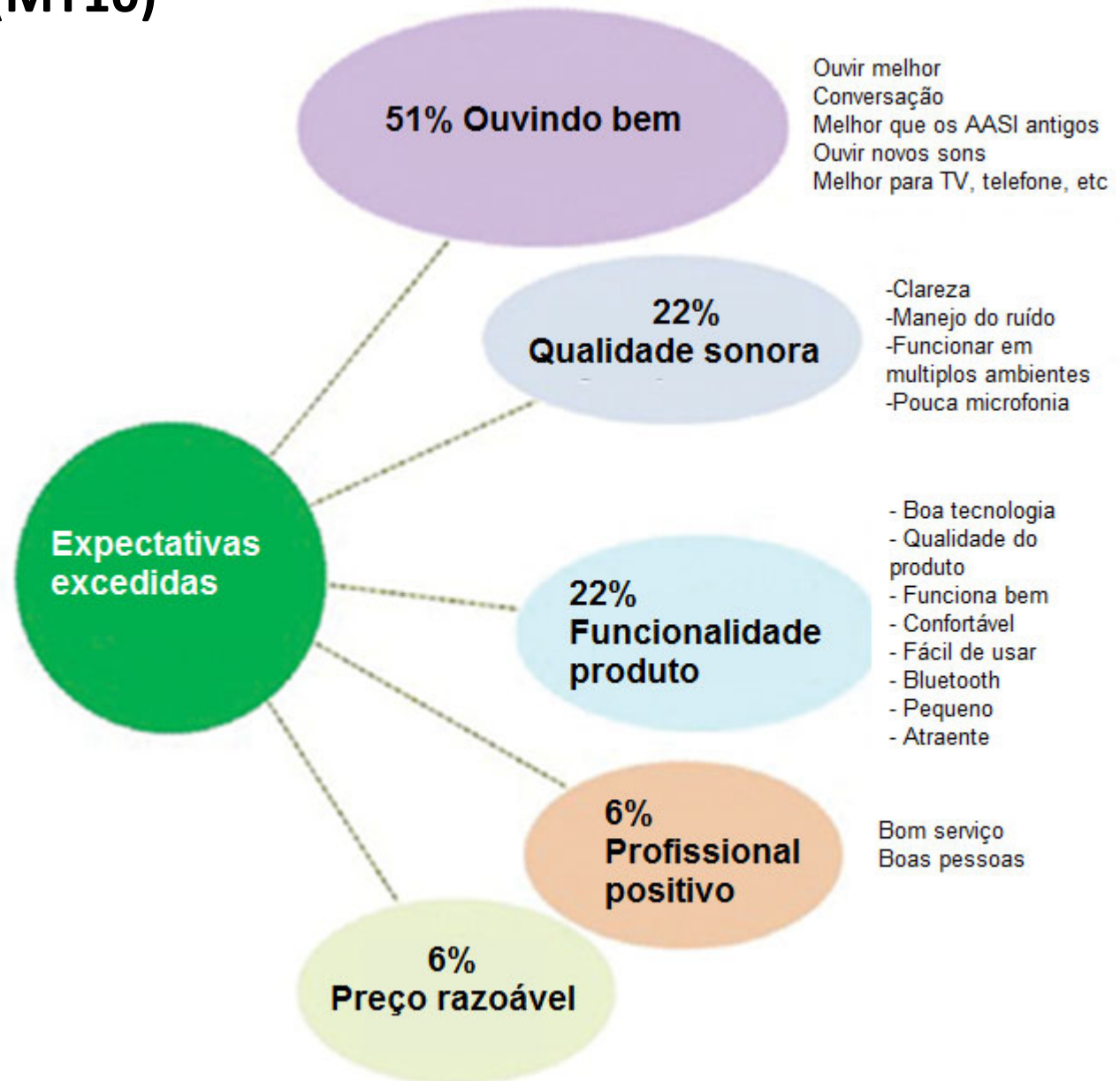


AASI: Algoritmos Digitais e Microfones Direcionais

Profa. Dra. Deborah V. Ferrari
Curso de Fonoaudiologia / FOB
2022



MarkeTrak 10 (MT10)

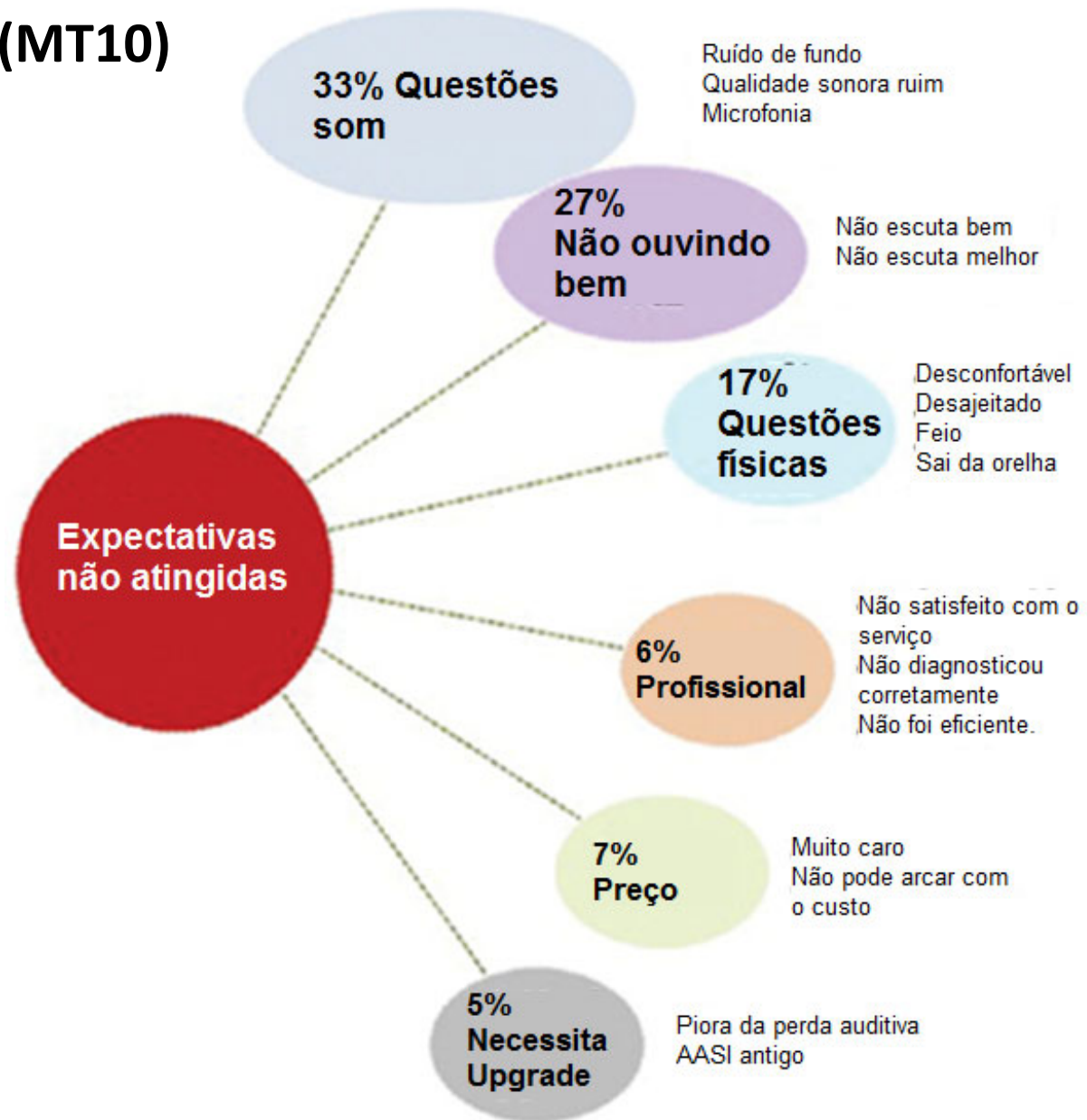


Pergunta 1

- ▶ Principal queixa dos usuários de AASI?



MarkeTrak 10 (MT10)



Conceitos Importantes

- ▶ Desafios do ambiente
 - ▶ Efeito da distância entre falantes
 - ▶ Ruído
 - ▶ Reverberação
- ▶ Desafio da patologia
 - ▶ Perda neurossensorial e seletividade de frequência
 - ▶ Análise da cena auditiva



Pergunta 2

- ▶ O que é "relação sinal/ruído"?



Efeito do Ruído

Relação S/R:

$$\begin{aligned} \text{Fala} &= 60 \text{ dB NPS} \\ \text{Ruído} &= \underline{60 \text{ dB NPS}} \\ \text{S/R} &= 0 \text{ dB} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Fala} &= 60 \text{ dB NPS} \\ \text{Ruído} &= \underline{55 \text{ dB NPS}} \\ \text{S/R} &= +5 \text{ dB} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Fala} &= 60 \text{ dB NPS} \\ \text{Ruído} &= \underline{65 \text{ dB NPS}} \\ \text{S/R} &= -5 \text{ dB} \end{aligned}$$

► Diferença entre o nível do sinal (ex: fala) e o nível do ruído.

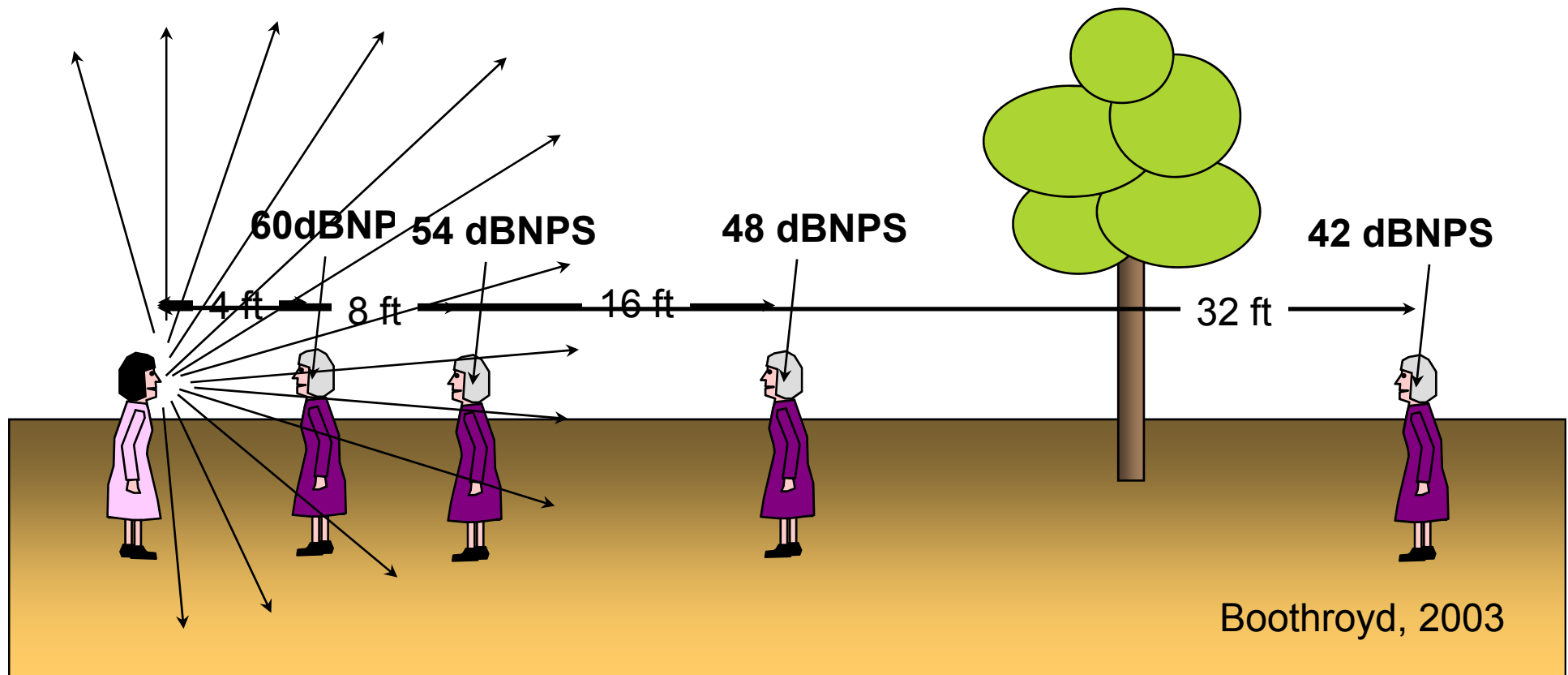
Distância

- ▶ Segundo a "Lei dos Inversos dos Quadrados" a cada vez que dobramos a distância entre a fonte sonora e o ouvinte, o pressão sonora (dB NPS) cai 6,0 dB

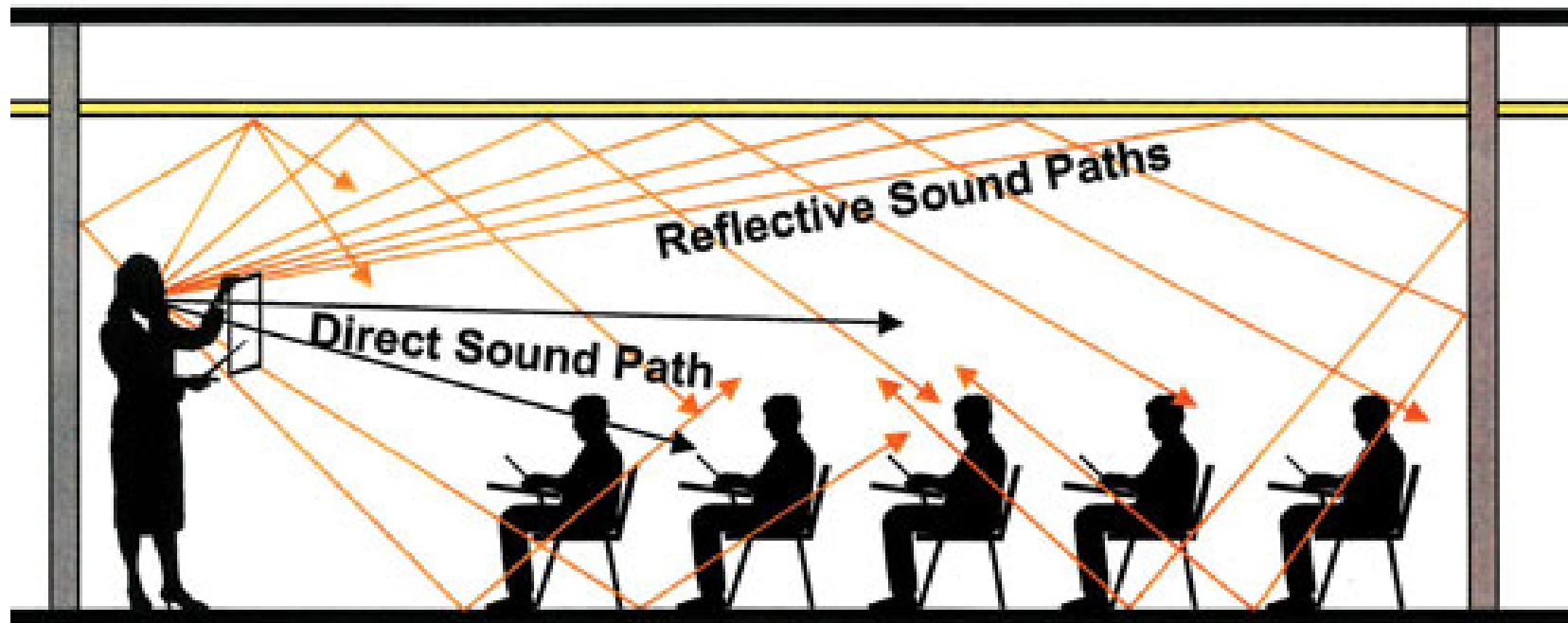


Distância entre falante e ouvinte

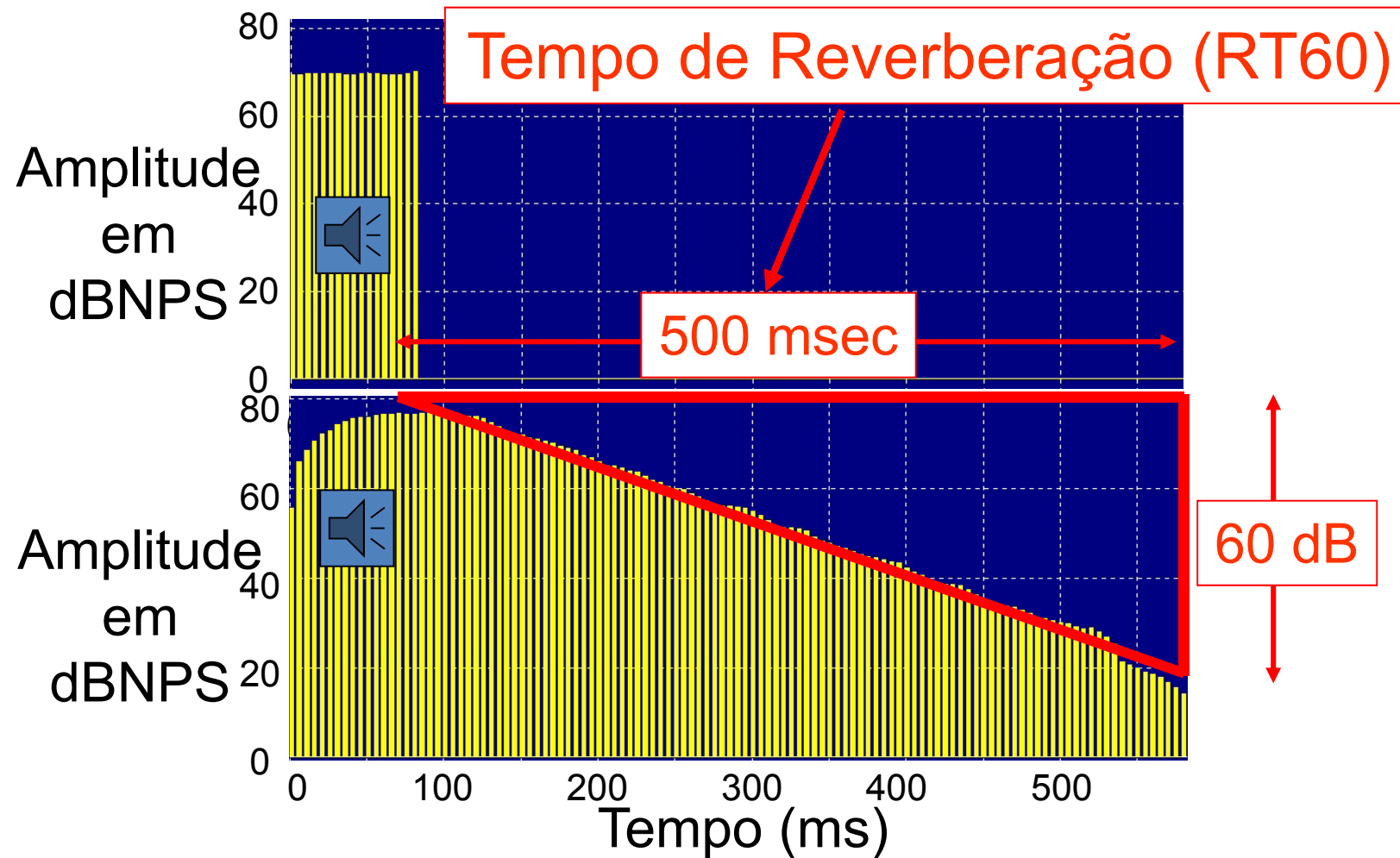
- Dobra a distância → sinal cai 6 dB



Reverberação



Reverberação

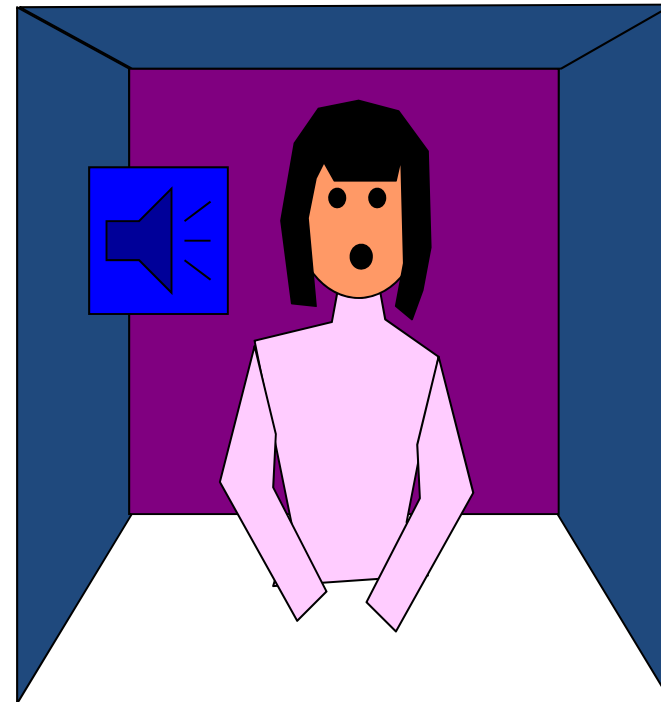
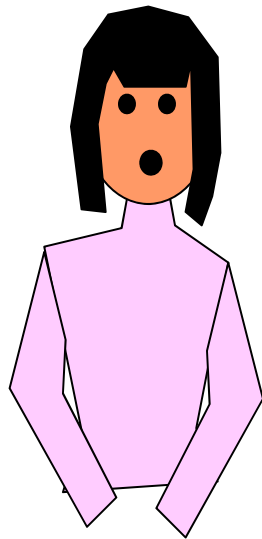
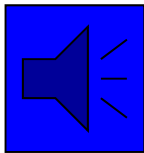


Pergunta 4

- ▶ A reverberação sempre atrapalha a inteligibilidade de fala?

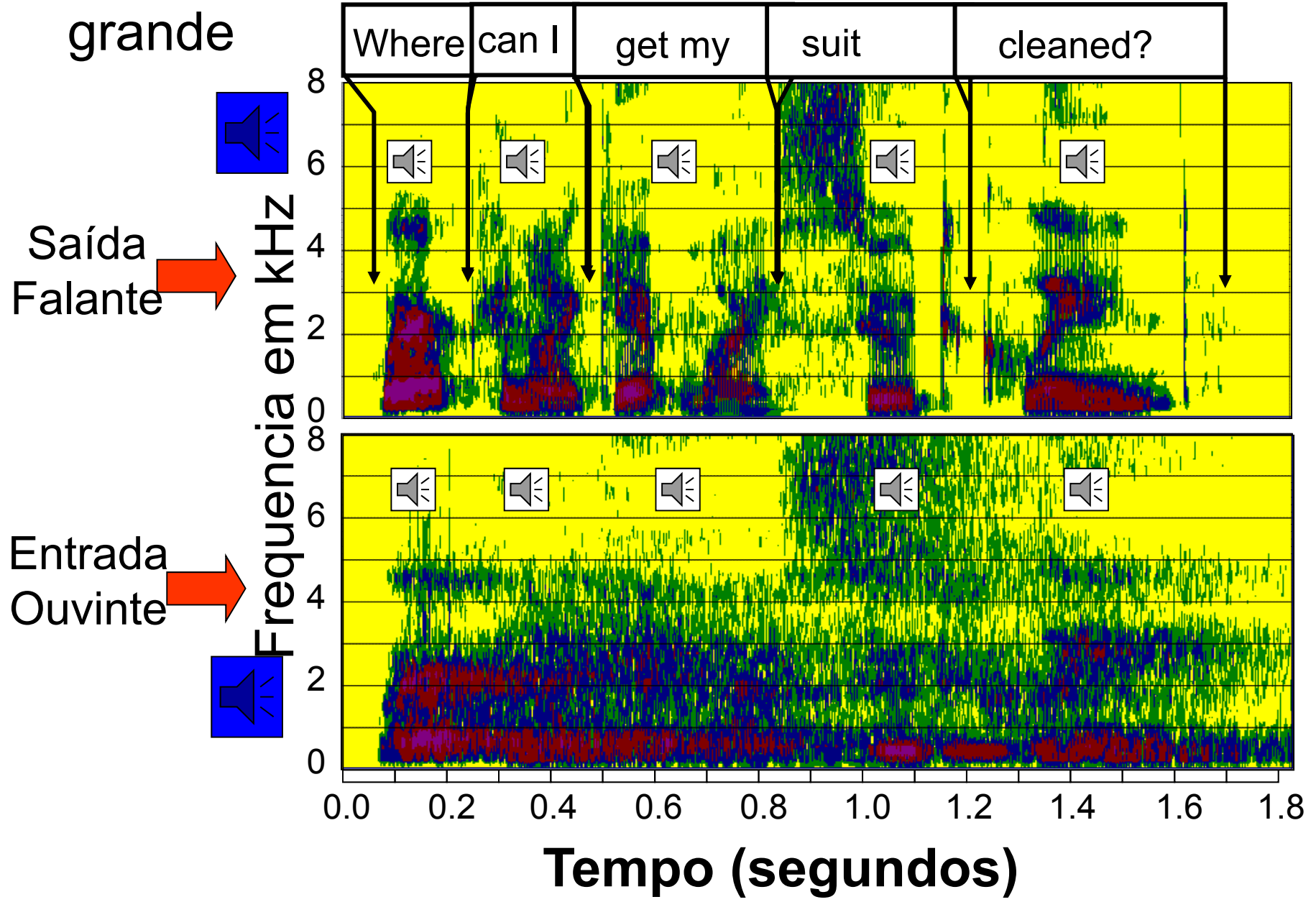


Reflexões Precoces



As reflexões precoces somam-se ao som direto

Reverberação grande



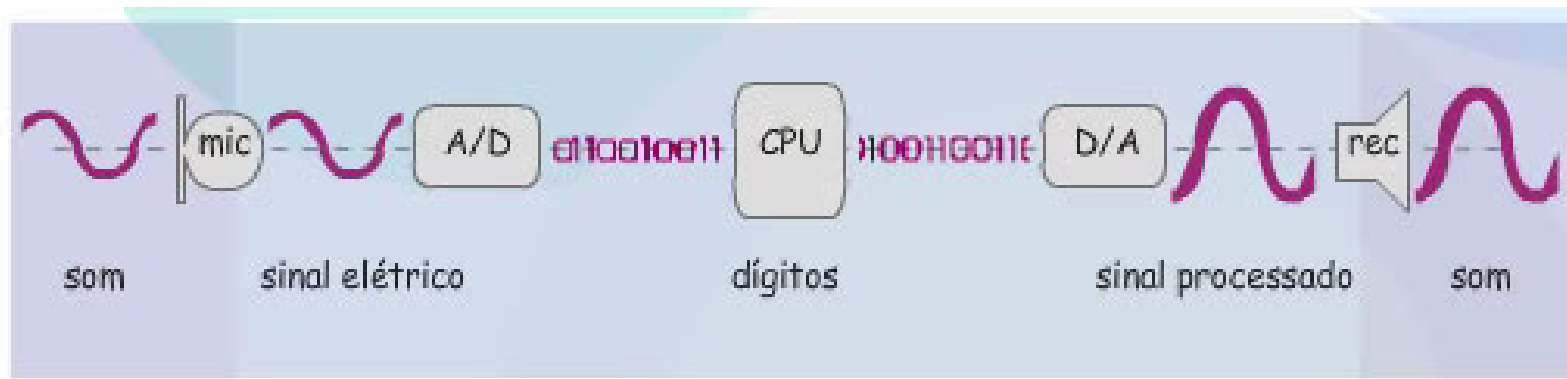
“Análise da Cena Auditiva” (Figura-Fundo)

- Método pelo qual perceptualmente organizamos o ambiente sonoro repleto de eventos acústicos em “objetos” auditivos levando à uma representação mental do ambiente acústico em que estamos.

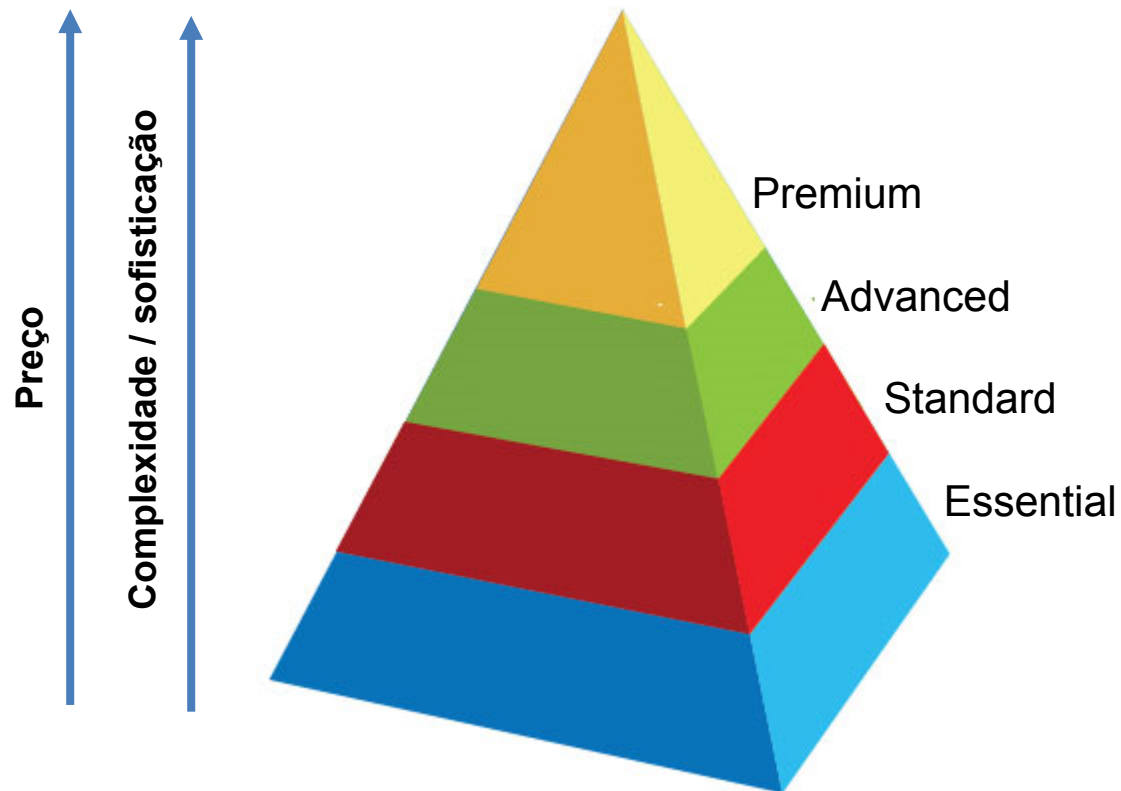




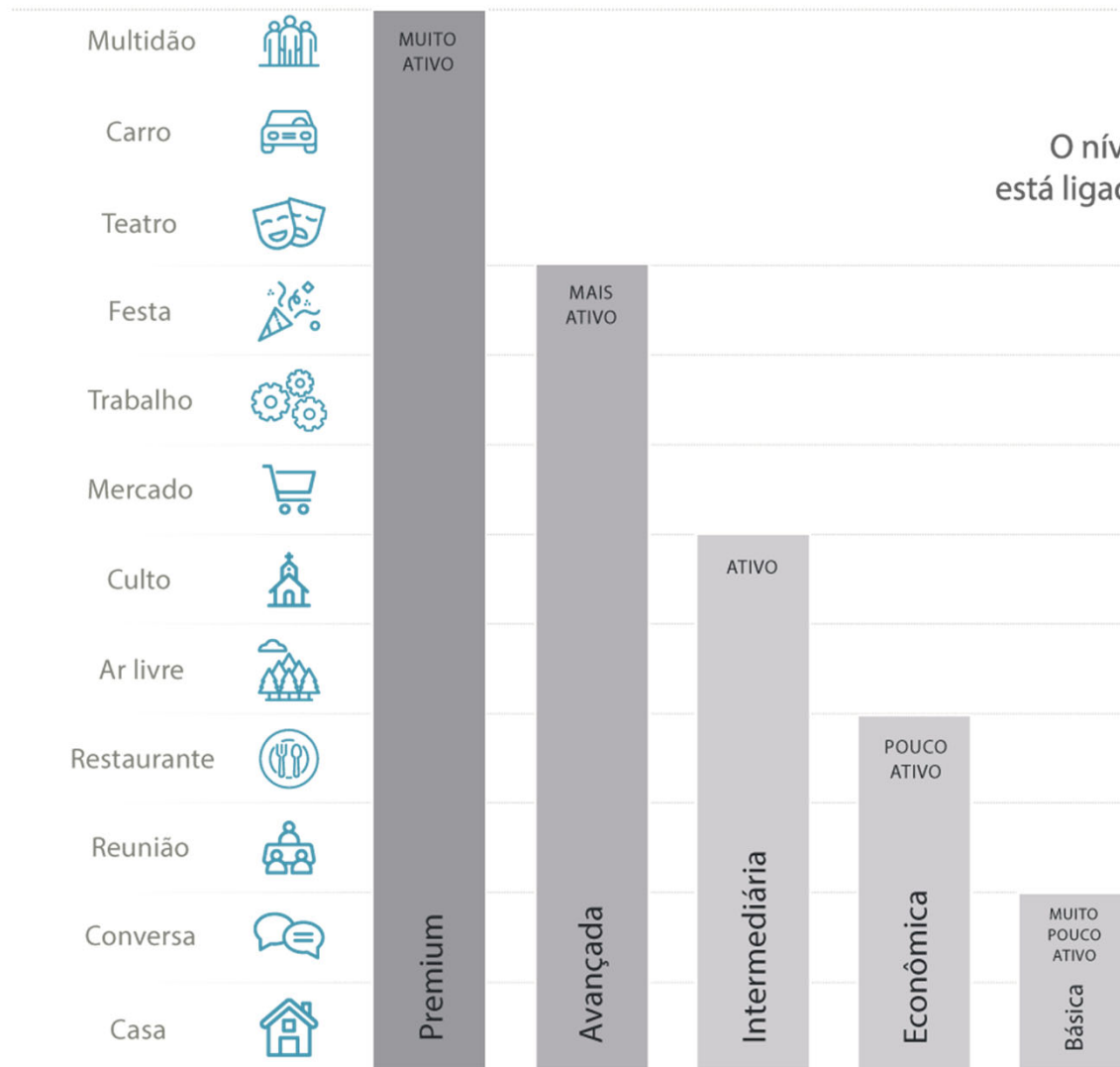
Processamento Digital do Sinal



Níveis de Tecnologia



Exemplo: Níveis de Tecnologia



O nível tecnológico que você precisa está ligado diretamente as atividades do dia a dia que você pratica.

Phonak Naída™ B

[Overview](#)
[Features](#)
[Literature](#)
[Evidence](#)
[Support](#)

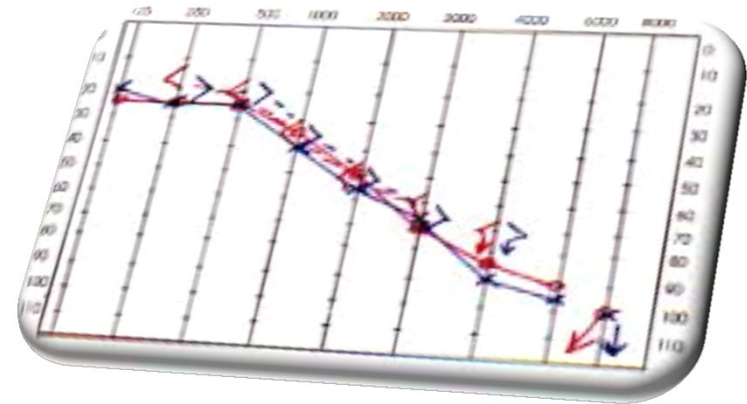
| | Premium (B90) | Advanced (B70) | Standard (B60) | Essential (B30) |
|------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------|
| Comfort in Echo ▶ | • | | | |
| Speech in Car ▶ | • | | | |
| Speech in Loud Noise ▶ | • | | | |
| Music ▶ | • | • | | |
| Comfort in Noise ▶ | • | • | • | |
| Speech in Noise ▶ | • | • | • | • |
| Calm Situation ▶ | • | • | • | • |
| Manual programs: | | | | |
| Speech in Wind ▶ | • | | | |
| Speech in 360° ▶ | • | • | | |
| Speech in Loud Noise ▶ | • | • | | |
| Acoustic phone ▶ | • | • | • | • |
| Signature features: | | | | |
| UltraZoom ▶ | Premium with SNR-Boost | Advanced with SNR-Boost | Standard with SNR-Boost | Essential |
| EchoBlock ▶ | • | | | |
| SoundRelax ▶ | • | • | | |
| WindBlock ▶ | • | • | | |
| DuoPhone ▶ | • | • | • | |
| FlexControl ▶ | • | • | • | |

Pergunta 4

- ▶ Que tipo de informação necessitamos do paciente para seleccionar estas características?



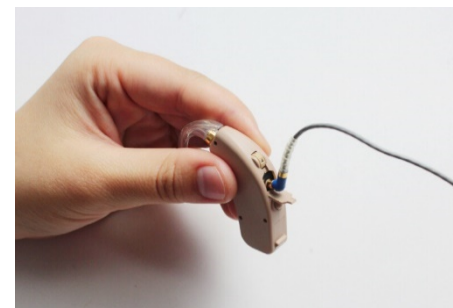
Conheça o indivíduo!



Programabilidade



Hi-Pro
Hearing instrument
programmer



Programabilidad

Aventa 3.9

File Edit View Instrument Fitting Help

Start Pre-Fit **Fit** Summary

Right Ear LS961-DRW MP RIE Airlink Connect LS961-DRW MP RIE Left Ear

Display Options
 Gain View Output View
 Gain Curves: 50 65 80 Target Curves: 50 65 80 Gain Targets (%): 100 Vent Corrections:

P1:All-Around P2:Restaurant P3:None P4:None PhoneNow:None Streamers:TV / Mini Mic Phone Clip: Phone Clip / Smart Device

Manage Programs Create Comparison Recalculate Autorelate Copy Paste... Manage Program Names

| All | 250 | 315 | 400 | 500 | 630 | 750 | 800 | 1K | 1.25K | 1.6K | 2K | 2.5K | 3.15K | 4K |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|------|-----|------|-------|-----|
| 50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 6 | 11 | 16 | 16 | 16 | 15 |
| 65 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 6 | 10 | 11 | 11 | 10 |
| 80 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 5 | 6 | 6 | 5 |
| CR | 1.0 | 1.1 | 1.1 | 1.2 | 1.3 | 1.4 | 1.4 | 1.4 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.6 | 1.6 | 1.5 |
| MPO | 96 | 98 | 99 | 101 | 102 | 103 | 103 | 105 | 107 | 109 | 111 | 112 | 112 | 113 |

| All | 250 | 315 | 400 | 500 | 630 | 750 | 800 | 1K | 1.25K | 1.6K | 2K | 2.5K | 3.15K | 4K |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|------|-----|------|-------|-----|
| 50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 6 | 11 | 16 | 16 | 16 | 15 |
| 65 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 6 | 10 | 11 | 11 | 10 |
| 80 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 5 | 6 | 6 | 5 |
| CR | 1.0 | 1.1 | 1.1 | 1.2 | 1.3 | 1.4 | 1.4 | 1.4 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.6 | 1.6 | 1.5 |
| MPO | 96 | 98 | 99 | 101 | 102 | 103 | 103 | 105 | 107 | 109 | 111 | 112 | 112 | 113 |

Handles: 6 9 17

Calibrate DFS

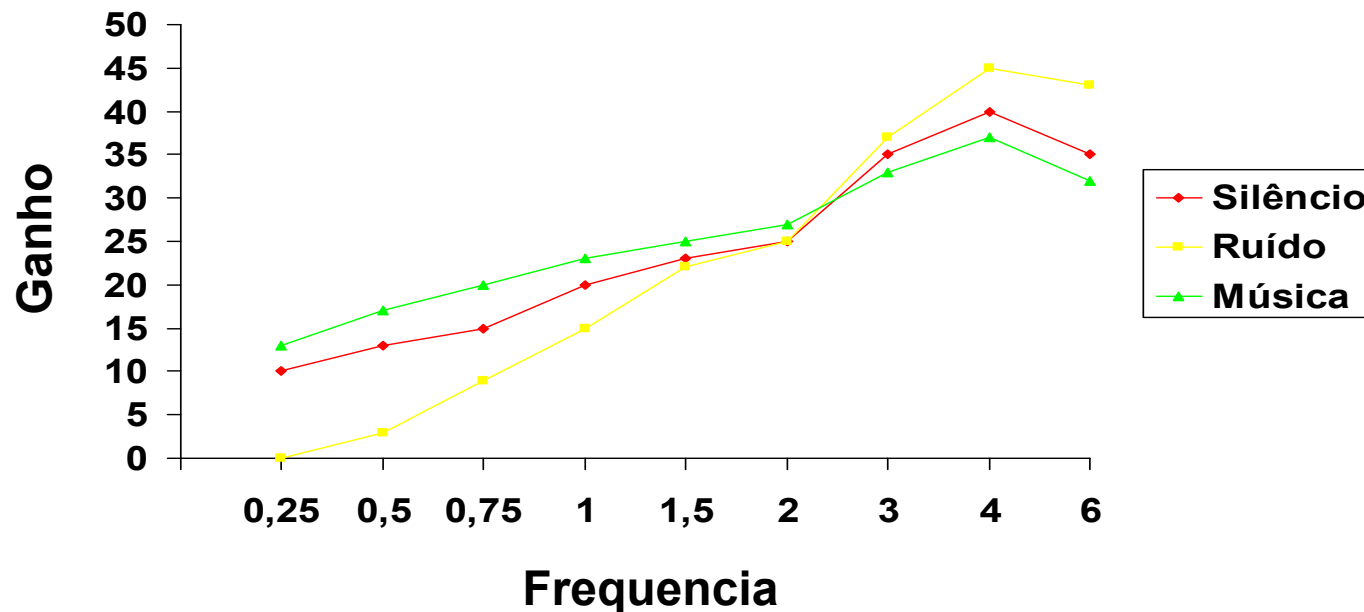
Save

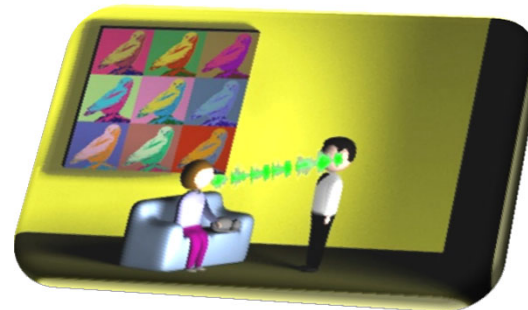
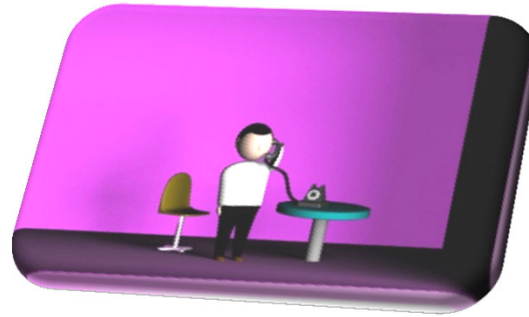
Select Sound

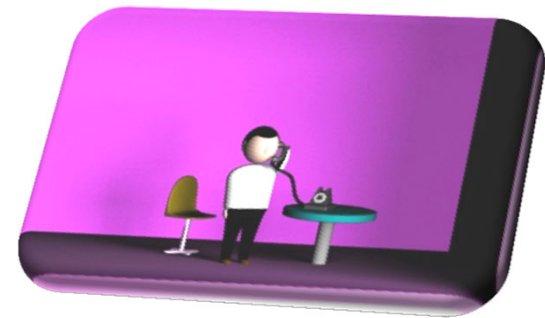
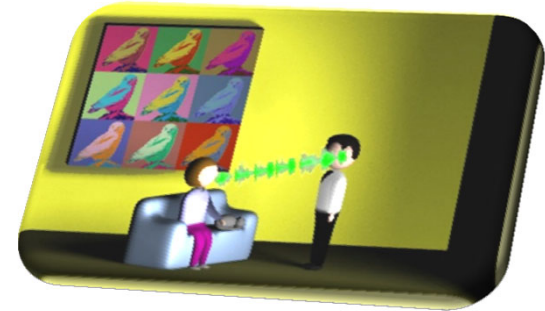
00:00/00:00

Multiplas memórias / programas

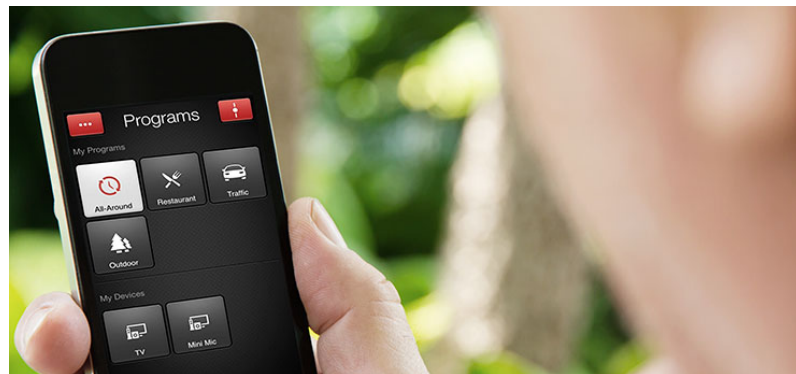
- Necessidades de amplificação variam de acordo com o ambiente (acústica)
- Diferentes programas para diferentes situações.

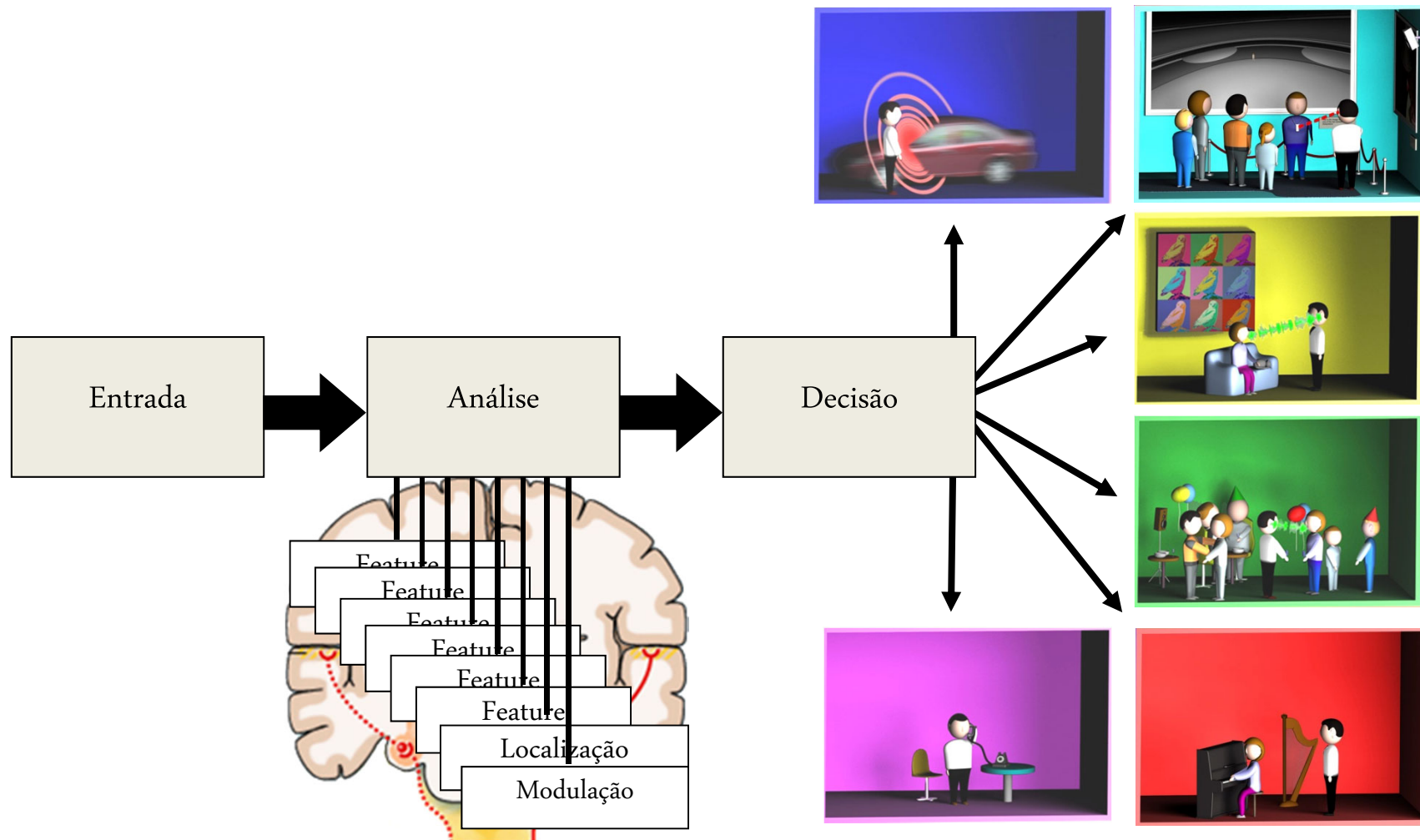






Múltiplas Memórias / Programas





Múltiplos Programas

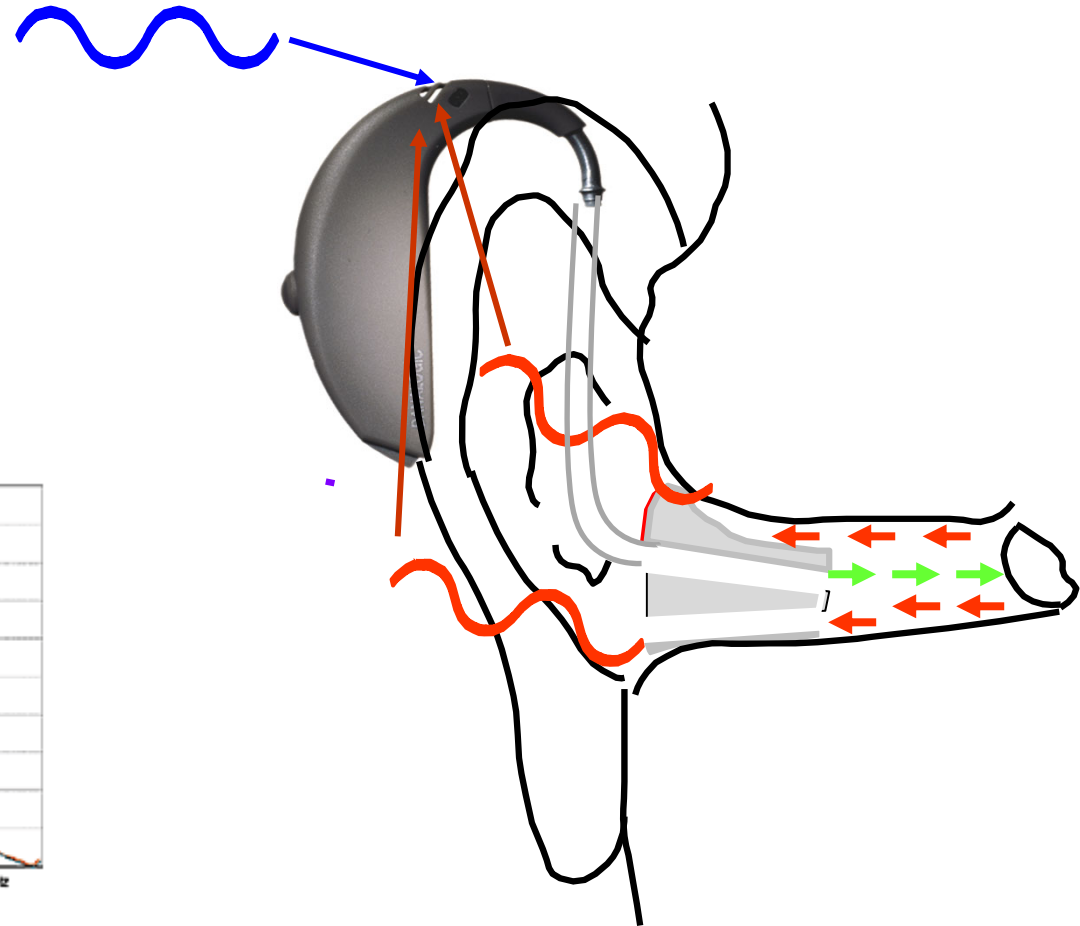
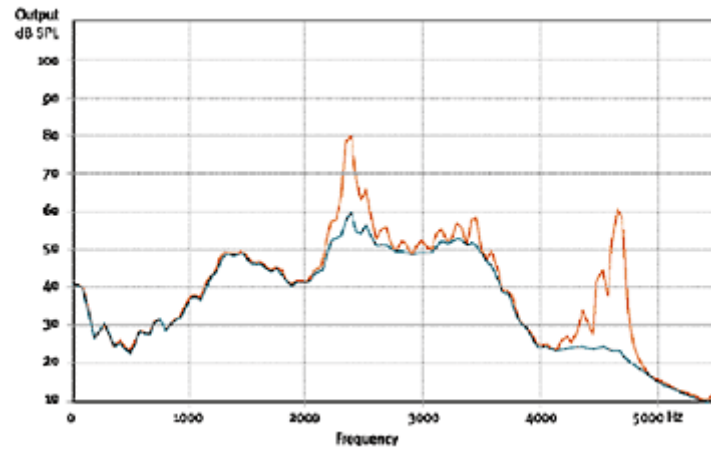
- Seleção de pacientes:
 - Estilo de vida ativo, utiliza AASI em várias situações / ambientes
 - Área dinâmica muito reduzida (por ex: necessitam de programa mais fraco em situações ruidosas)
- Se o programa for acionado pelo paciente: verificar que ele compreende como selecionar a memória correspondente ao ambiente.



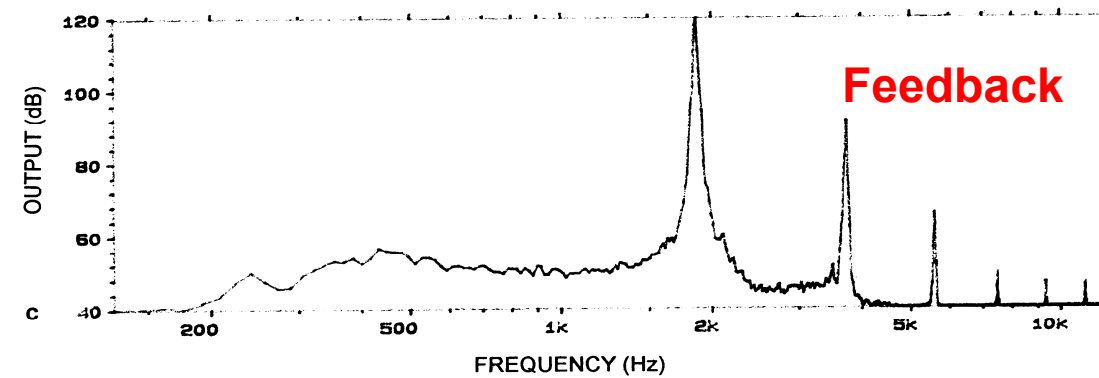
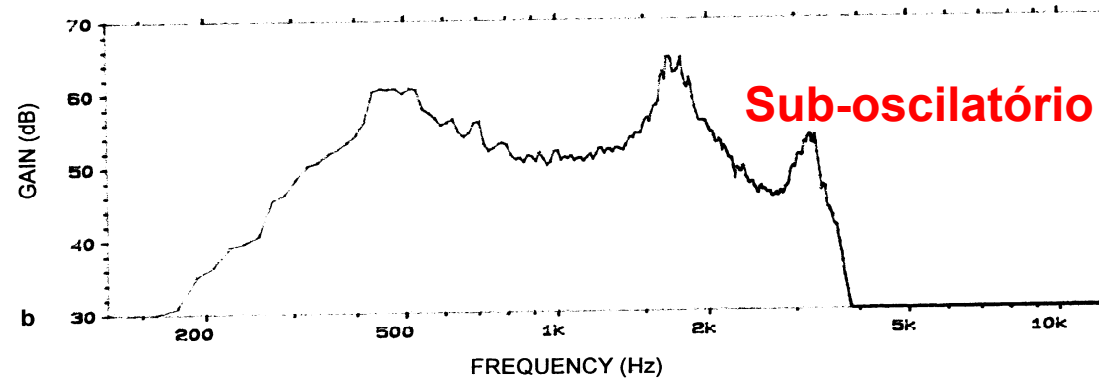
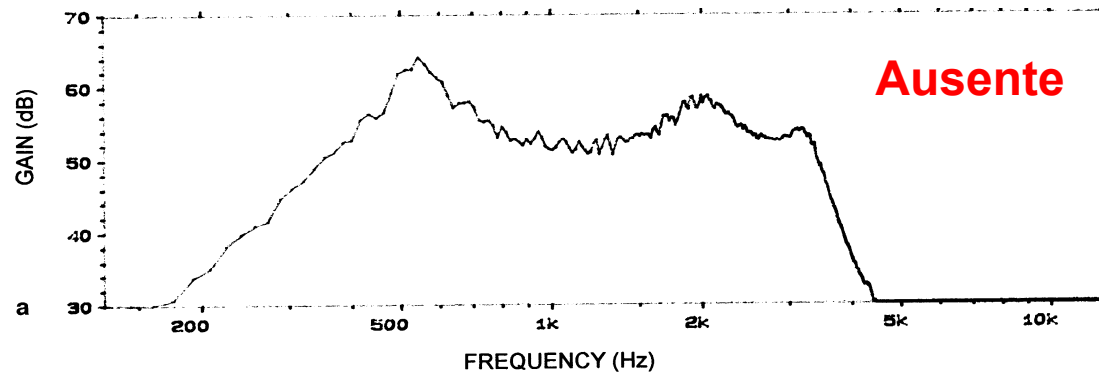
Feedback (Microfonia)

- Acústico
- Mecânico
- Eletromagnético

Feedback acústico



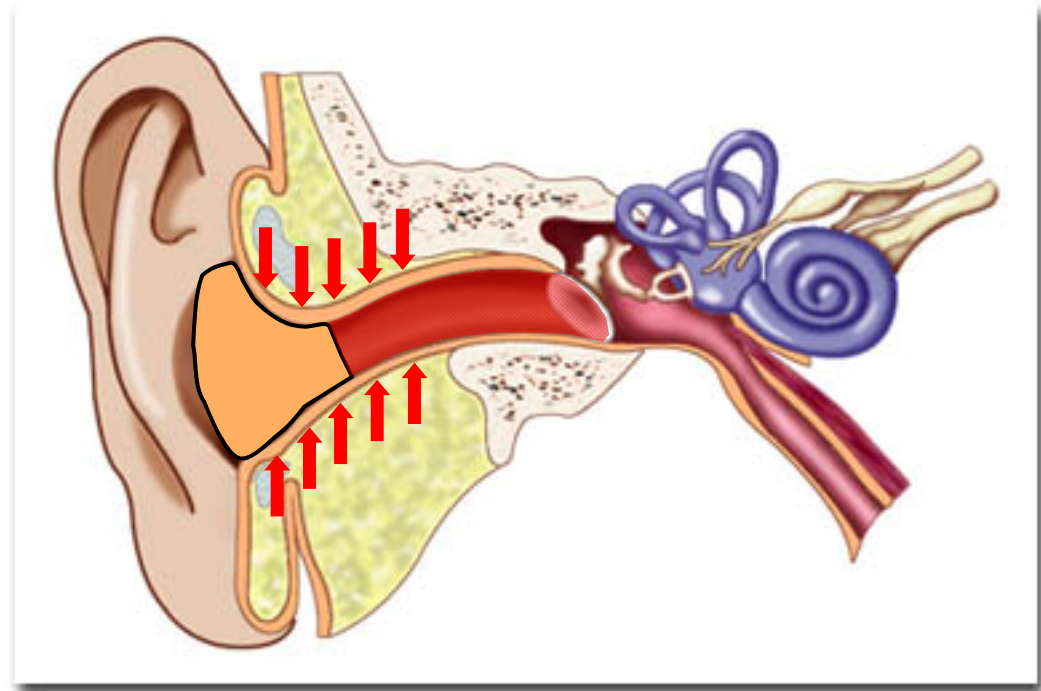
Estágios do feedback



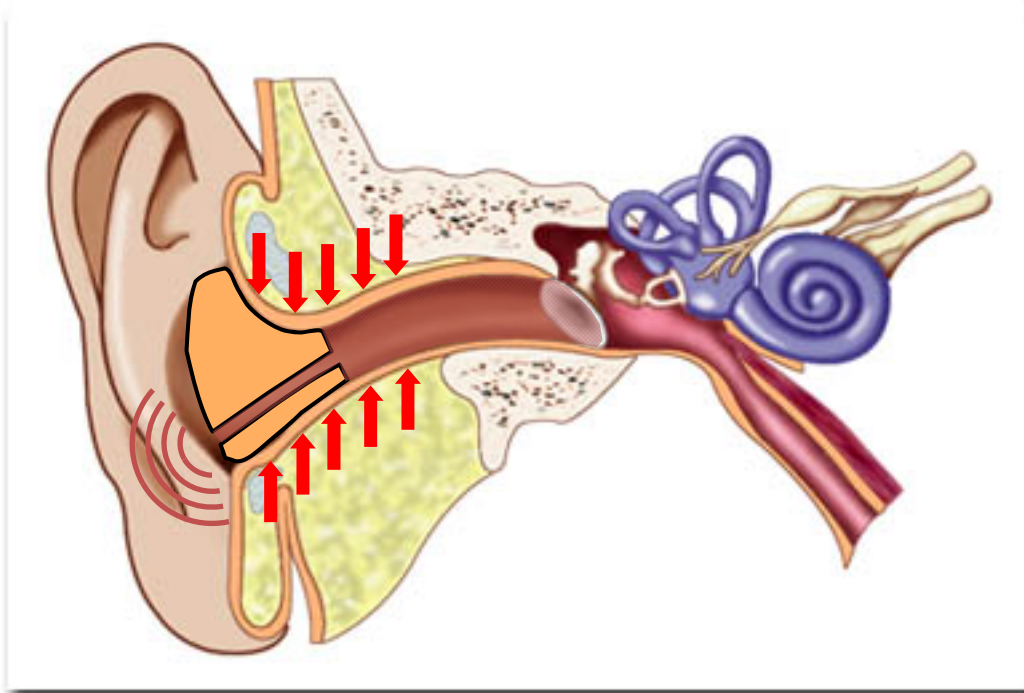
Mesmo sem feedback audível, o sinal já está alterado!

Ventilação x Efeito de Oclusão

- Aumento do NPS de frequência baixa quando o CAE é bloqueado
- Queixa da qualidade da própria voz.

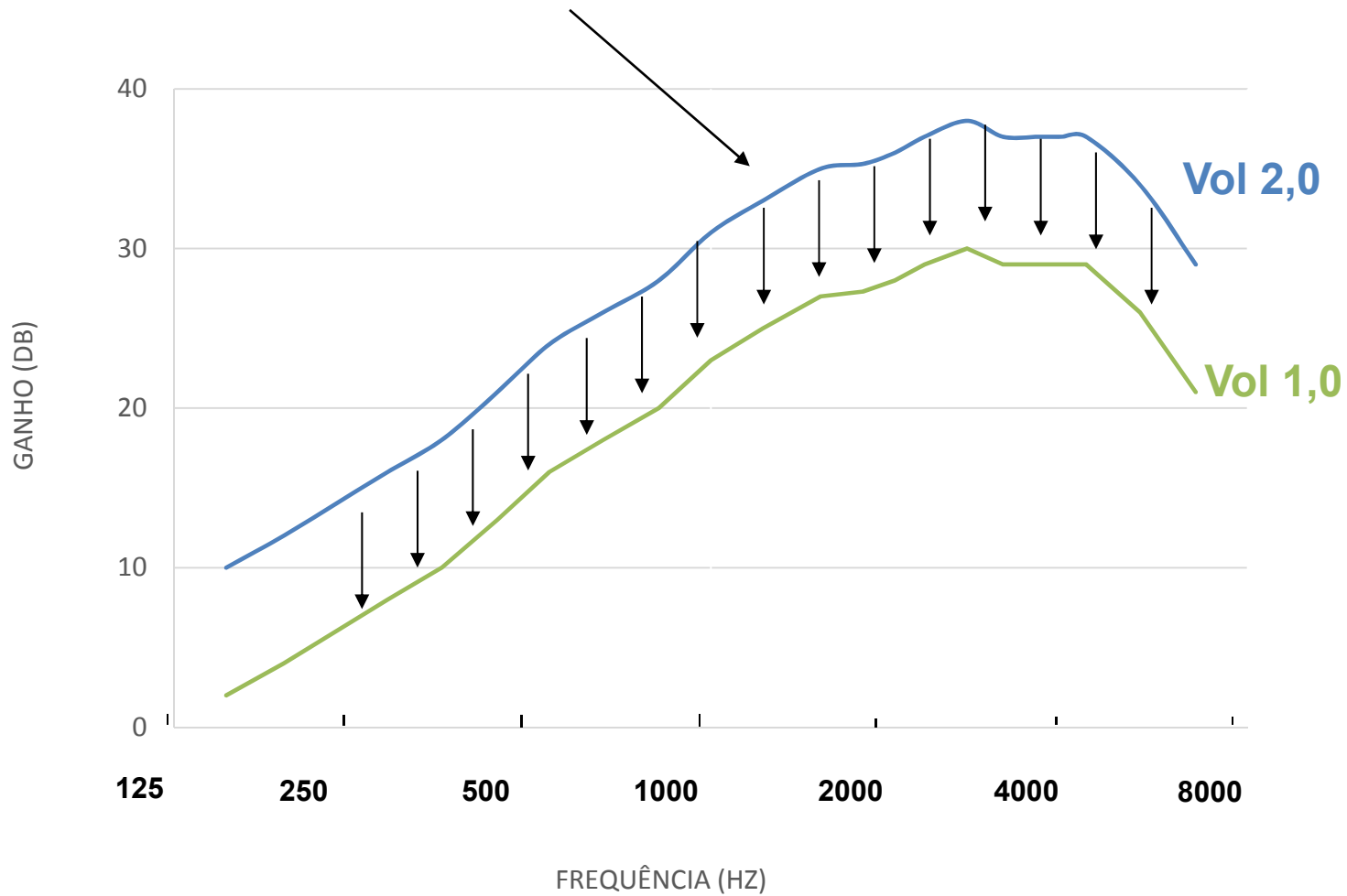


Ventilação x Efeito de Oclusão

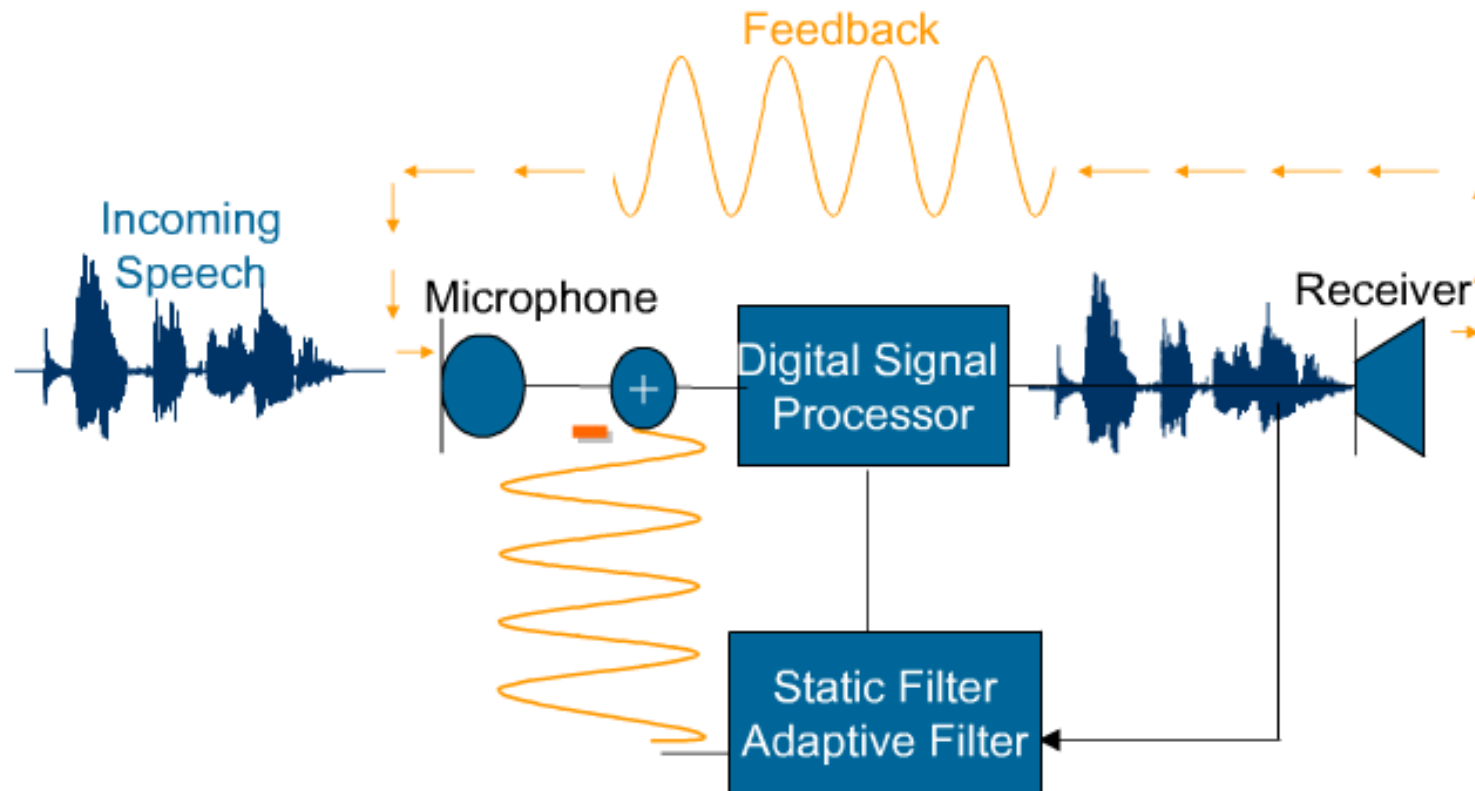


- Ventilação diminui a amplificação de baixa frequência.
- Diminui a oclusão...
- ...mas aumenta risco da microfonia

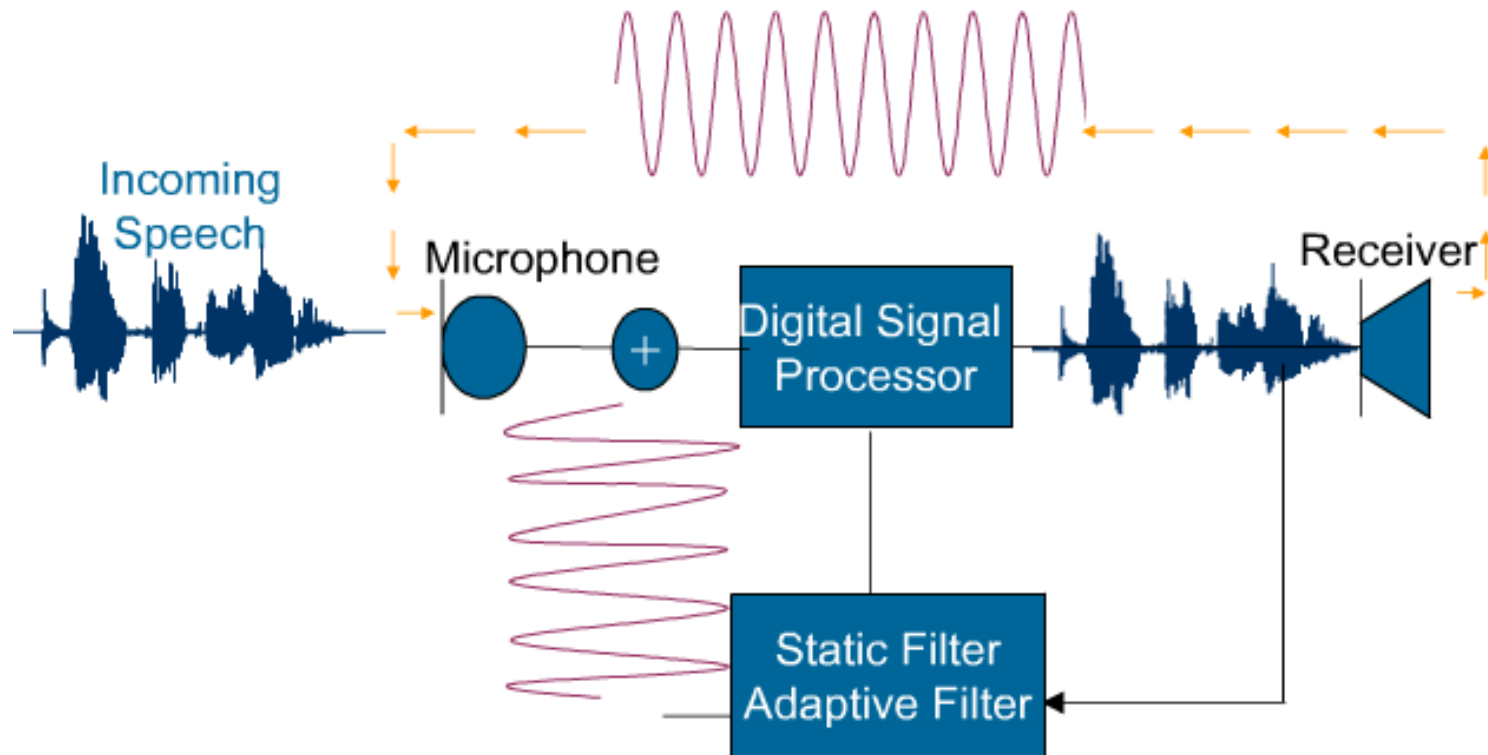
Ganho Desejado



Cancelamento do Feedback

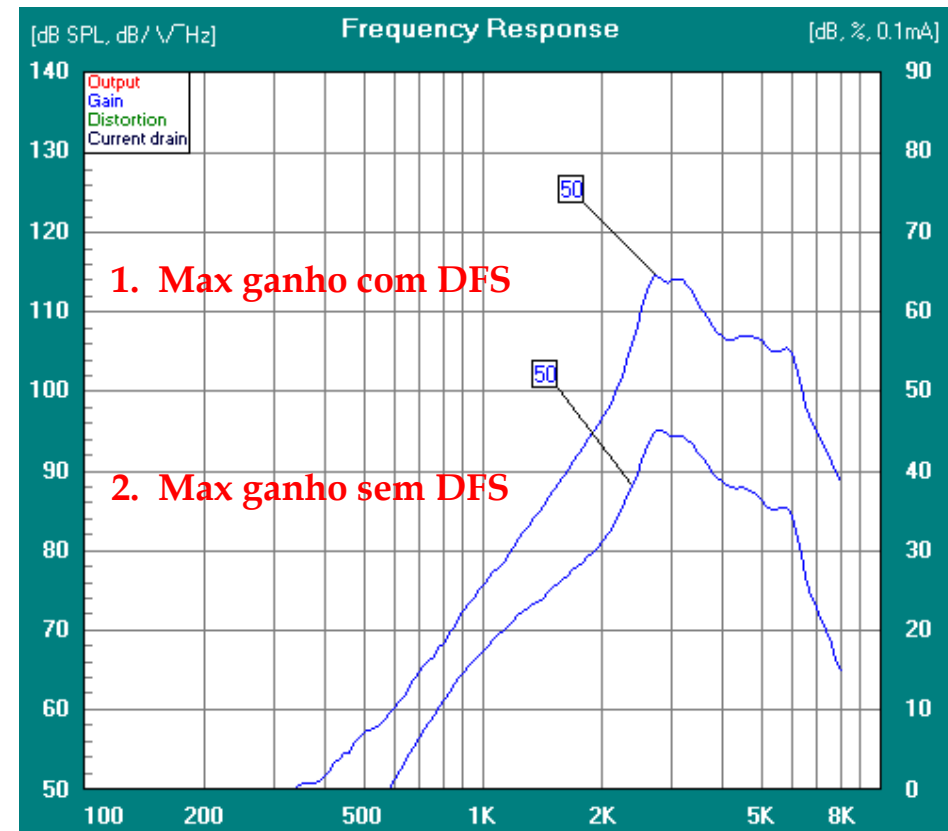


Cancelamento do Feedback

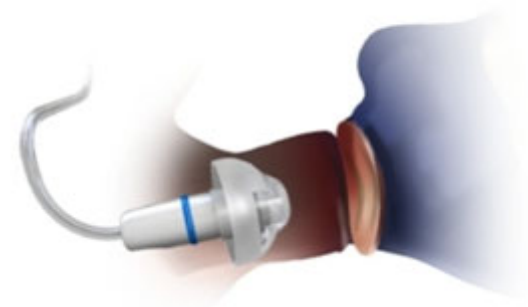


Cancelamento do Feedback

- Propicia aumento do ganho “estável”.
- Não soluciona problemas de um molde ruim...



Adaptações abertas



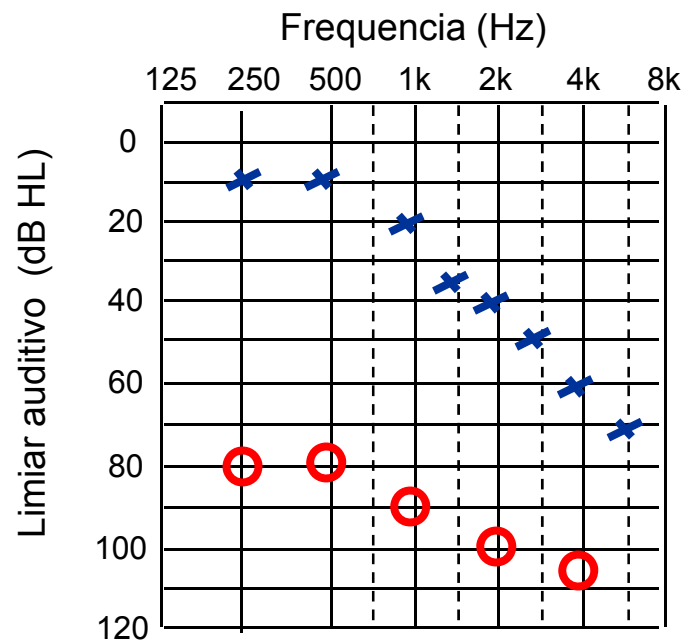
Necessita controle de feedback efetivo

Pergunta

- ▶ PRL, 60 anos, apresenta deficiência auditiva leve a moderada bilateral. Necessita de um molde auricular com ventilação de 2 mm. Para este paciente é desejável escolher um AASI que tenha cancelamento da microfonia.

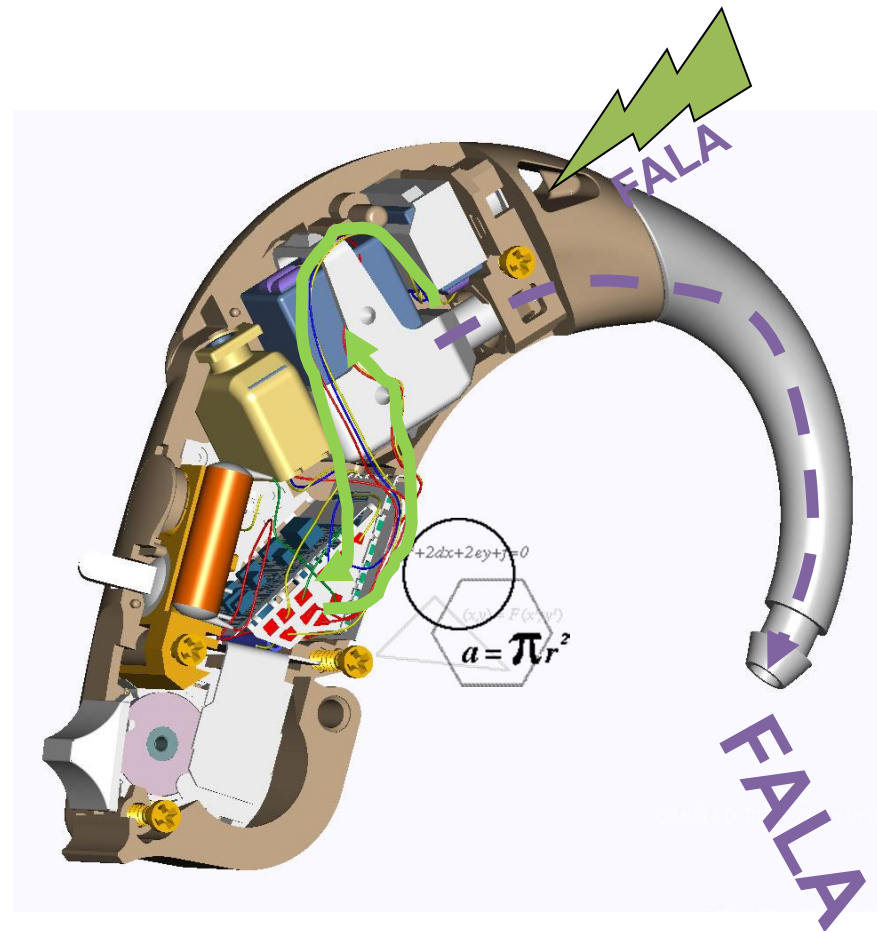


Feedback Acústico (Microfonia)



- ▶ Problemas maiores
 - ▶ Perda profunda
 - ▶ Perda em rampa

Em um mundo ideal....



Redução Digital do Ruído

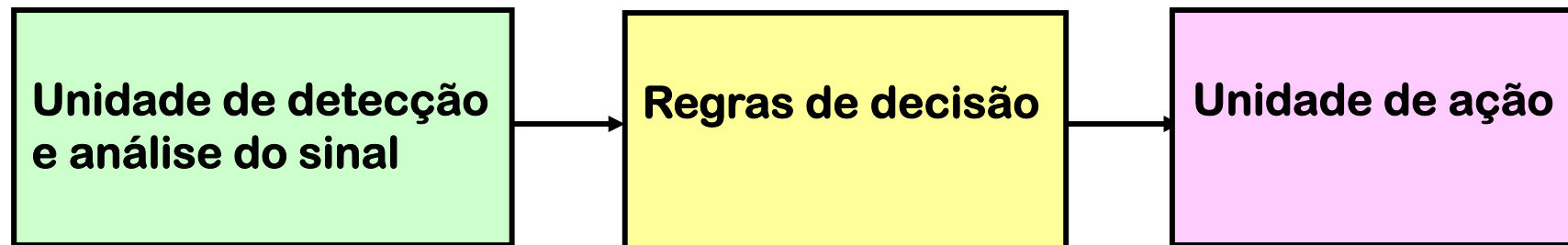
- Redução digital do ruído (Digital noise reduction - DNR) se refere à habilidade do AASI em analisar características do sinal de entrada e determinar se estes sinais se parecem com “fala” ou “ruído” e fazer ajustes na amplificação de acordo com isto.

Redução Digital do Ruído

- ▶ Todos os algoritmos de redução de ruído são de propriedade dos fabricantes.
- ▶ Possuem diferentes métodos de detecção, regras de decisão, constantes de tempo
- ▶ Podem variar em termos de constantes de tempo
 - ▶ Geralmente: tempo de ataque mais longo e tempo de recuperação mais rápido.



Redução Digital do Ruído

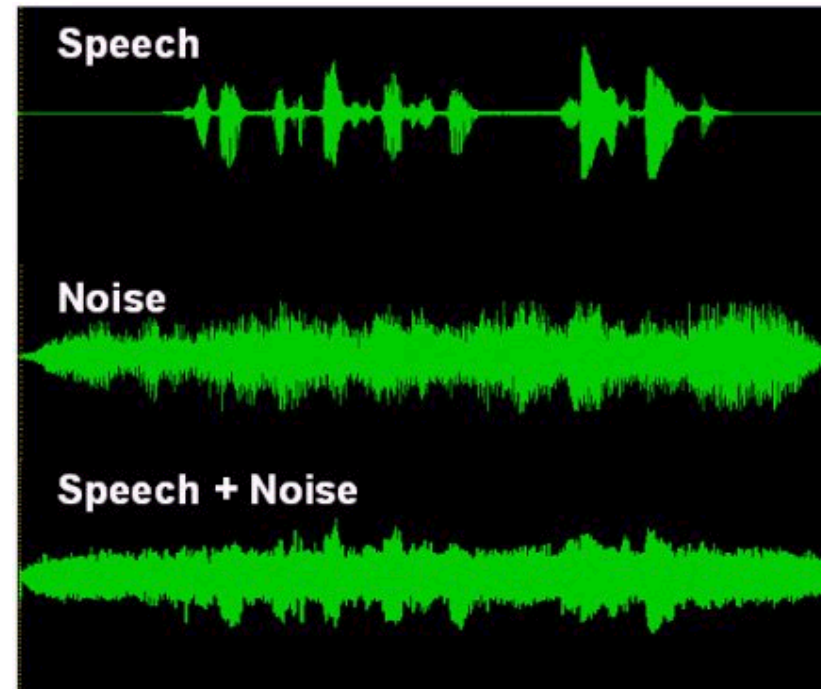


- Um ou vários detectores.
- Observam o sinal em um período de tempo (janela de análise).
- Presença ou ausência de certas características.
- Cálculo de características relevantes

Executam a ação de acordo com a regra de decisão

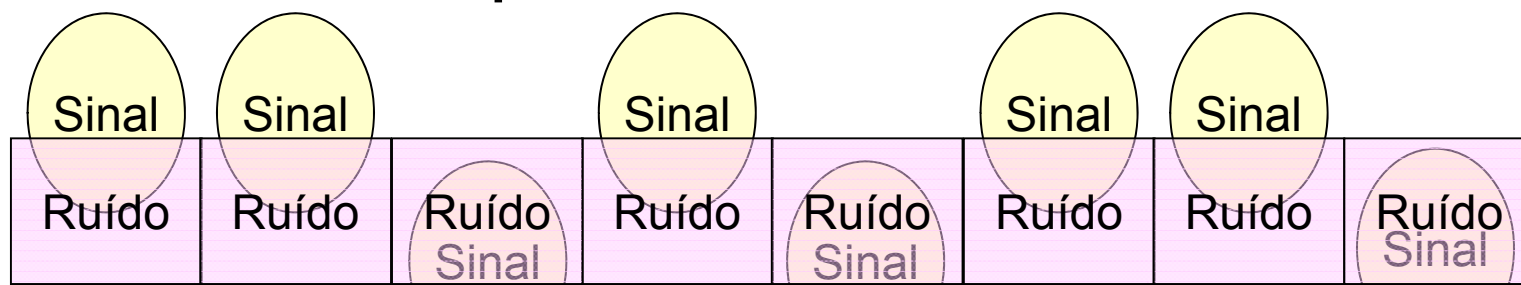
Ex: Detecção de Modulação

- ▶ Variações desta abordagem são aplicadas em diferentes dispositivos.
- ▶ Modulações de amplitude do sinal de entrada são monitoradas.
- ▶ Fala no silêncio:
 - ▶ Modulações relativamente grandes (aproximadamente 15 dB), em uma razão de 3 a 6 Hz.
 - ▶ Padrão de modulação reflete a estrutura silábica da fala (3 a 6 sílabas por segundo).



Tempo →

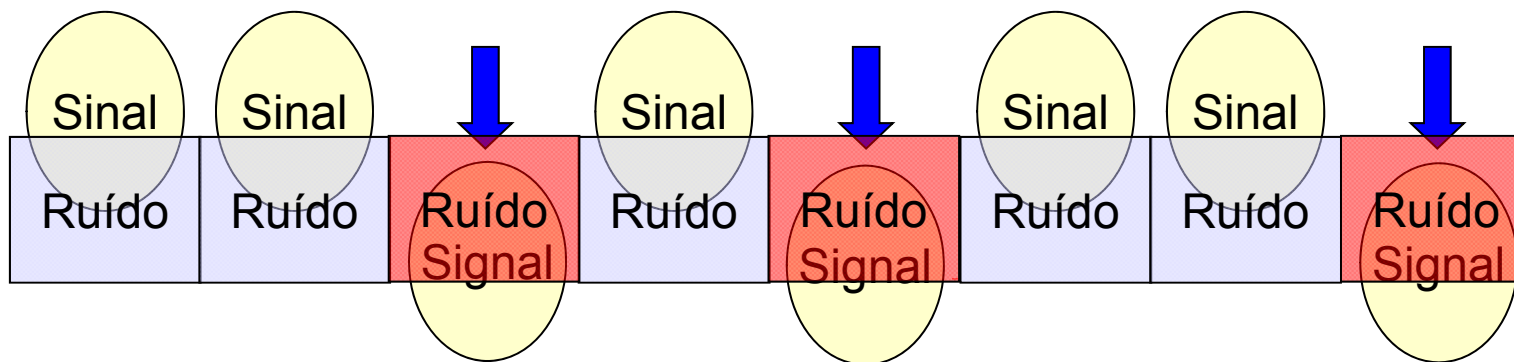
Entrada



Parece...

Sinal Sinal Ruído Sinal Ruído Sinal Sinal Ruído

Saída



Pergunta

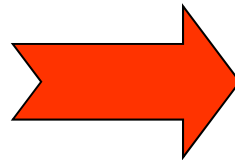
- ▶ JPM apresenta perda auditiva moderada a severa bilateralmente. Sua principal prioridade é a comunicação em ambientes ruidosos (por exemplo: reuniões e almoços de negócios). Por esta razão é necessário que o AASI escolhido tenha um sistema de redução digital do ruído.



Redução Digital do Ruído

Meta Ideal

**REMOVER O SINAL DE
RUÍDO SEM AFETAR O
SINAL DE FALA**



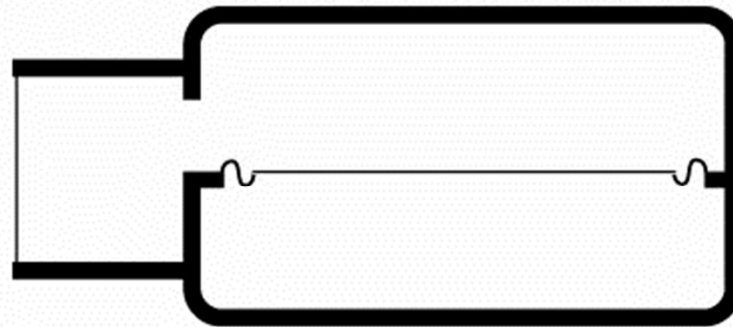
Meta Realista

**AUMENTAR A ACEITAÇÃO
DO AASI EM AMBIENTES
RUIDOSOS**

- Percepção da fala não melhora;
- Conforto auditivo melhora

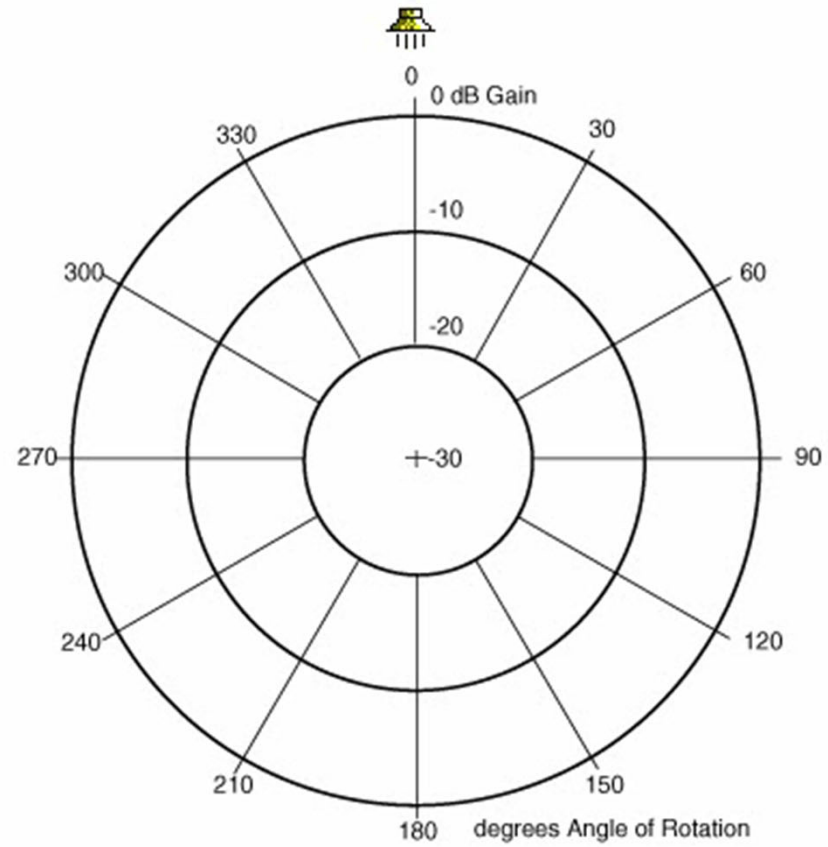
Microfone Omnidirecional

Typical Omnidirectional Microphone



- ▶ Uma única entrada sonora.
- ▶ Saída do AASI é independente do ângulo de incidência do som (em campo livre).

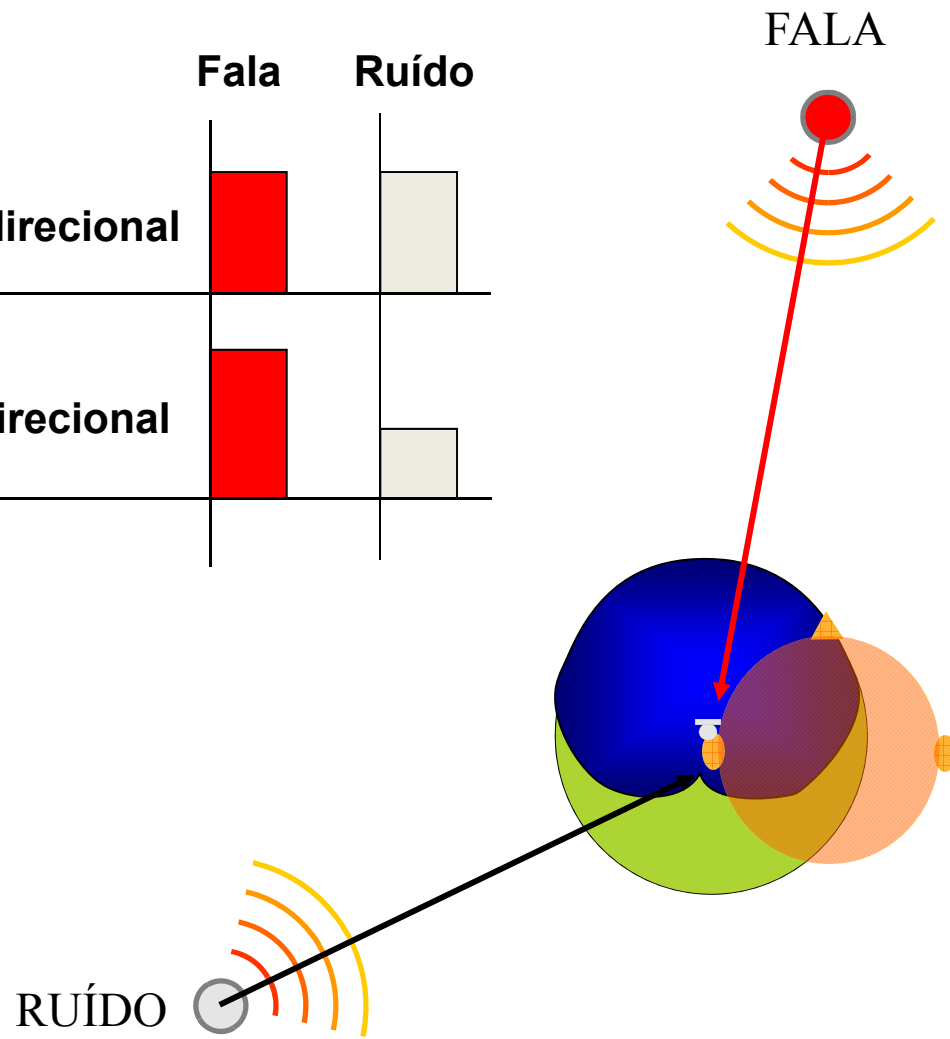
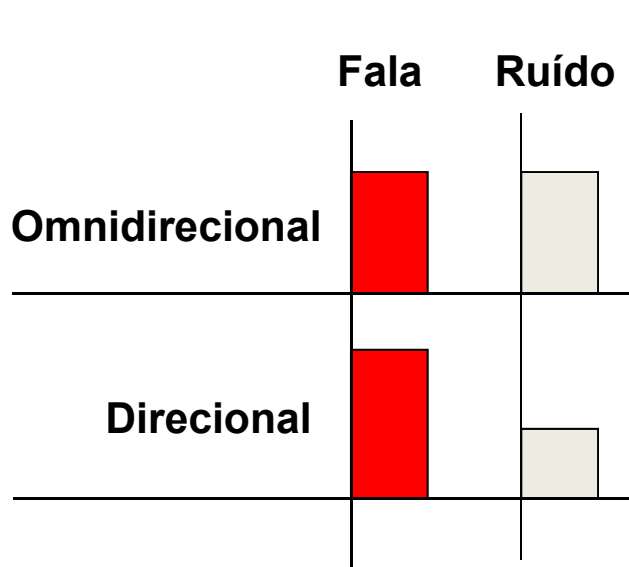
Gráfico Polar



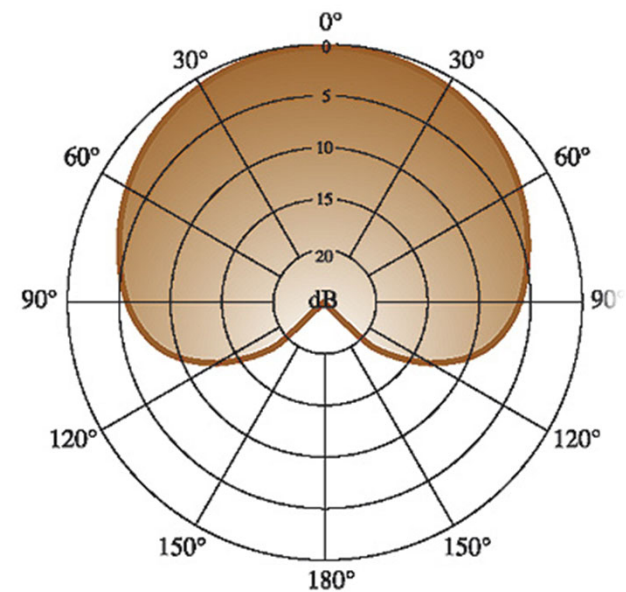
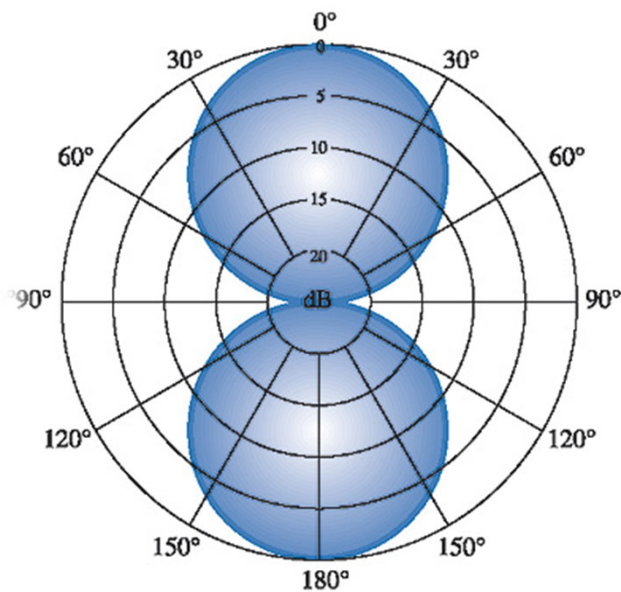
Premissa dos Mic Direcionais

- Fala é o sinal de maior interesse para o usuário de AASI.
 - Geralmente é um sinal que incide na frente do usuário.
- Sinais provenientes de outras direções geralmente são “ruídos de fundo.”
- Melhora da relação S/R: sinal proveniente da frente deve ser mais perceptível.





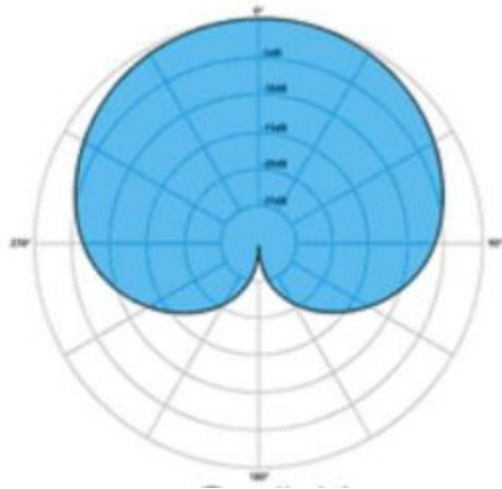
Microfone Direcional



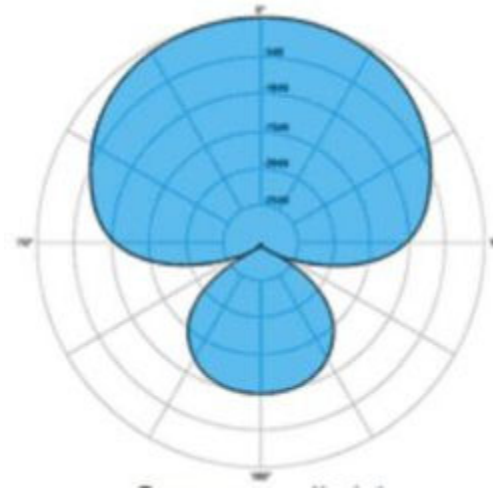
- ▶ Saída do AASI é dependente do ângulo de incidência do som.
- ▶ Sensibilidade maior para sons incidentes da frente.
- ▶ Diferentes formas de implementação.

Padrões polares mais comuns

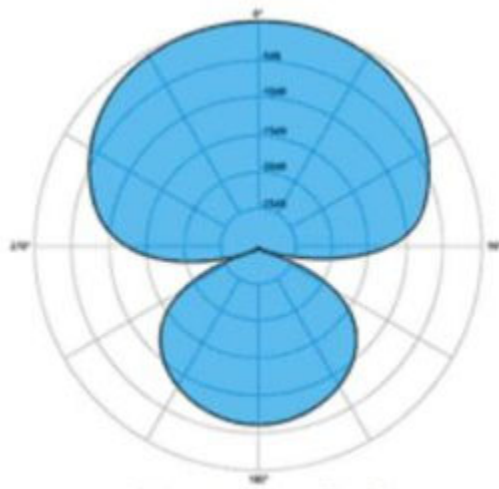
Cardióide
(DI = 4,8 dB)



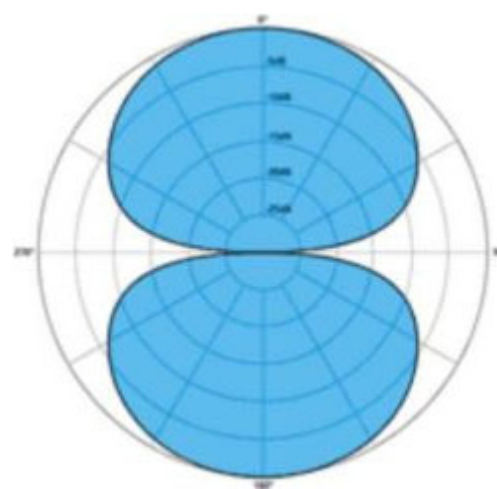
Supercardióide
(DI = 5,7 dB)



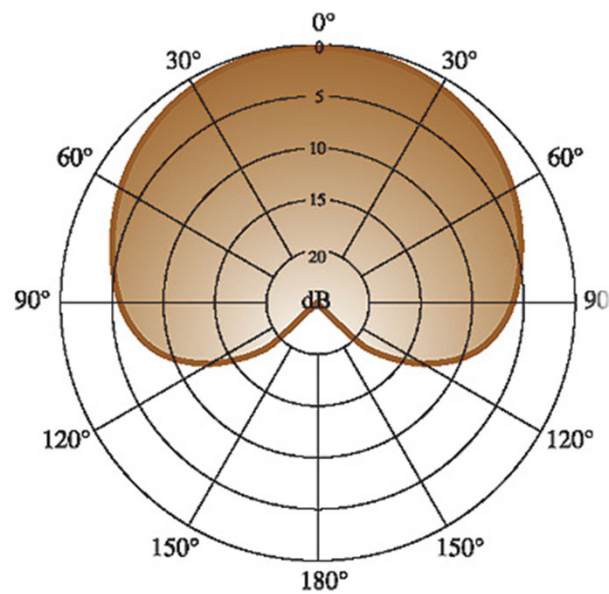
Hipercardióide
(DI = 6 dB)



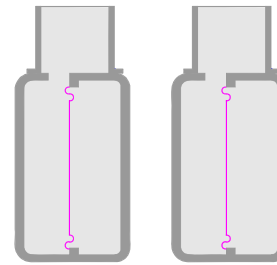
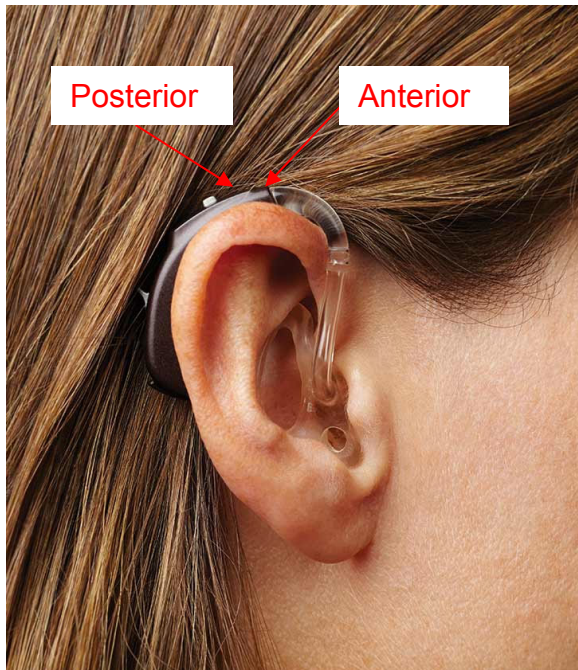
Bi-direcional
(DI = 4,8 dB)



Microfone Direcional Padrão Polar Cardióide

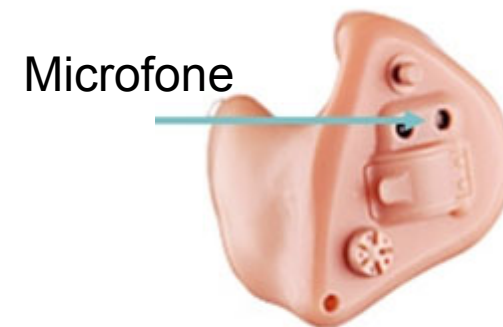


Direcionalidade nos AASI

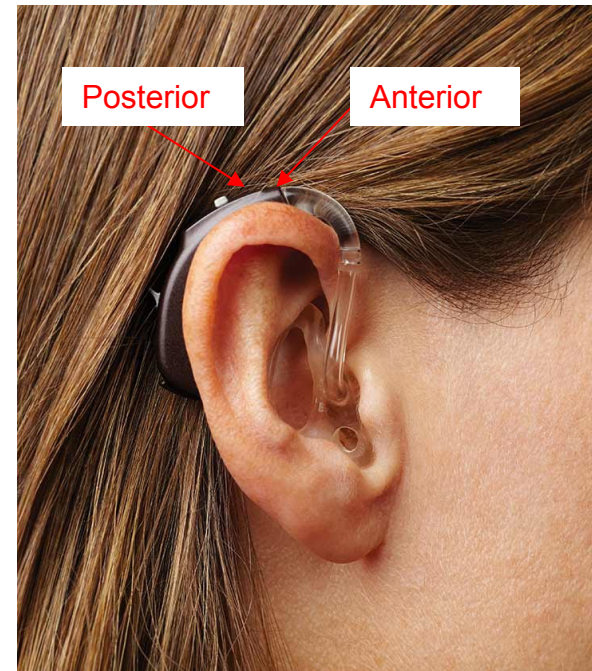
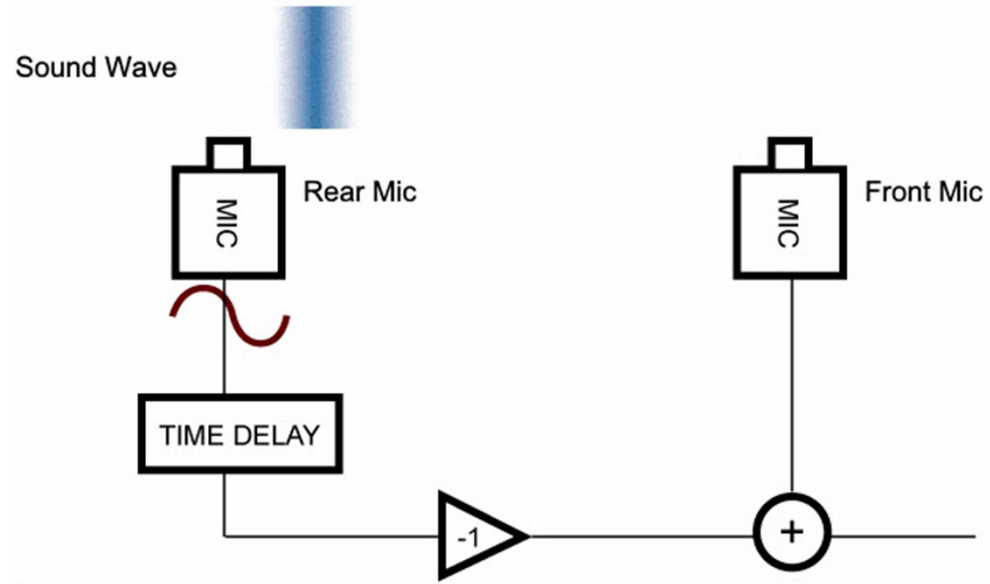


- A maioria dos AASIs direcionalidade é obtida ao usar dois microfones omnidirecionais idênticos (microfones duais)
- Atraso elétrico e somatória das ondas para cancelamento do sinal do microfone posterior

Direccionalidade nos AASI

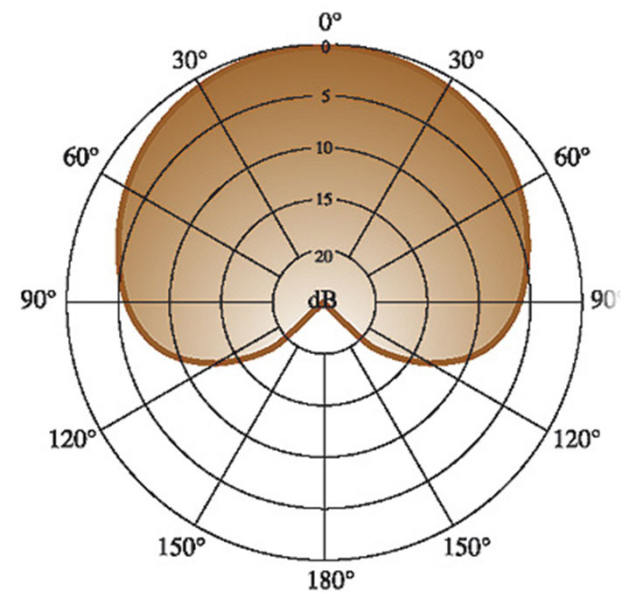
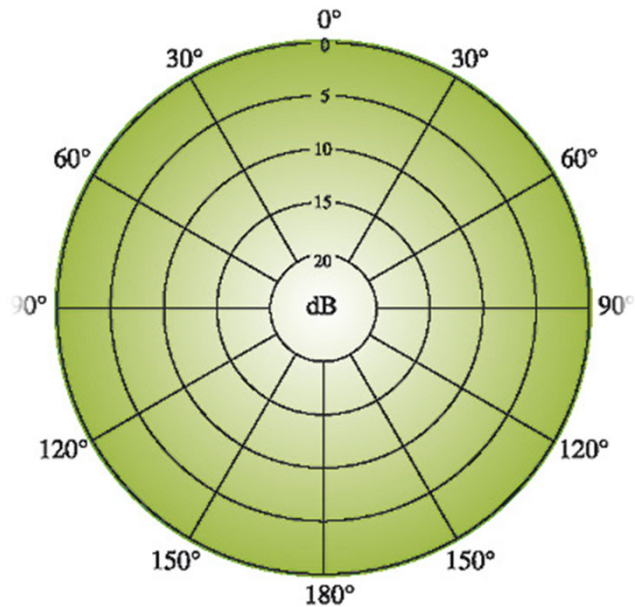


Multi-Mic Directional System



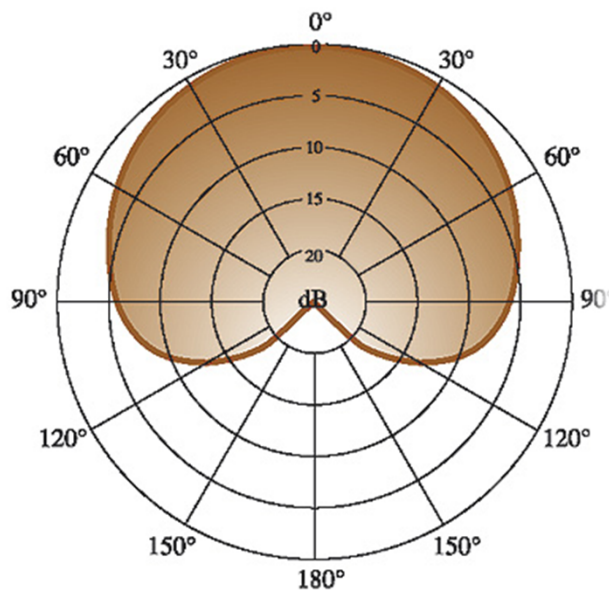
Microfones Duais

- Dois microfones omnidirecionais idênticos
- Funcionam como omnidirecionais ou direcionais
- Ativação automática ou manual

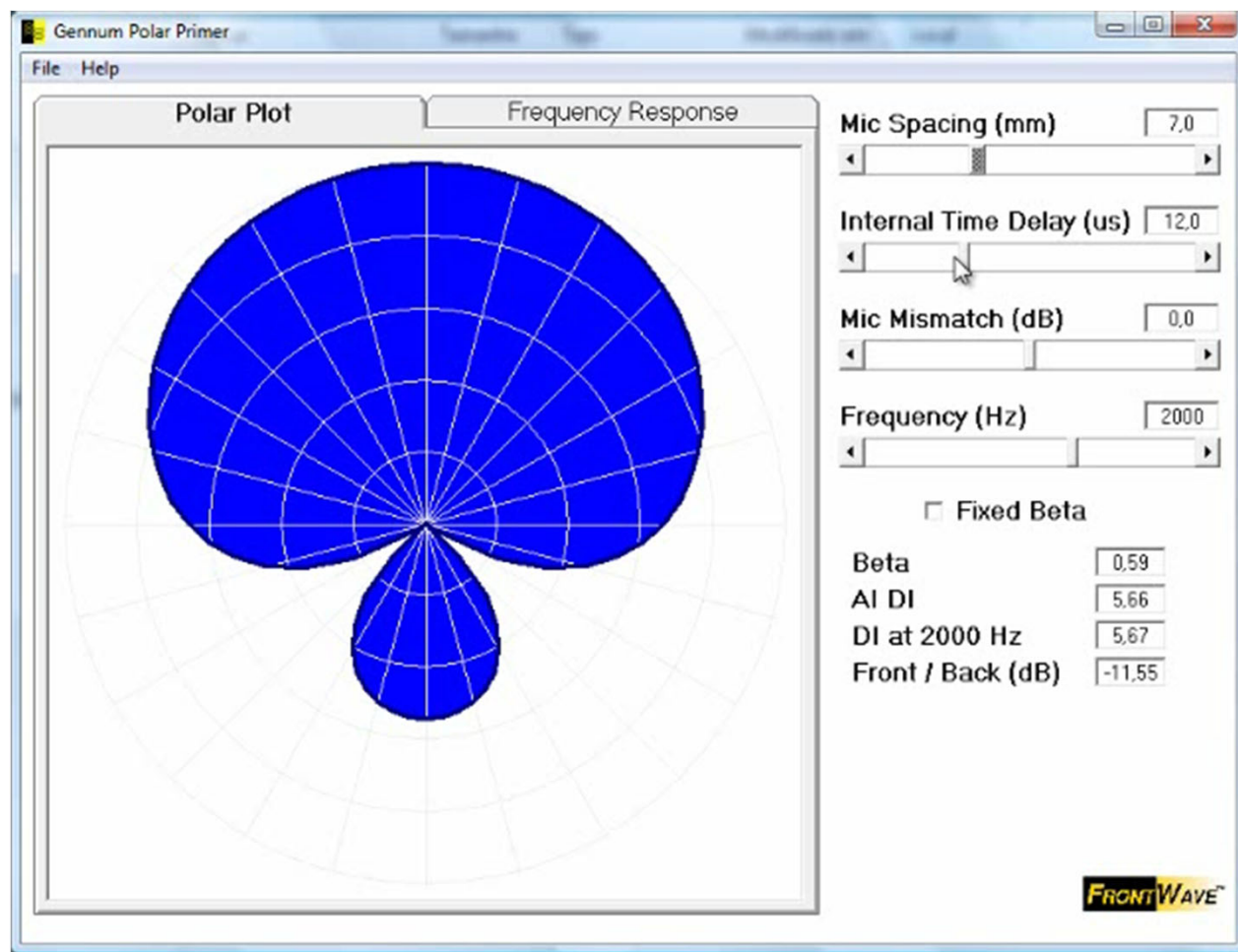


Direcionalidade fixa x Adaptativa

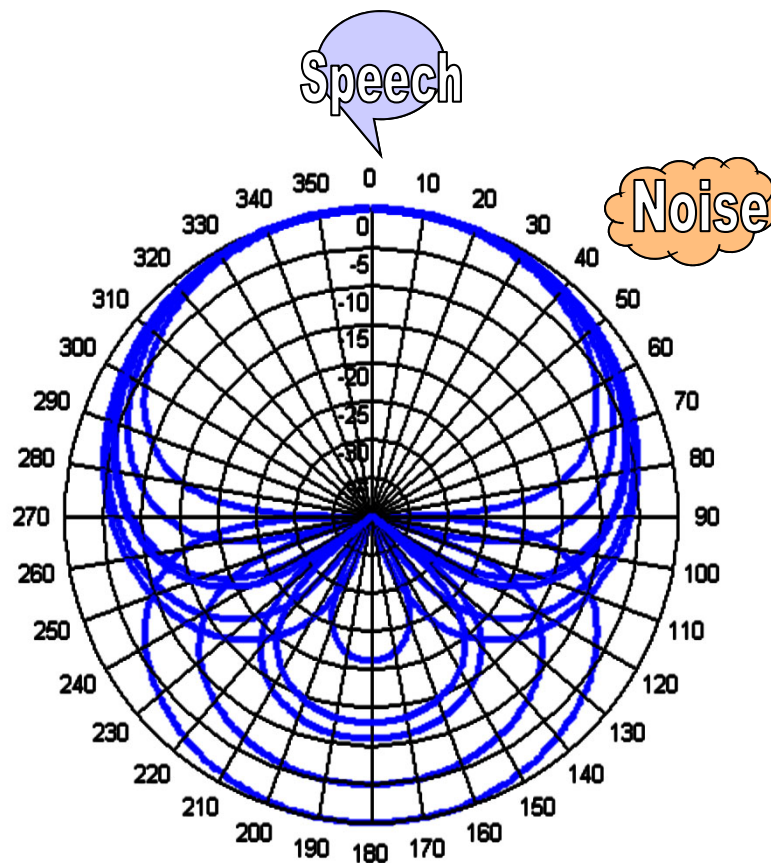
Hipercardióide



- Fixa
- Uma vez que a direcionalidade é ativada, o padrão polar não se altera.



Direcionalidade Fixa x Adaptativa

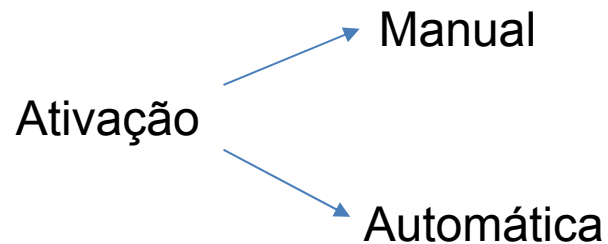


Adaptativa

O sistema adapta o atraso interno para direcionar que a menor sensibilidade seja atingida no ângulo onde está a fonte de ruído

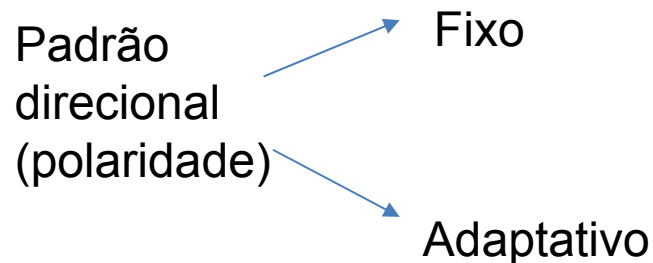
- Fala: 0°
- Ruído: $45 \rightarrow 225^\circ$
- Relação S/R = 0 dB

Direcionalidade



O usuário seleciona se o aparelho funciona como omnidirecional ou direcional (por exemplo – aperta um botão)

O próprio AASI seleciona automaticamente entre o modo omnidirecional e direcional na dependência da acústica do ambiente.



O padrão polar não se modifica (será sempre cardioide ou supercardióide ou bidirecional etc).

O padrão polar se modifica automaticamente na dependência do ângulo de incidência da fonte de ruído predominante.

**BENEFÍCIO
PARA O
PACIENTE?**



Efetividade comprovada!

- O uso do microfone direcional é uma estratégia cientificamente comprovada para melhorar a relação sinal/ruído e, desta forma, melhorar o desempenho de percepção da fala do paciente nestas situações.



Exemplos de pesquisas que mostram a melhora da relação sinal/ruído S/R

- Valente et al., 1995
- Comparação de microfone omnidirecional x direcional: melhora na relação S/R de 1,1 dB (estatisticamente significativo)
- Park et al. 2015
- Comparação de microfone omnidirecional x direcional: melhora na relação S/R de 2,1 a 2,8 dB (estatisticamente significativo)

IMPORTANTE: 1 dB de melhora na relação S/R equivale a 6 a 10% de melhora no reconhecimento de fala.



O benefício que o microfone direcional fornece depende...

- Índice de direcionalidade (DI) do microfone direcional
- Acústica do ambiente
 - Benefício cai em ambientes reverberantes
- Característica do molde auricular
 - Benefício cai quando utilizado ventilações muito grandes (ou “adaptação aberta”)
- Distância relativa entre falante e ouvinte;
- Localização do ruído em relação ao ouvinte;
- Outros fatores...

(Beck, 1983; Hawkins and Yacullo, 1984; Gravel *et al.*, 1999; Kuk *et al.*, 1999; Nielsen e Ludvigsen, 1978; Preves *et al.*, 1999; Ricketts, 2000; Ricketts e Dhar, 1999; Studebaker *et al.*, 1980; Valente *et al.*, 1995; Wouters *et al.*, 1999).