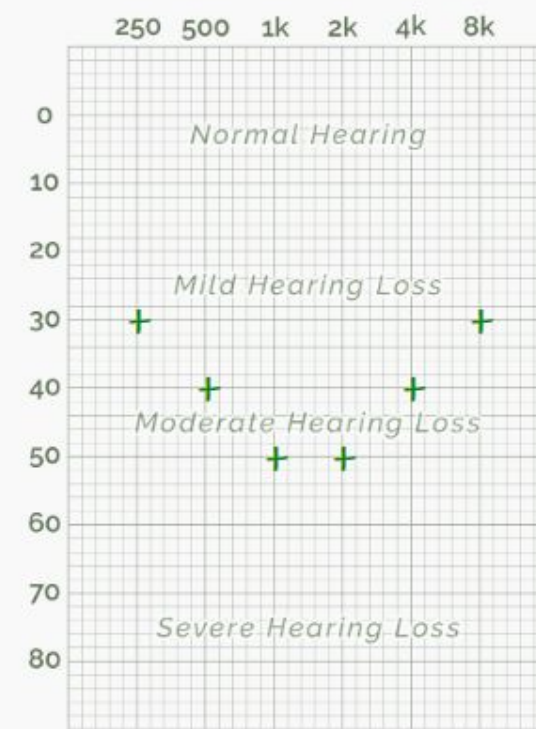
Pessoa 5 - Feminino - 23 anos



Pessoa 6 - Masculino - 24 anos



Pessoa 7 - Feminino - 53 anos

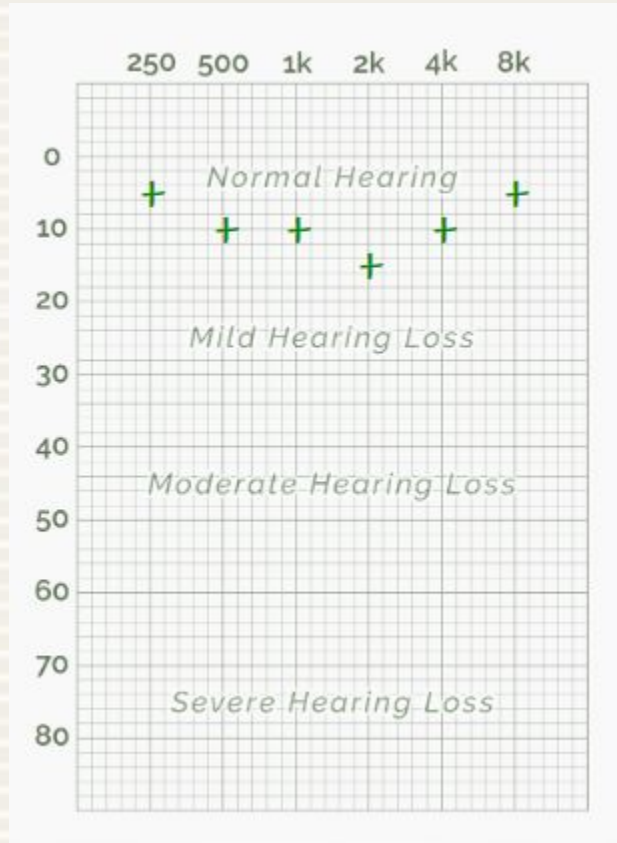


Pessoa 8 - Masculino - 53 anos

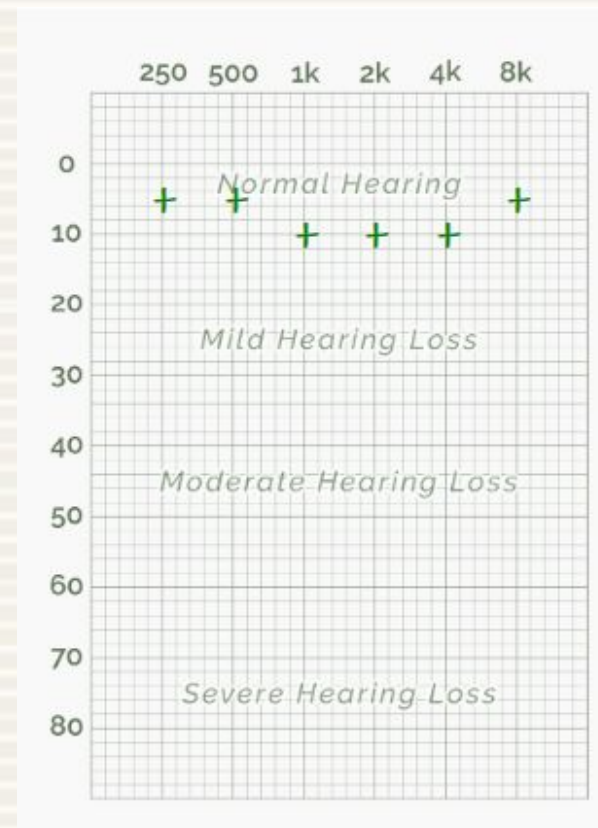


Resultados da comunidade externa

Pessoa 9 - Feminino - 22 anos



Pessoa 10 - Feminino - 24 anos



Conclusões

- Importância de poder verificar variações no nível normal de audição, auxiliando no diagnóstico de problemas e incentivando a procura ao Audiologista / Fonoaudiólogo
- Sons como uma parte crucial de sistemas multimídias



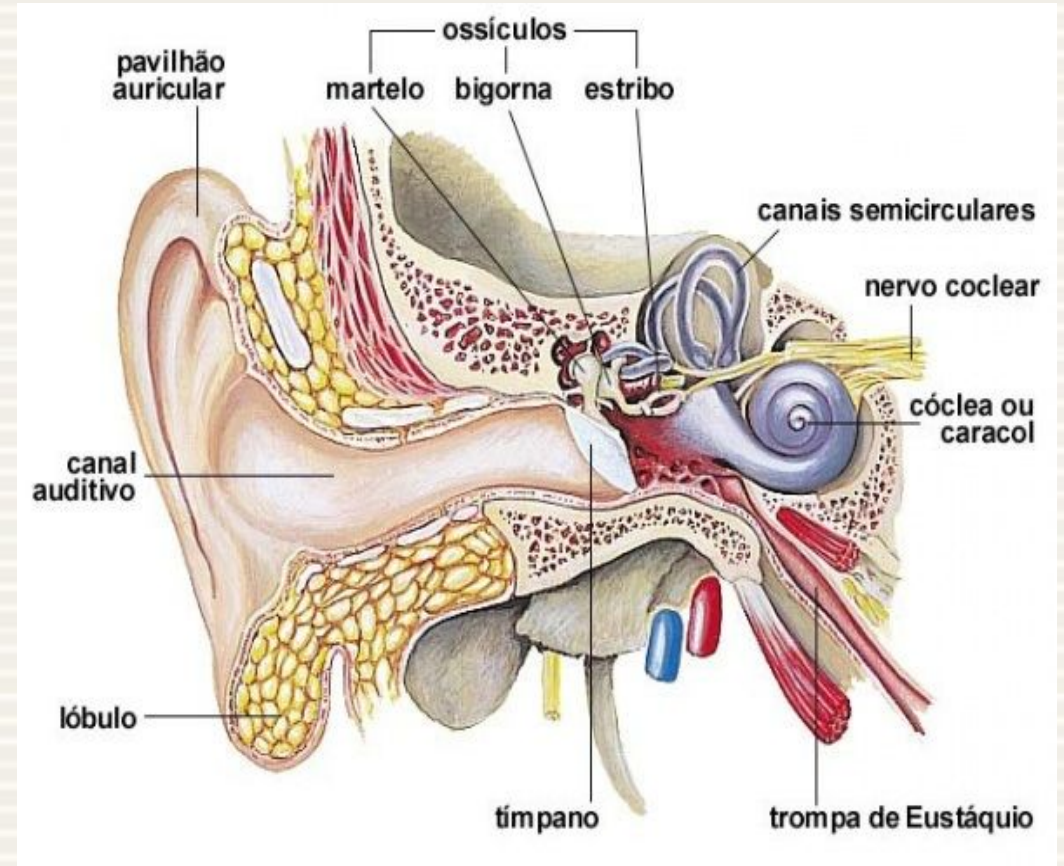
Sistema Auditivo Humano

Sistema Auditivo Humano

É responsável pela captura, transformação e transmissão de ondas sonoras para o córtex cerebral, onde são interpretadas e armazenadas.

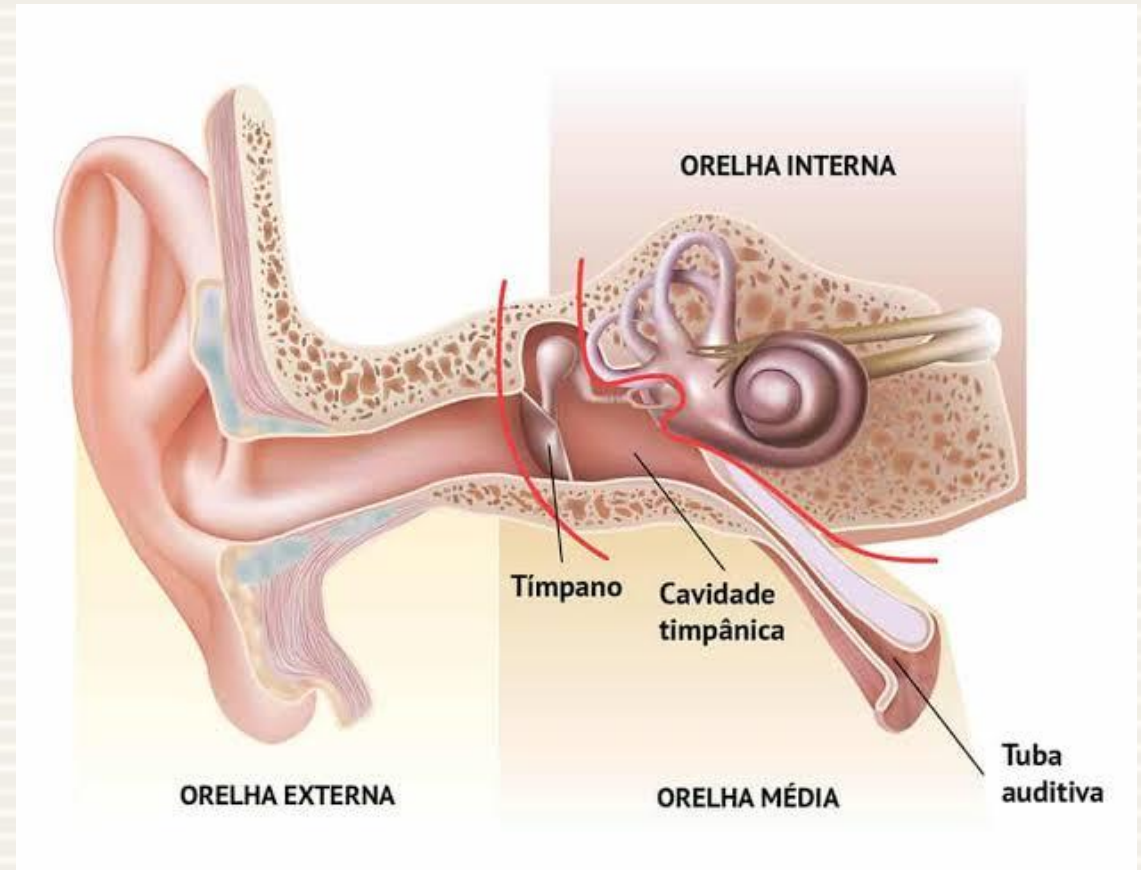
Pode ser dividido em :

- Periférico: conjunto de órgãos que captam e transmitem o som.
- Central: vias e nervos que carregam os sinais neurais até o cérebro.



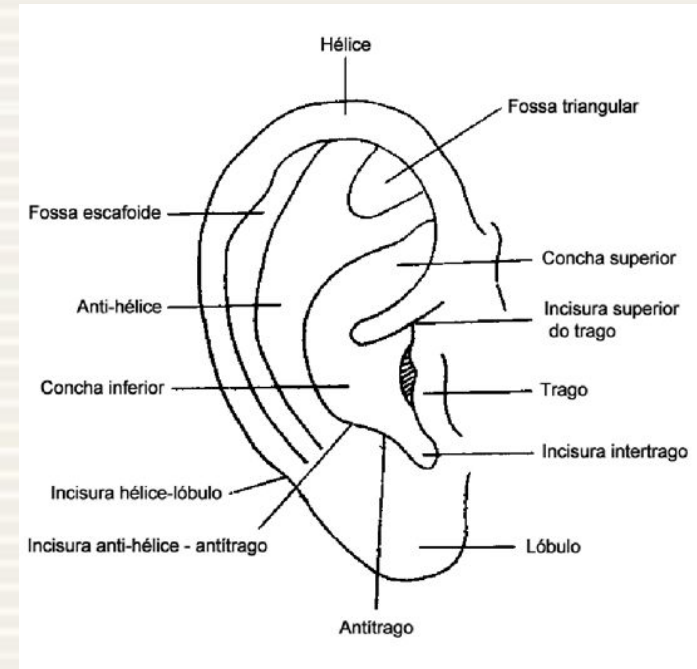
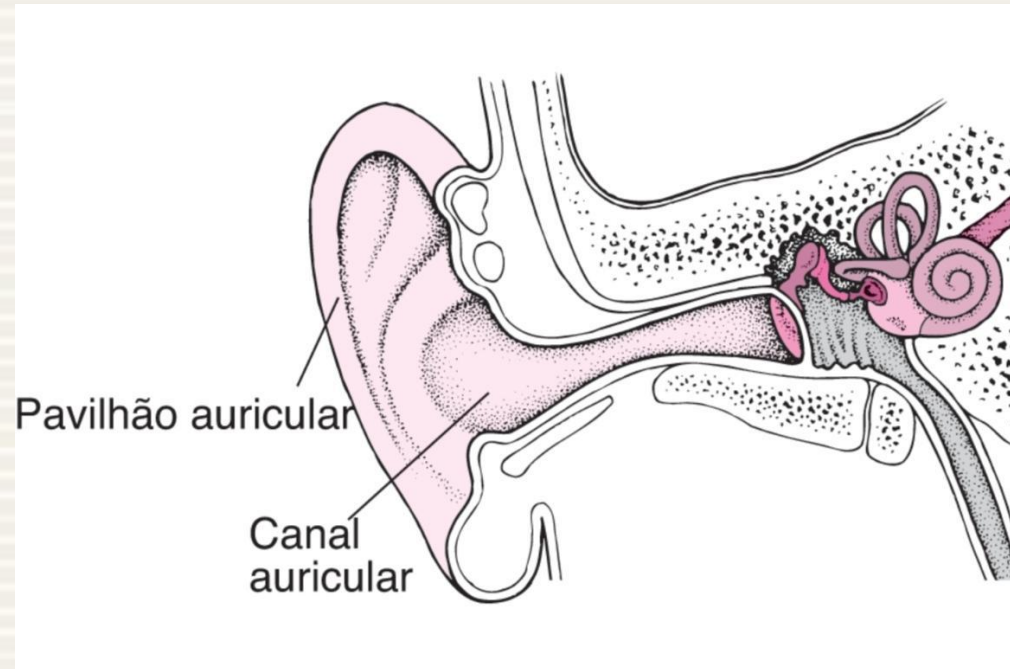
Sistema Auditivo Periférico

- Dividido entre Orelha Externa, Orelha Média e Orelha Interna.
- É definido como o conjunto de órgãos responsáveis pela captação e transmissão (orelha externa), transdução (orelha média) e processamento do som (orelha interna).



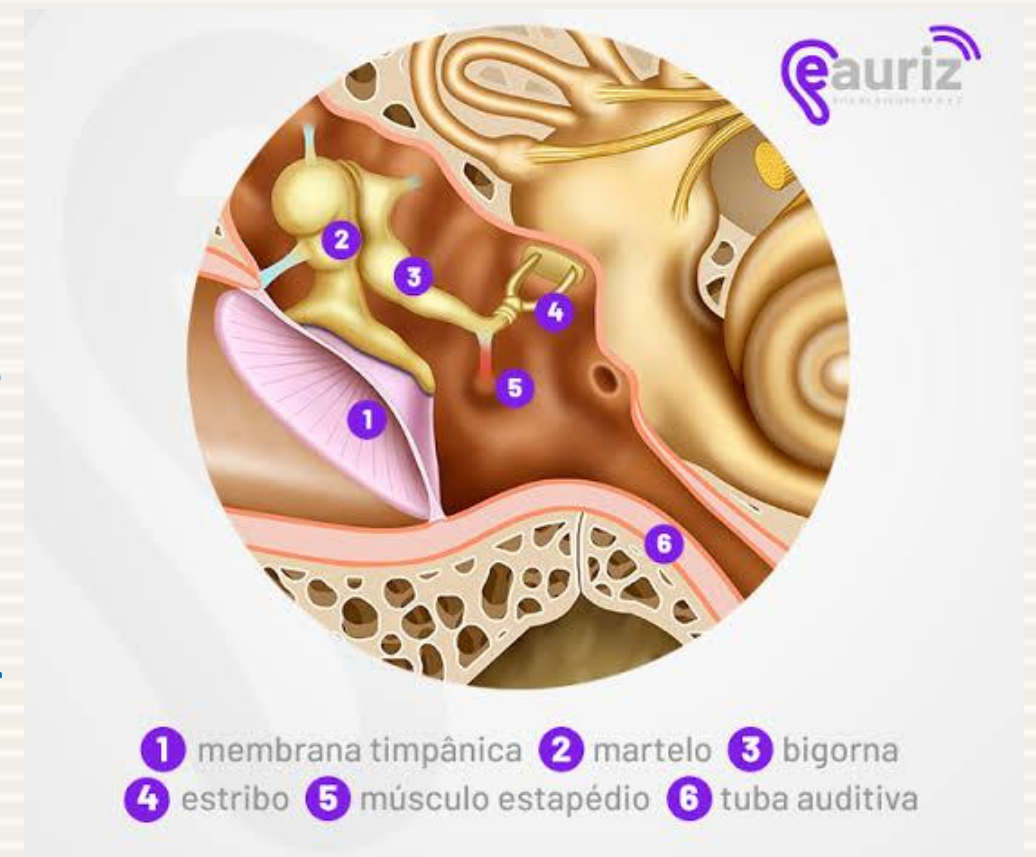
Orelha Externa

- Composto pelo pavilhão auricular e meato acústico externo.
- Protege as demais estruturas da orelha, além de canalizar as ondas sonoras e realizar uma pré-amplificação do sinal.
- O canal auricular conduz os sons até o tímpano, que tem formato de cone.



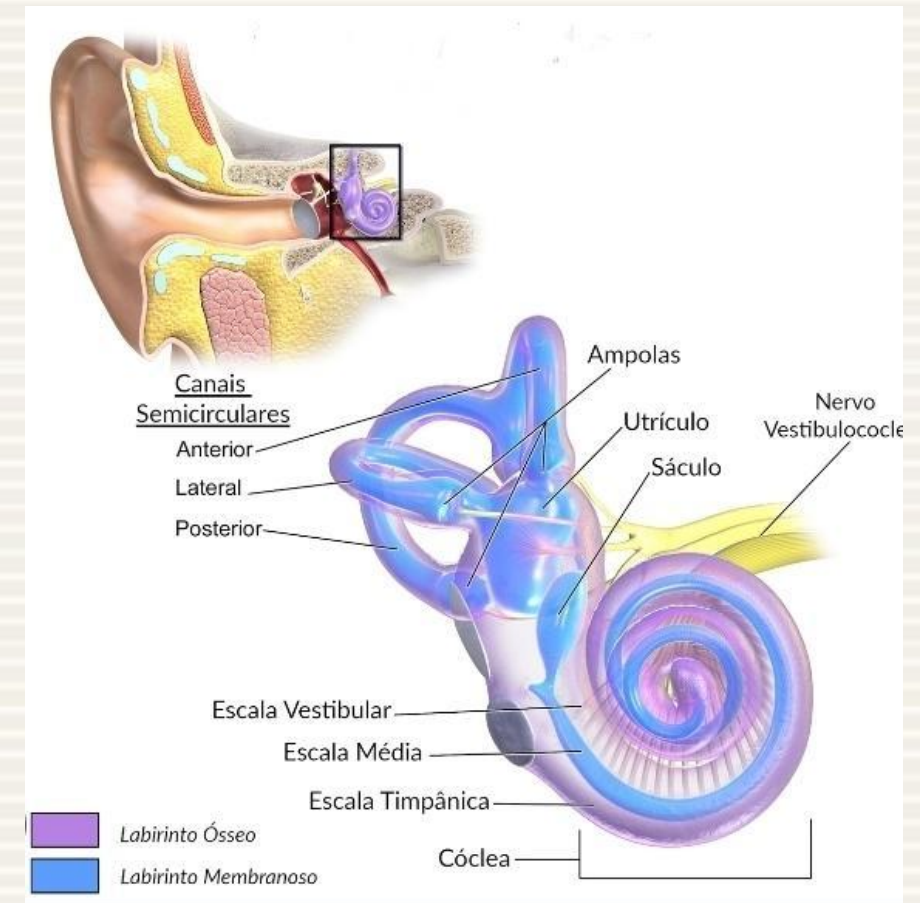
Orelha Média

- Pode ser dividido em 3 partes, cavidade timpânica, ossículos auditivos e músculos dos ossículos.
- Sua principal função é conduzir e amplificar as vibrações sonoras para a orelha interna.
- A tuba auditiva permite que o ar penetre a orelha.



Orelha Interna

- Pode ser dividida por duas porções, a auditiva (cóclea) e vestibular, onde se localizam as estruturas sáculo e utrículo (canais semicirculares) responsáveis pelo equilíbrio.
- A porção auditiva(cóclea) é preenchida por líquido e contém milhares de células ciliadas, que por sua vez convertem as vibrações do meio em sinais elétricos que posteriormente são enviados ao cérebro.



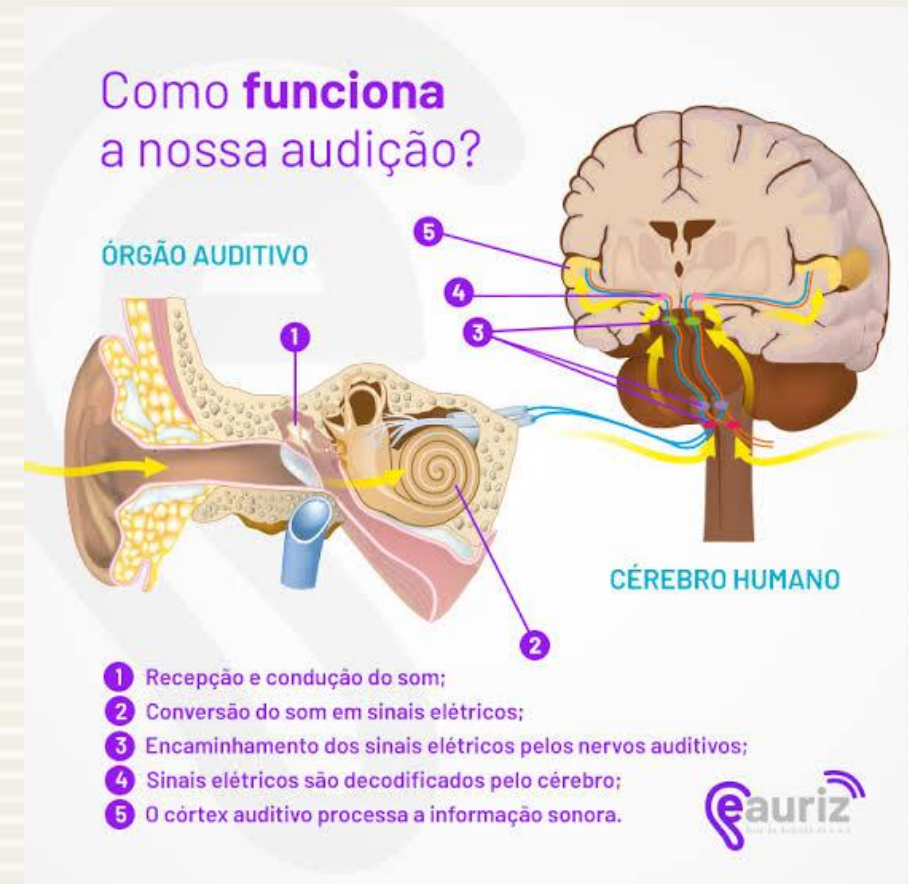
Cóclea

- Vídeo educativo de uma simulação da Cóclea oscilando ao som de uma música.
- Para a simulação, a cóclea foi “desenrolada” para facilitar a visualização das frequências e suas oscilações na membrana.



Sistema Auditivo Central

- Composto pelo nervo auditivo e córtex auditivo, o sistema auditivo central decodifica os sinais elétricos gerados pelo sistema auditivo periférico.
- É dividido em diversas partes tendo como referência a contribuição que cada parte tem no processamento auditivo. Como por exemplo o córtex auditivo primário, que permite interpretar o início de um som e sua mudança de tom.

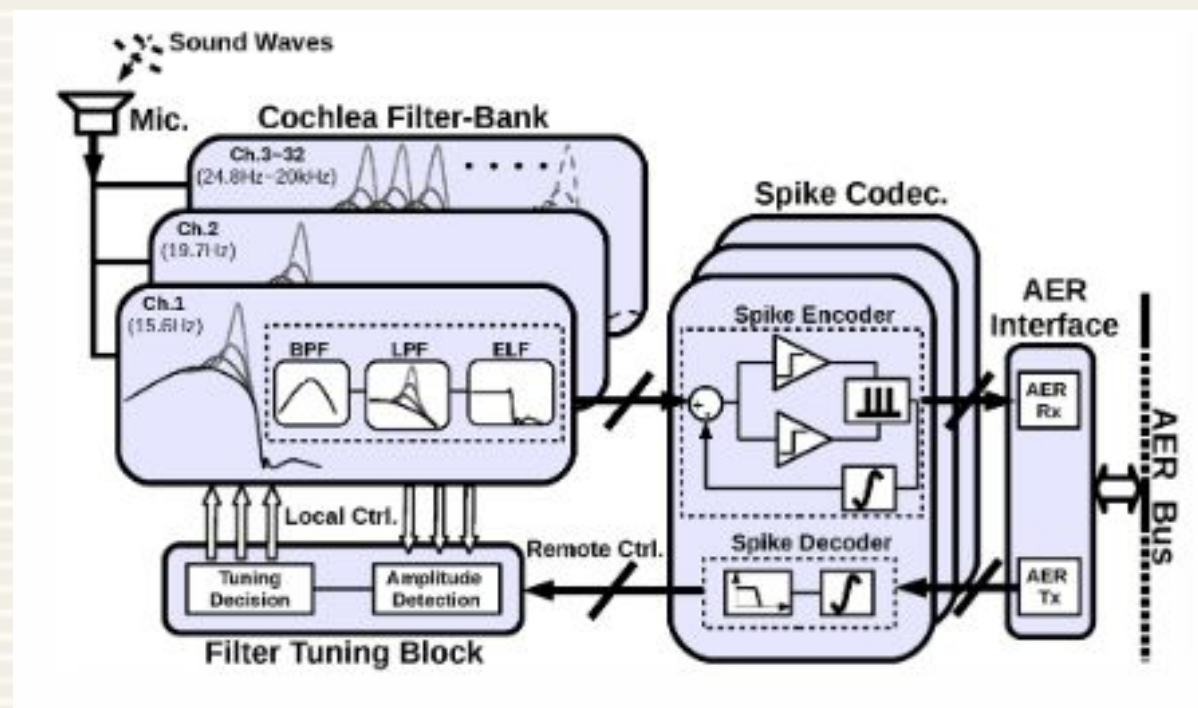


Simulações da Cóclea e aplicações

Pesquisadores da China, Índia e Reino Unido, simularam uma cóclea de silício, capaz de gerar uma resposta biológica muito semelhante à uma cóclea real.

Fonte:

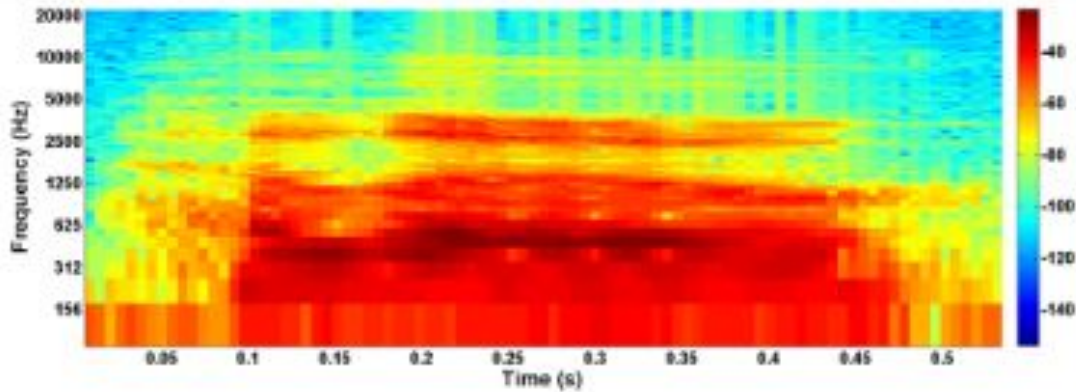
<https://sci-hub.se/https://doi.org/10.1109/IJCNN.2015.7280828>



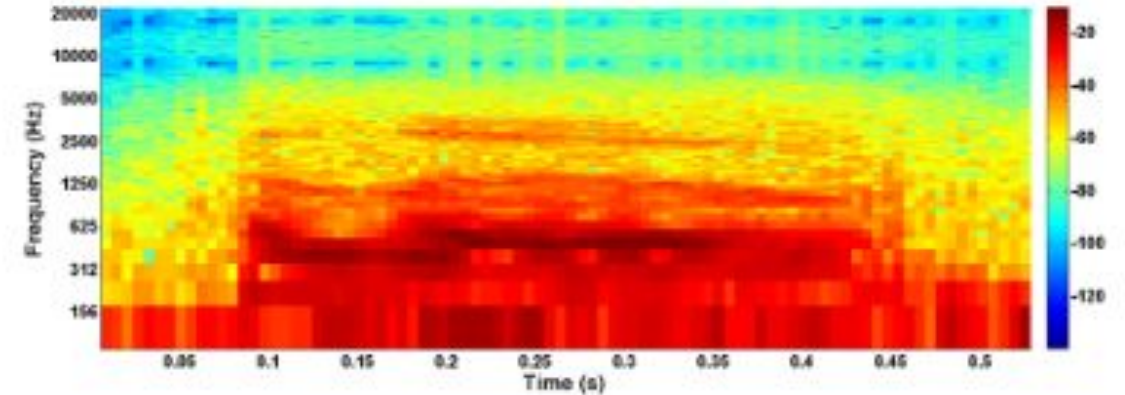
Simulações da Cóclea e aplicações

- O sinal do som é captado pelo microfone e é convertido e direcionado para diversos bancos de filtros de passa-banda.
- Os filtros consistem em 32 canais com frequências centrais na faixa de um terço de uma oitava, distribuindo as frequências da banda "audível" pelos humanos.
- O sinal filtrado passa por Codecs de pico (*Encoders* e *Decoders* que captam os picos de sinal).
- Os Codecs também ajudam na tomada de decisão de atenuar possíveis ruídos ou amplificar sinais de fala.

Simulações da Cóclea e aplicações



(a) Spectrogram of the input speech signal



(c) Spectrogram of the signal recovered from the SC output spikes

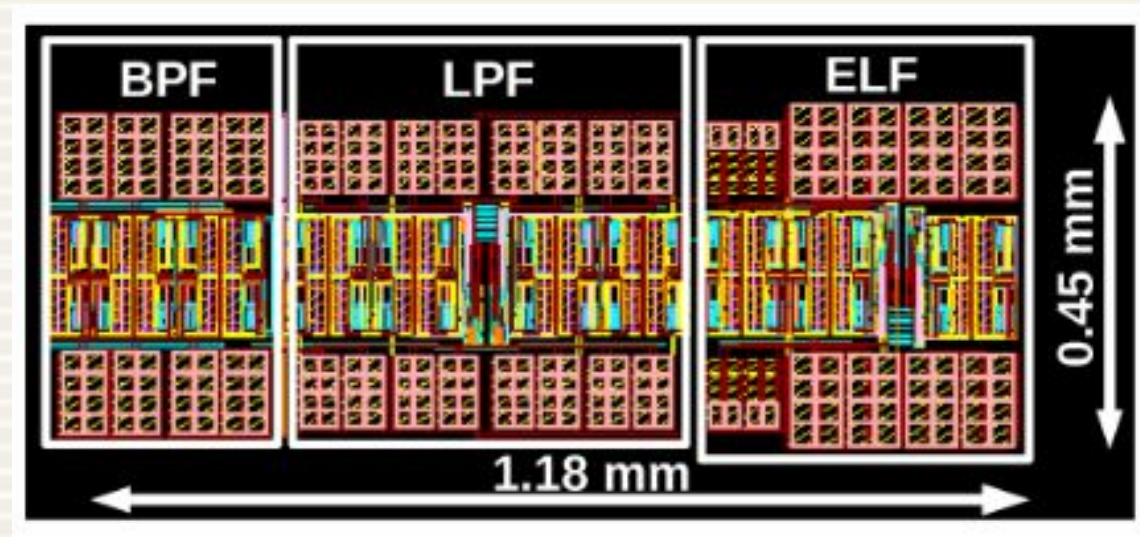
Entrada de um sinal de voz
dizendo “Hello”

Sinal captado pela cóclea simulada
pelos pesquisadores

Simulações da Cóclea e aplicações

A cóclea simulada foi capaz de captar e decodificar com grande confiabilidade as frequências da voz falada.

A miniaturização do sistema estudado pode auxiliar, no futuro, a utilização ou implantação de chips para a melhoria de audição ou substituição de cócleas.



Layout de um chip contendo o sistema simulado da cóclea.

Bibliografia

<https://www.eauriz.com.br/sistema-fm/>

<https://www.binaural.com.br/blog/perda-auditiva/sistema-auditivo-entenda-como-funciona/>

Paul Kim. Anatomia do ouvido.

Carvallo RMM. Processamento auditivo: avaliação audiológica básica.
In: Pereira LD, Schochat E. Processamento auditivo: manual de
avaliação. São Paulo: Lovise; 1997:26-35