

Sistemas de Limitação da Saída do AASI

Profa. Dra. Deborah Ferrari

Curso de Fonoaudiologia FOB USP
2022



Vamos lembrar?



O que é a saída do AASI?

Saída do AASI



Entrada	+	Ganho	=	Saída
40 dB NPS	+	50 dB	=	90 dB NPS
50 dB NPS	+	50 dB	=	100 dB NPS

O que é a saída máxima do AASI?

Saída máxima

Máximo nível de pressão sonora que o AASI consegue produzir.

Seleção da saída máxima deve ser baseada no limiar de desconforto do indivíduo

Saída Máxima (SPL90, SSPL90, MPO)

Saída máxima do AASI = 120 dB NPS

Ganho + Entrada = Saída (NPS)

50 + 40 = 90 dB

50 + 50 = 100 dB

50 + 60 = 110 dB

50 + 70 = 120 dB

Atingiu a saída máxima

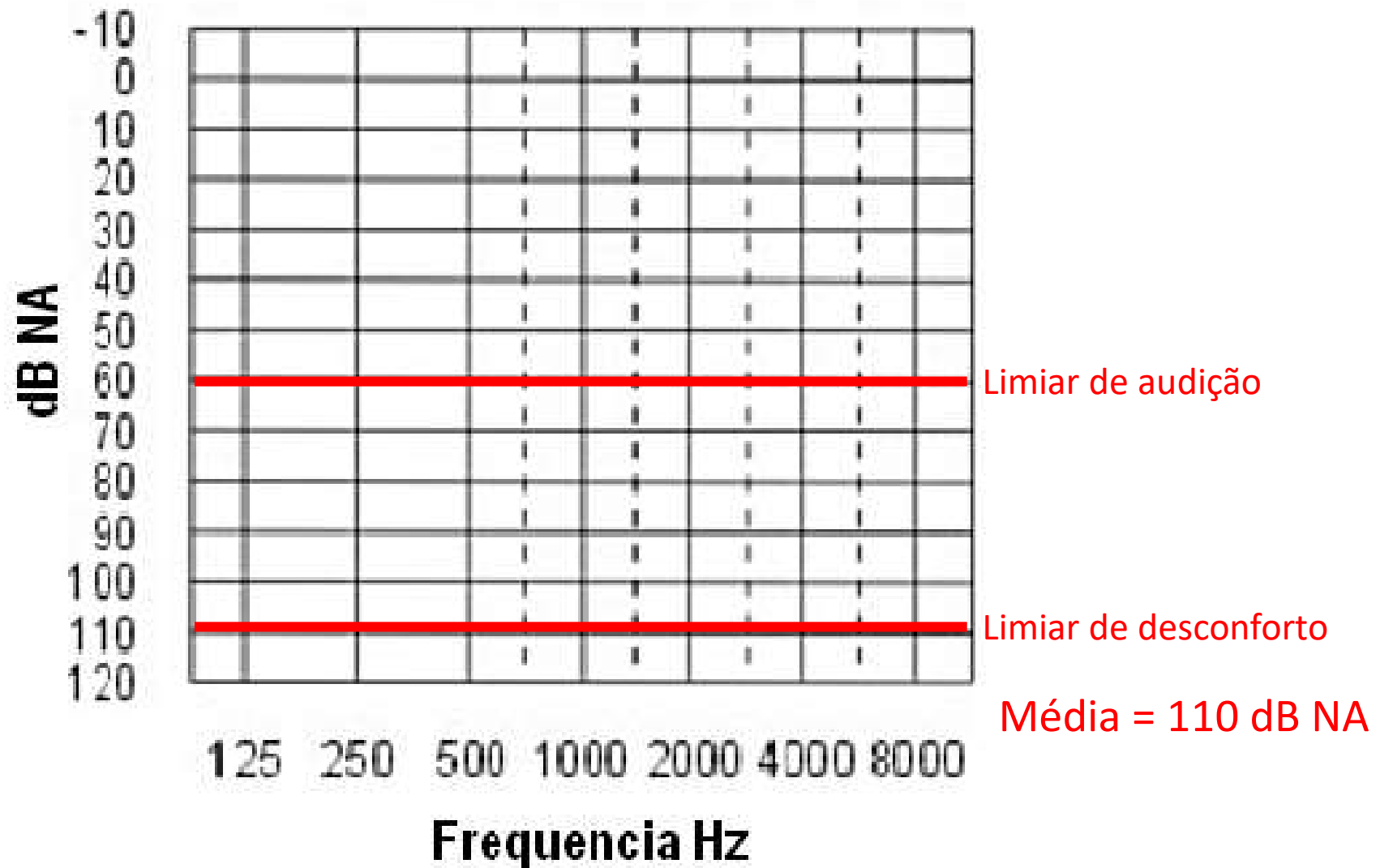
50 + 80 = 120 dB

Aumento do nível de entrada
não causa aumento
subsequente da saída!

Saturação

- Quando o nível do sinal de entrada, somado com o ganho, excede a saída máxima, diz-se que o aparelho entrou em “saturação”.

Exemplo: Deficiência Auditiva Sensóroneural



Saída máxima acima do limiar de desconforto

- Rejeição do AASI;
- Uso do AASI com volume reduzido;
- Uso apenas em ambientes silenciosos;
- Perda adicional da audição.

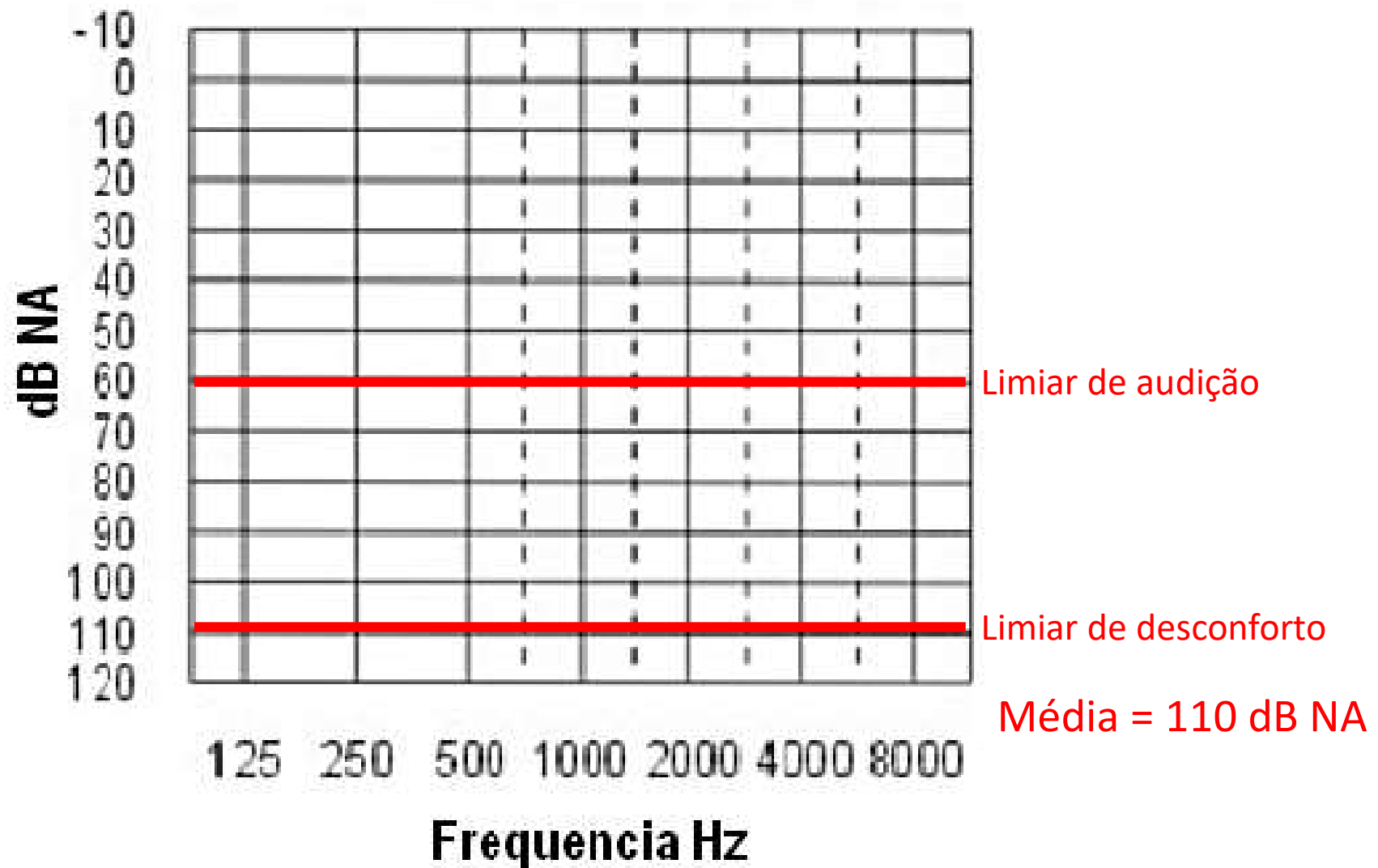
HALL & MUELLER, 1998

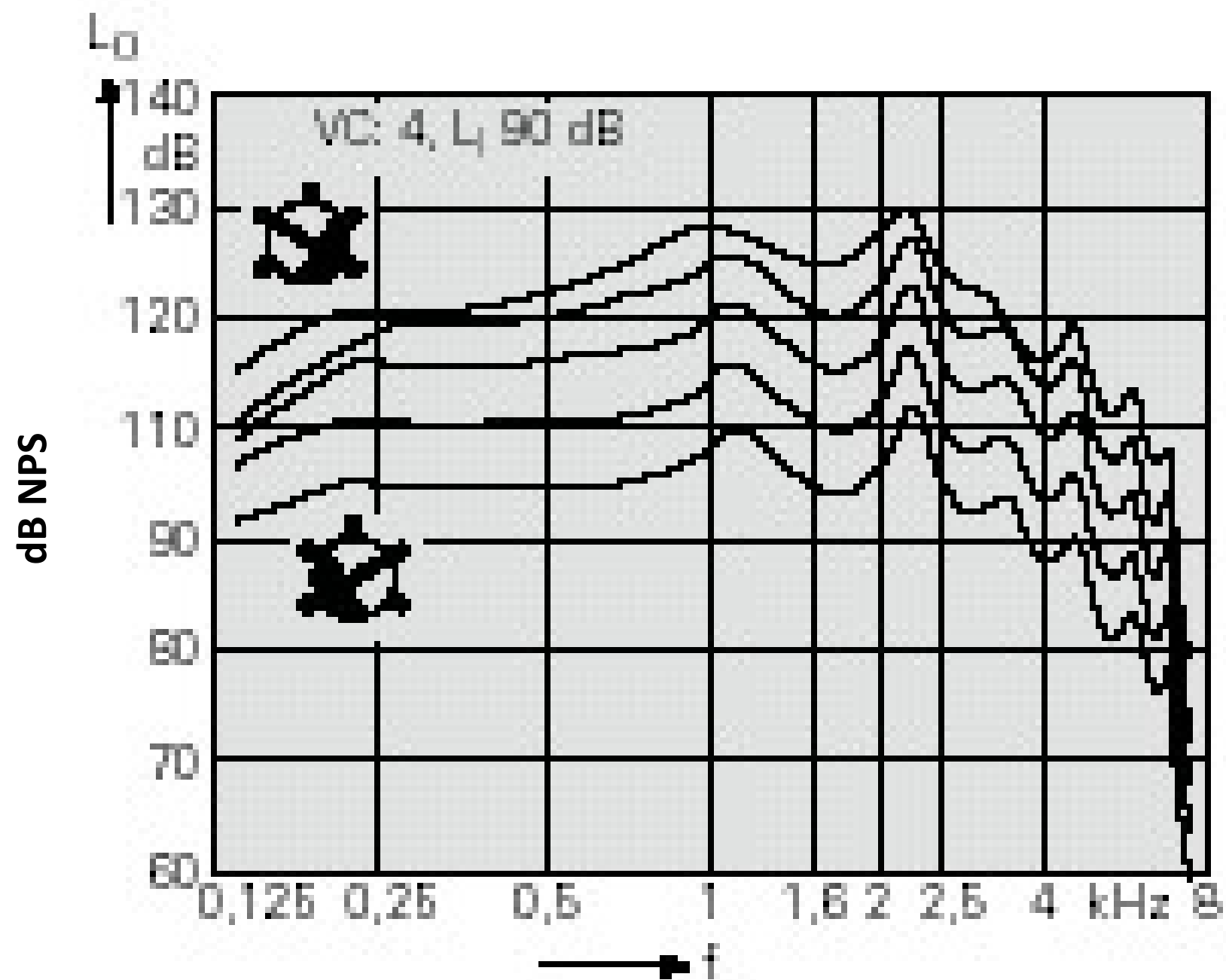
Saída máxima muito abaixo do limiar de desconforto

- Área dinâmica desnecessariamente reduzida;
- Efeito de batimento;
- Distorção;
- Perda da audibilidade de alguns sons da fala.

HALL & MUELLER, 1998

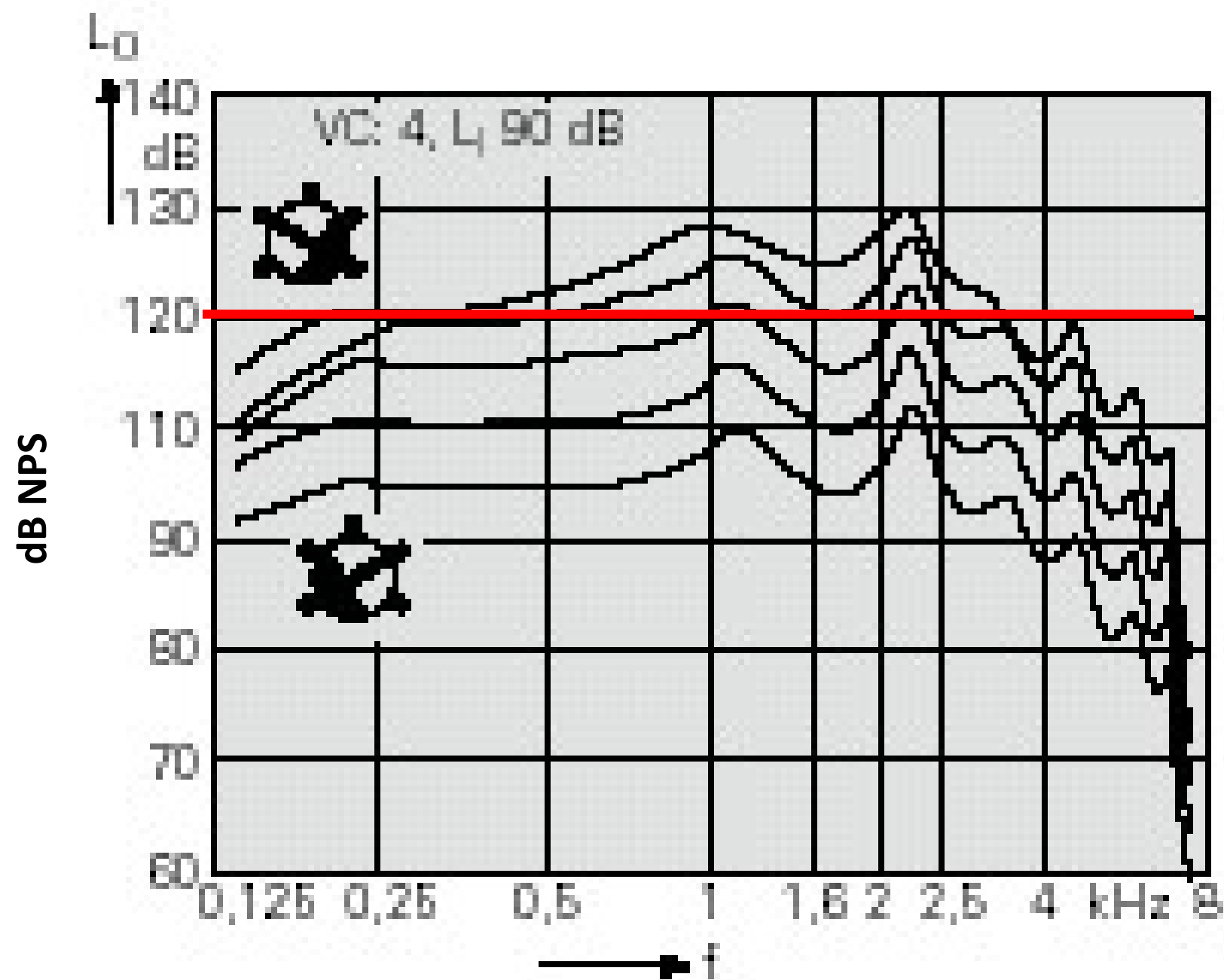
Exemplo: Deficiência Auditiva Sensóroneural





Conversão dB NA para dB NPS

- 110 dB NA = 120 dB NPS



Vamos lembrar?



Resumindo...

- O ajuste da saída máxima (MPO) do AASI é de extrema importância para garantir:
 - Que os sons fortes não sejam desconfortáveis,
 - Que não haverá risco de perda auditiva adicional para o paciente
 - Que a utilização da área dinâmica de audição do paciente será ampliada e otimizada.
- A saída máxima do AASI deve ser definida logo abaixo do nível de desconforto (UCL).

Como é medido o UCL?

Contour Test

- CATEGORIAS DE LOUDNESS
 - 7. DESCONFORTAVELMENTE FORTE
 - 6. FORTE, MAS BOM
 - 5. CONFORTÁVEL, MAS UM POUCO FORTE.
 - 4. CONFORTÁVEL
 - 3. CONFORTÁVEL, MAS UM POUCO FRACO
 - 2. FRACO
 - 1. MUITO FRACO

Cox, RM, Alexander,GC, Taylor, IM, and Gray, GA. "The Contour Test of loudness perception". Ear and Hearing, 18: 388-400 (1997).

	FREQUENCY															
	Hz				Hz				Hz				Hz			
HL	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
120																
115																
110																
105																
100																
95																
90																
85																
80																
75																
70																
65																
60																
55																
50																
45																
40																
35																
30																
25																
20																
15																
10																
5																
0																

HL to HA-1 SPL corrections: 250=+16, 500=+9, 1K=+4, 2k=+7, 3k=+6, 4k=+2.

Exemplos de avaliação

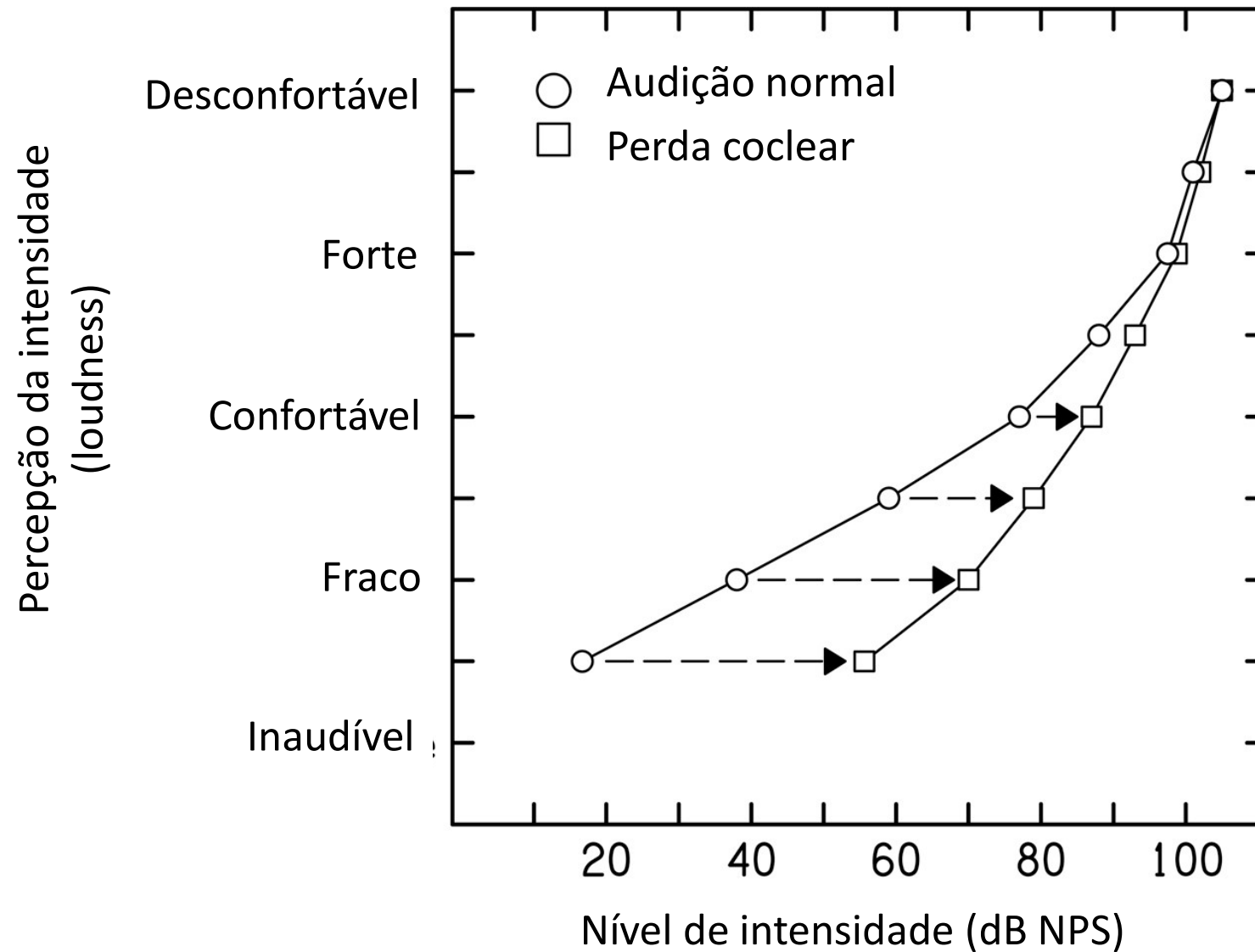
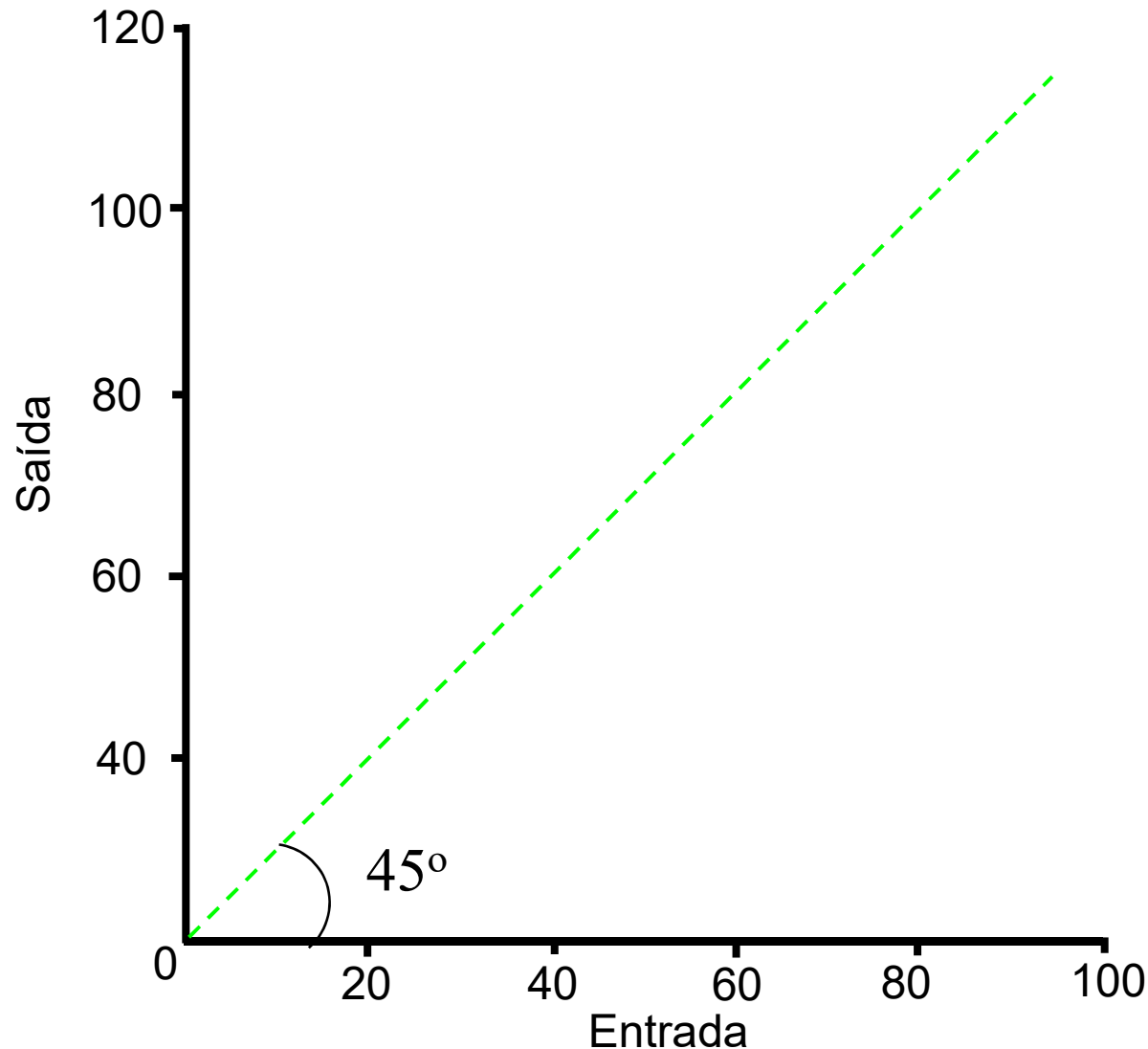
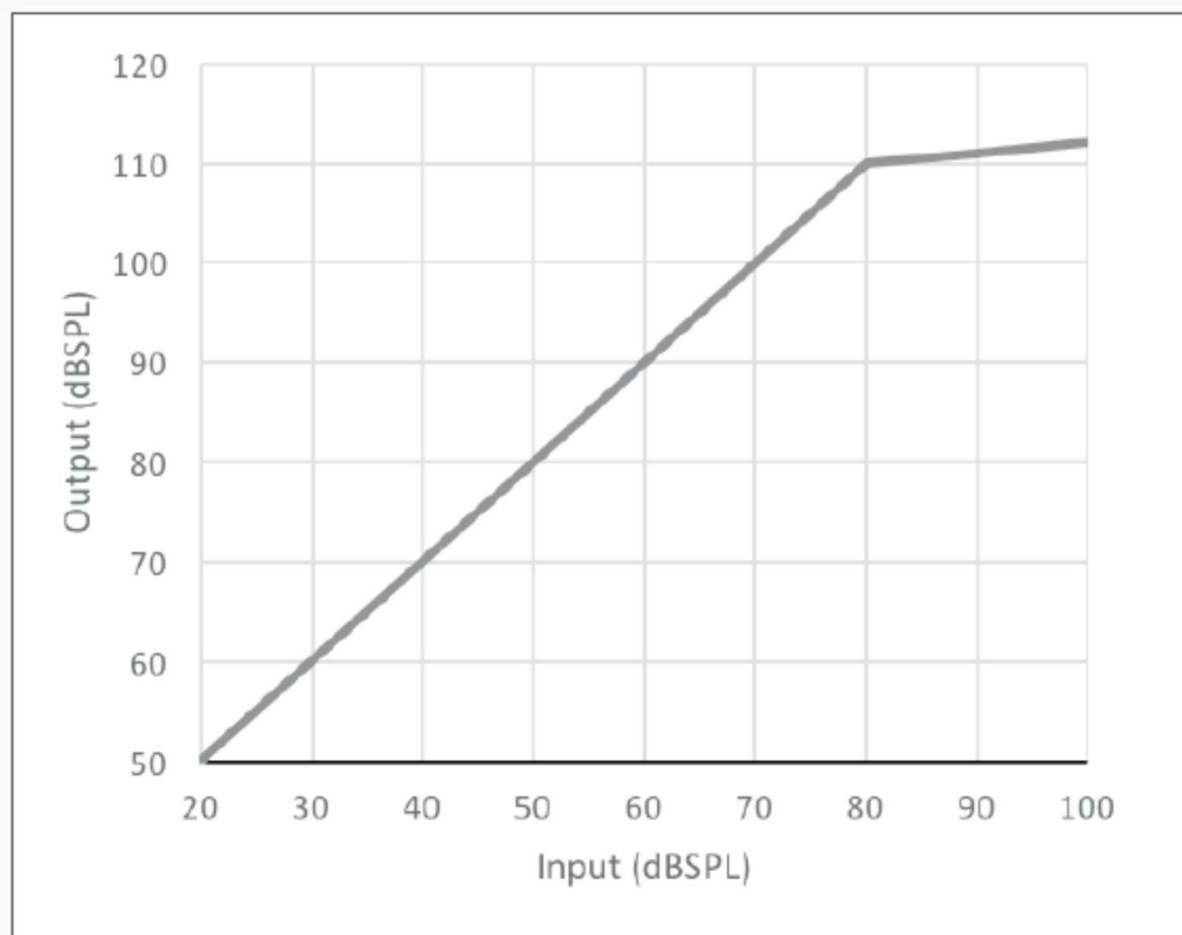


Gráfico de Entrada e Saída

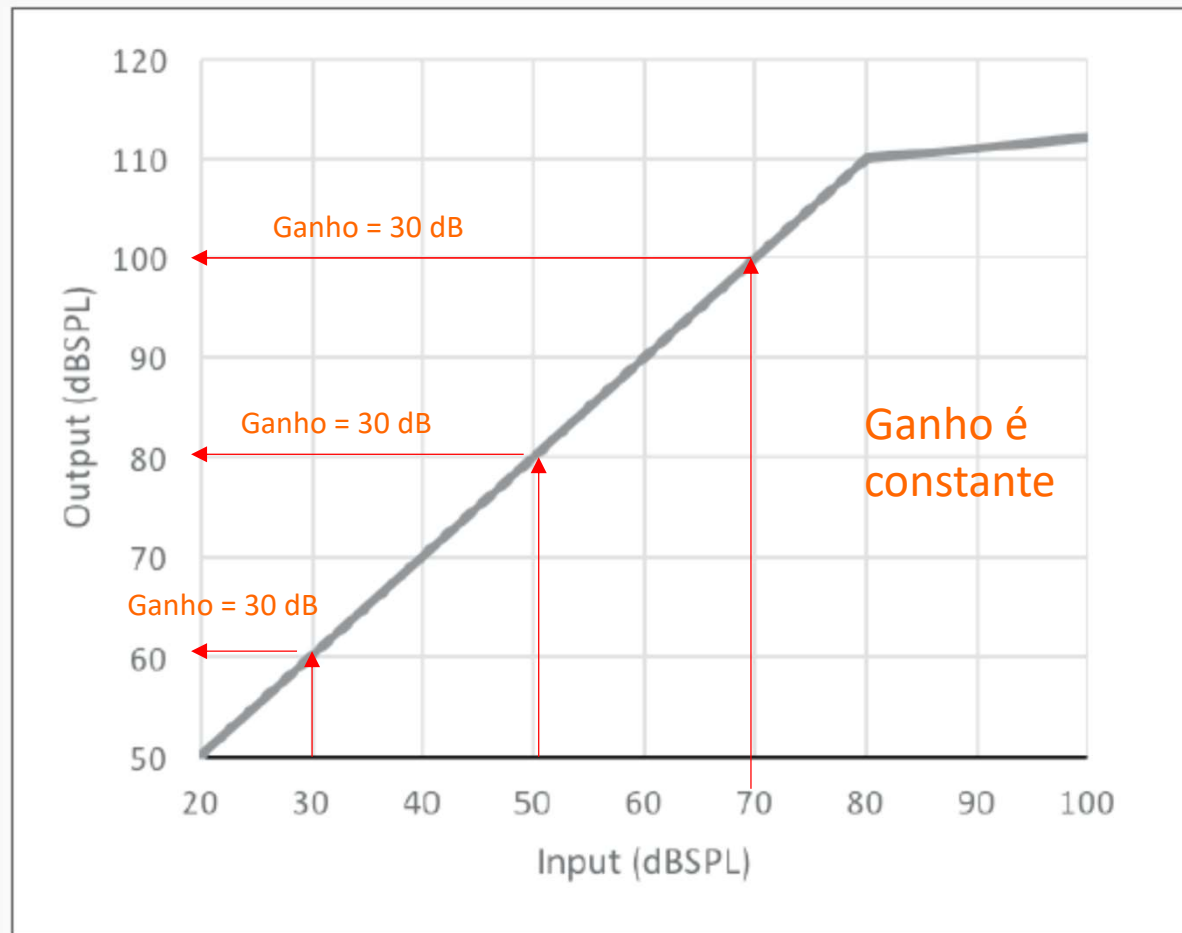
Gráfico de Entrada e Saída



- Representação gráfica da saída do AASI para diferentes níveis de entrada.
- Descreve como o AASI está processando o sinal em uma determinada frequência
 - Geralmente 500 ou 2k Hz.

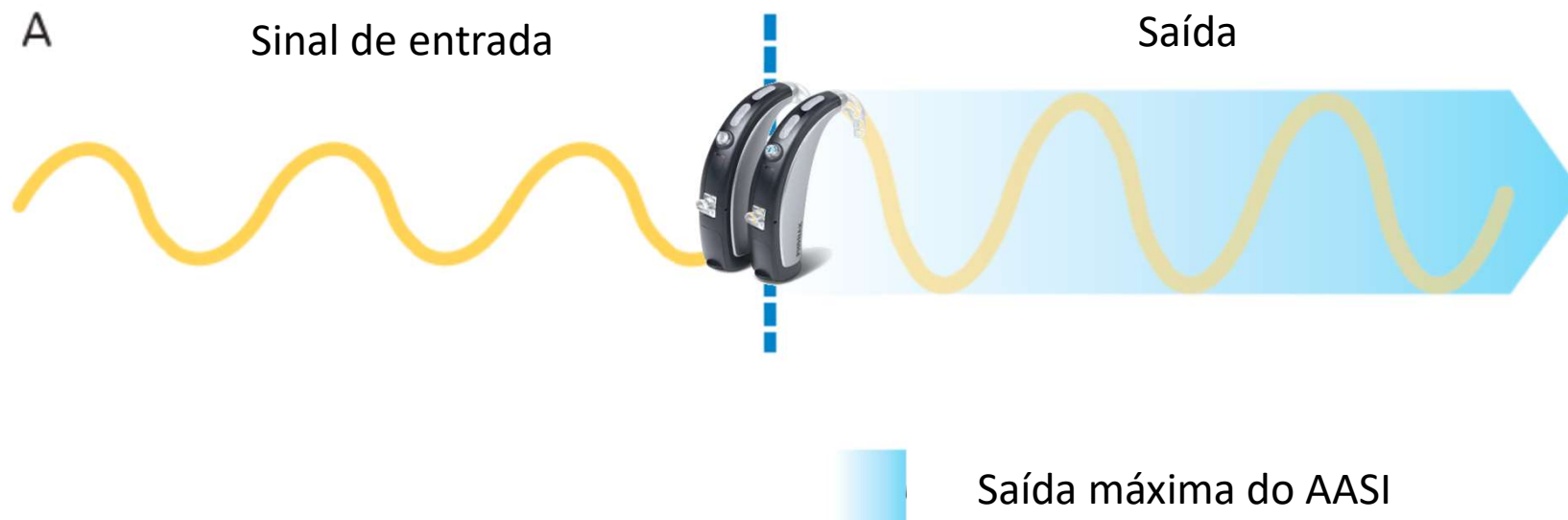


Amplificação Linear

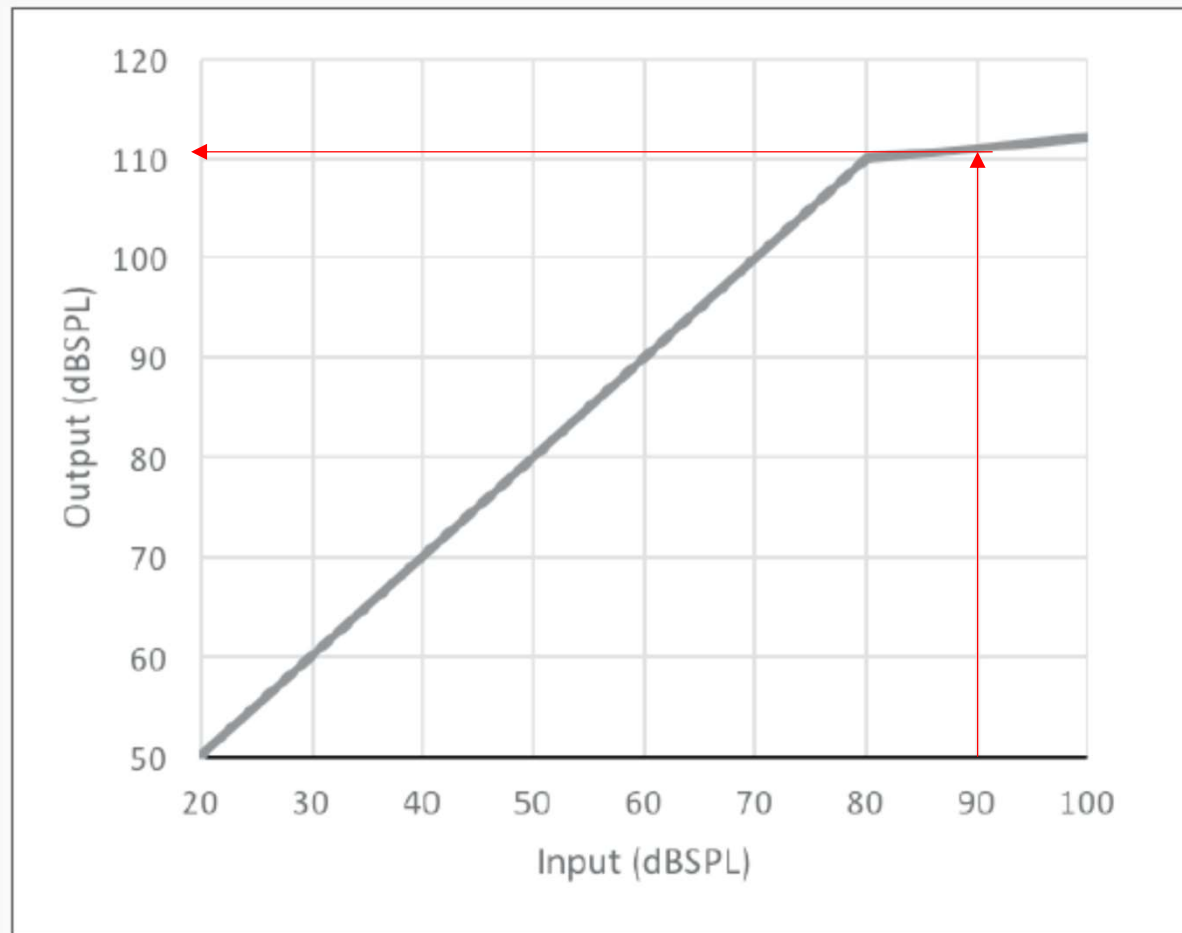


Sistema de Limitação da Saída Máxima

Corte de Picos



- Corta os picos das ondas que excedam um determinado nível pré-determinado.
- Adiciona distorção ao sinal amplificado.

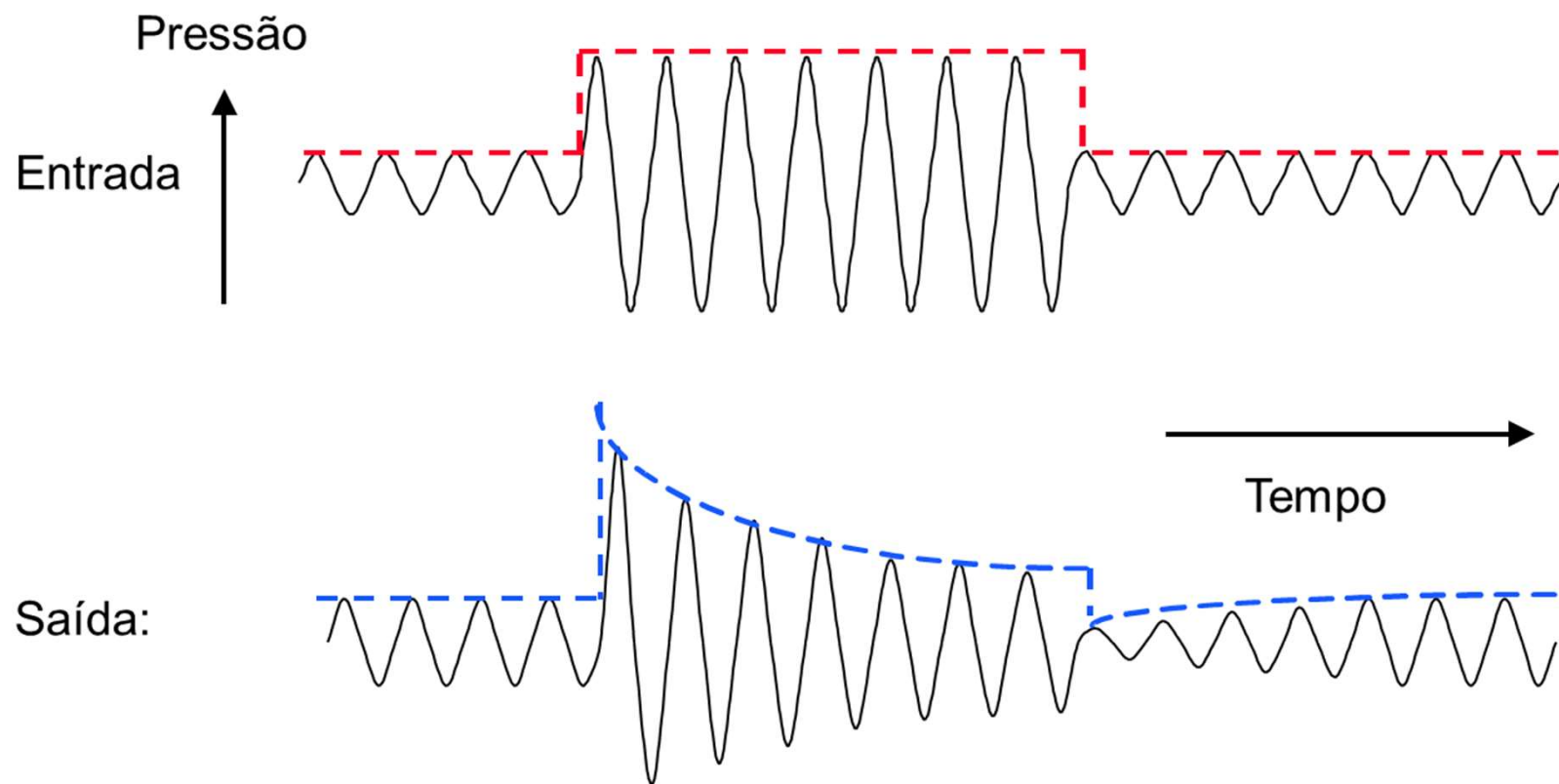


Sistema de Limitação da Saída Máxima Compressão

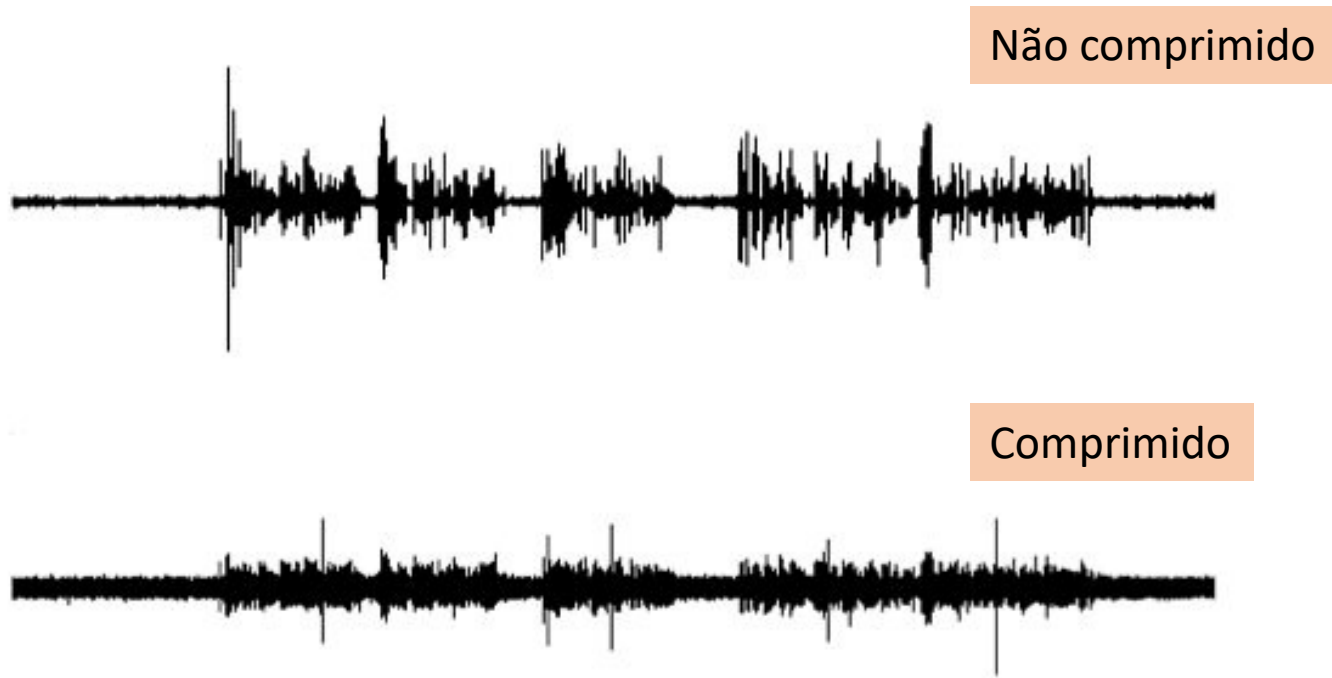
Compressão



Compressão



Compressão



Kuk, 2016

Compressão

- “Redução na amplitude dos sinais amplificados de forma a tornar a amplificação não linear em determinados momentos, automaticamente, levando à uma relação de entrada e saída diferente de 1:1”

HALL & MUELLER, 1998

PC X Compressão

Original

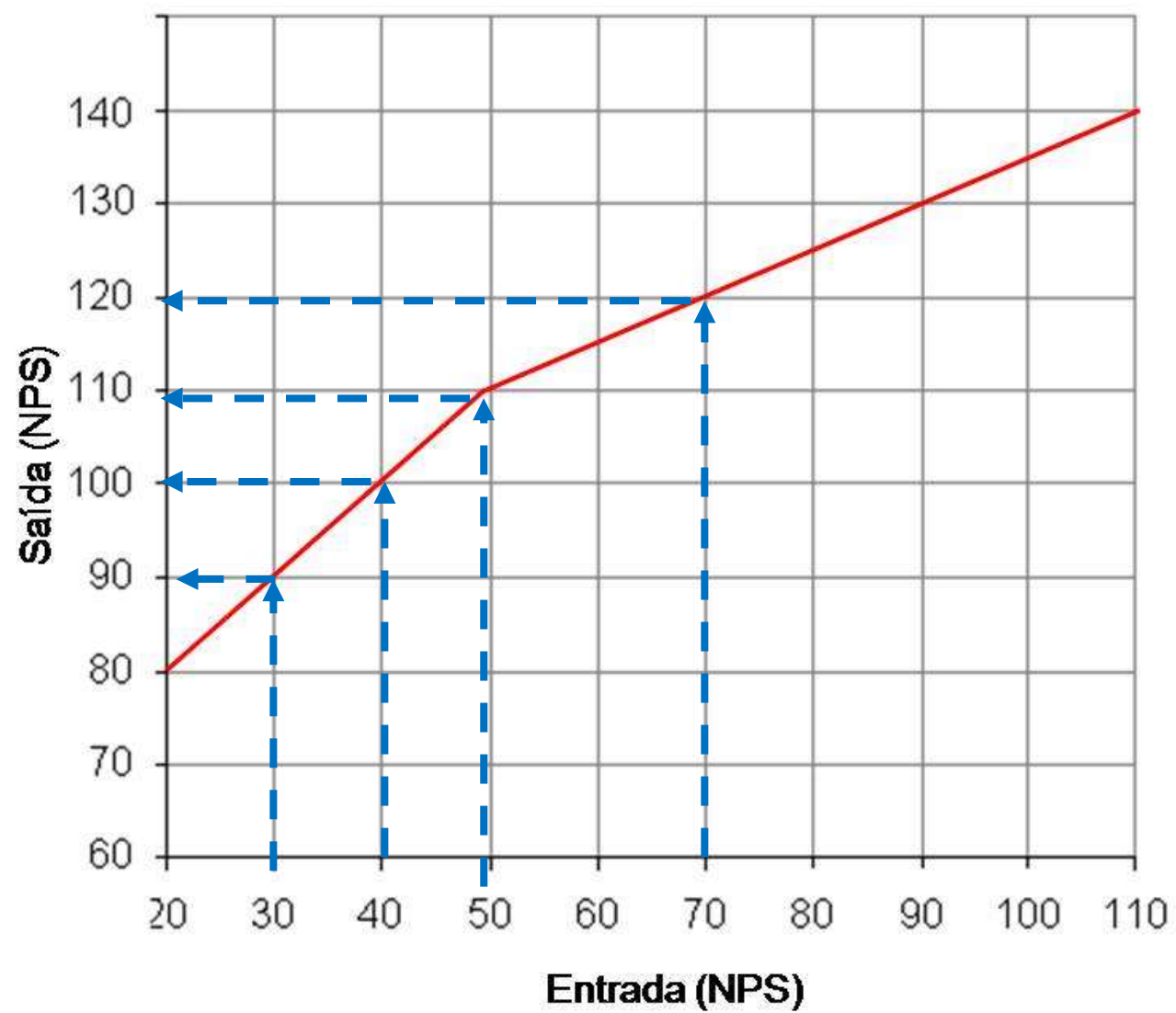


PC



Compressão





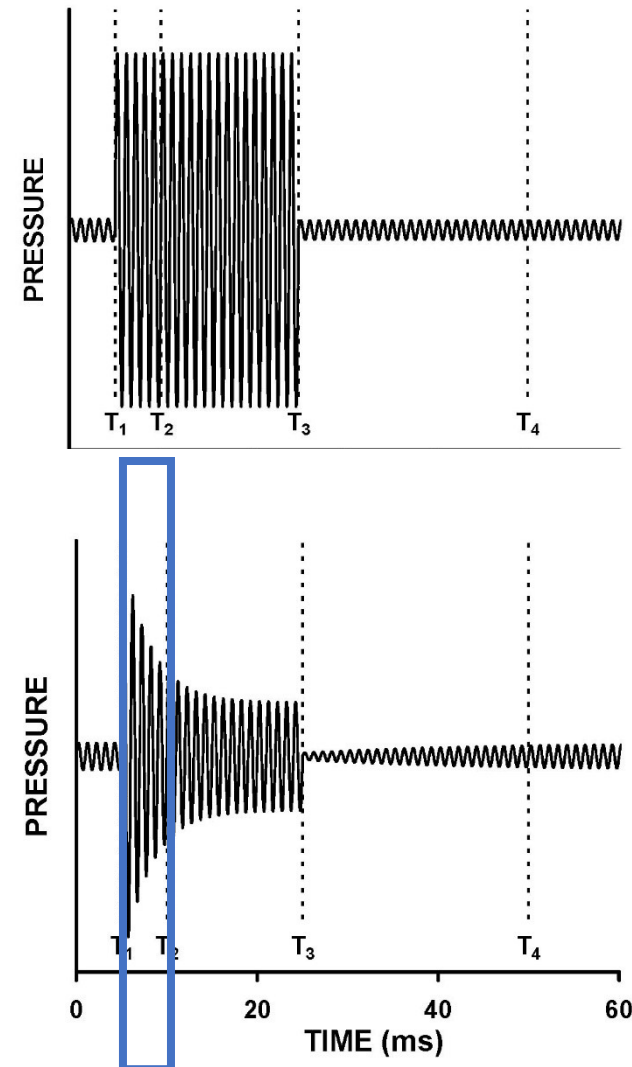
Características estáticas e dinâmicas da compressão

Características Dinâmicas da Compressão?

- Dinâmicas
 - Tempo de ataque
 - Tempo de recuperação

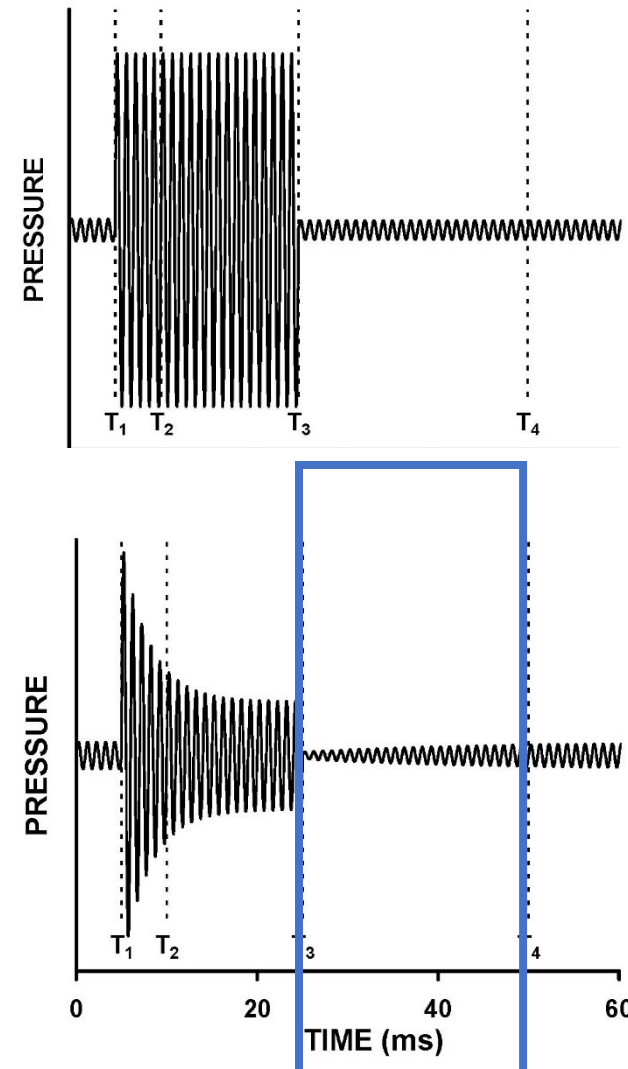
Tempo de Ataque

- Definição conceitual: Tempo que leva para o circuito detectar o aumento do nível do sinal e reduzir o ganho para que o nível de saída recaia dentro de um valor especificado.
- Geralmente em torno de 5 ms, mas pode ser mais longo



Tempo de Recuperação

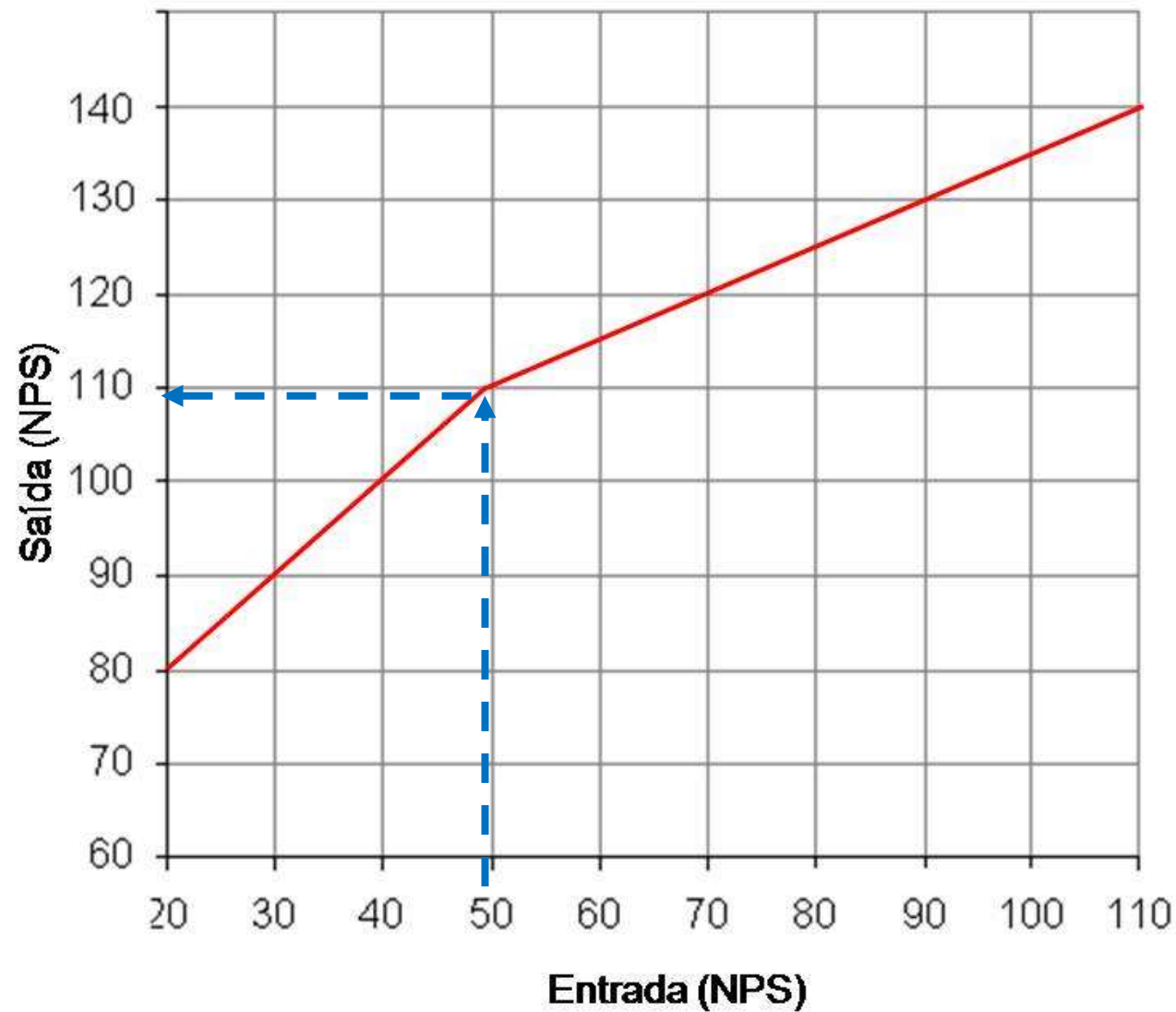
- Tempo que o circuito leva para detectar uma diminuição no nível do sinal e aumentar o ganho para que o nível de saída recaia dentro de um valor especificado.



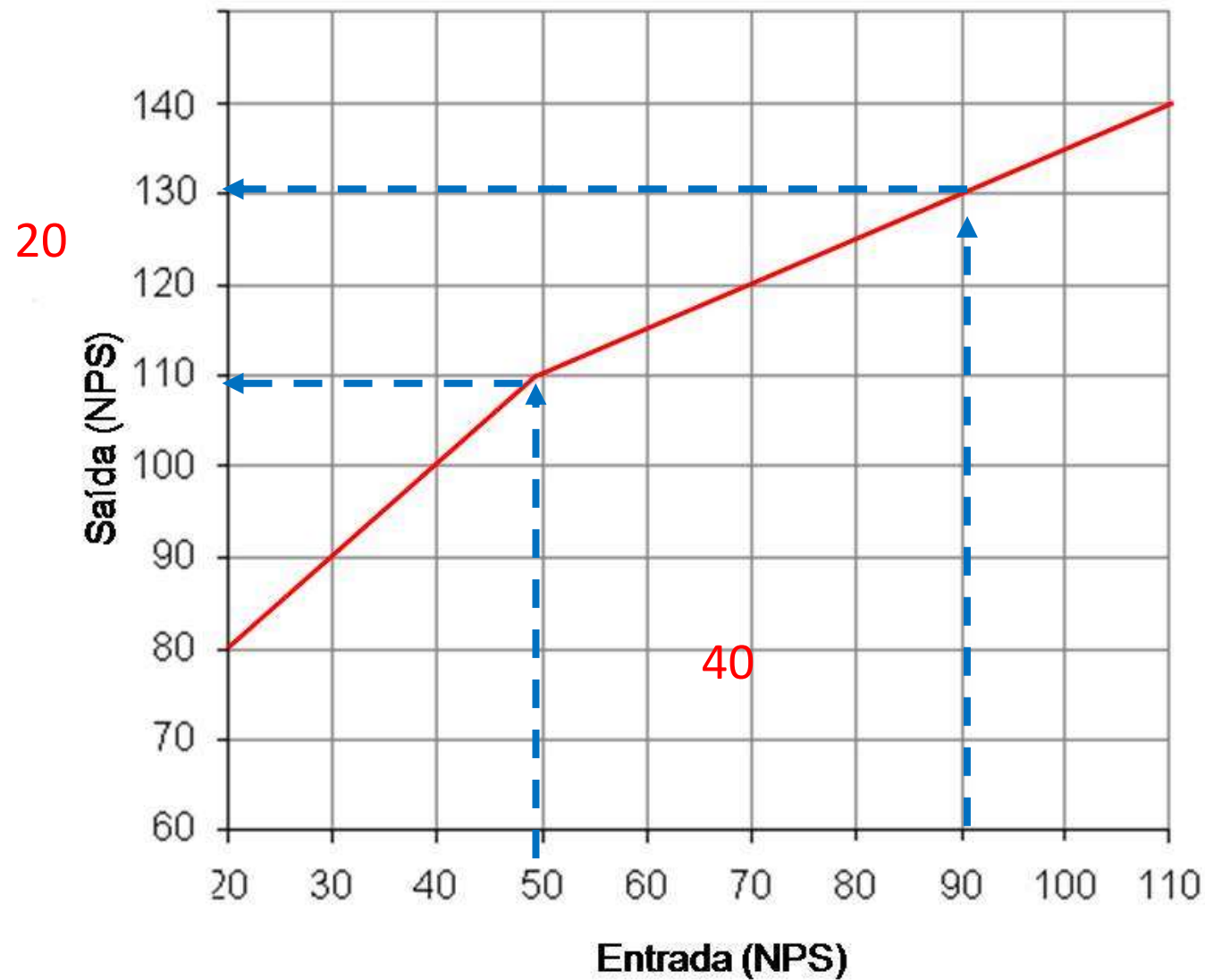
Características Estáticas da Compressão?

- Estáticas
 - Limiar de compressão
 - Razão de compressão
 - Região de compressão

Limiar de Compressão



Razão de Compressão



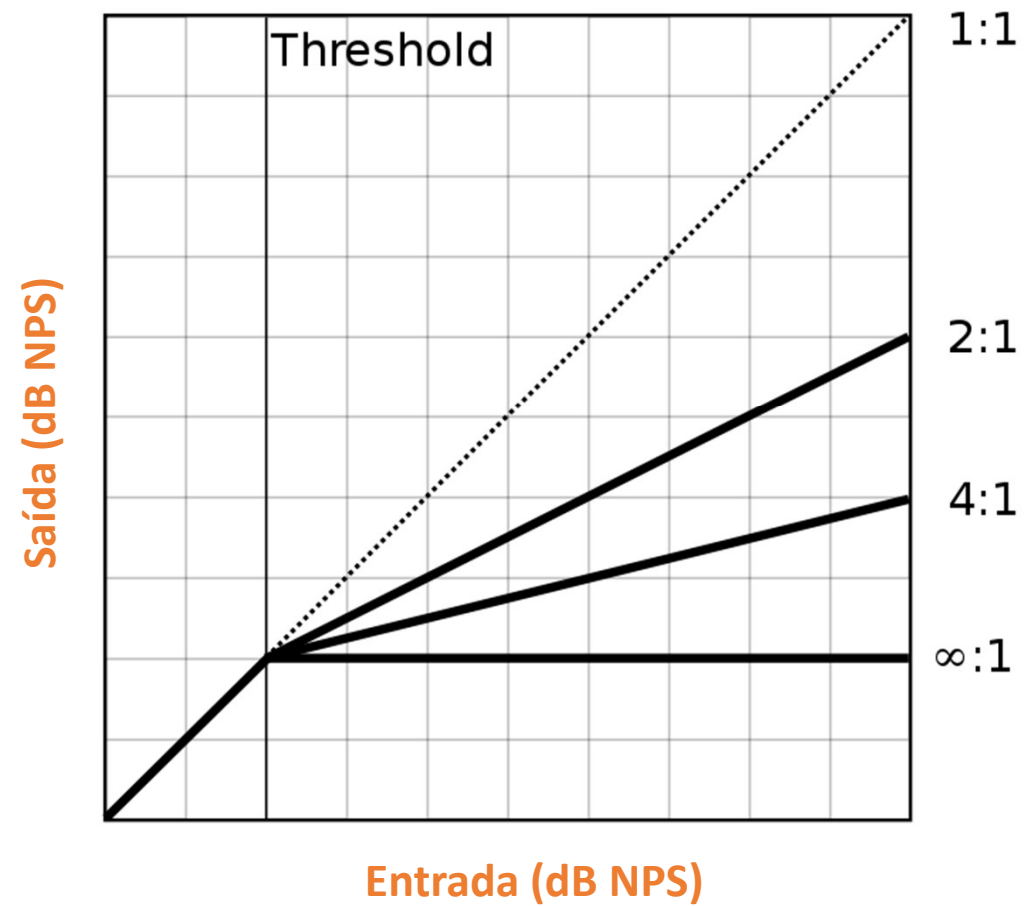
Razão de Compressão

- Variação da entrada: 40 dB
- Variação da saída: 20 dB

40 : 20

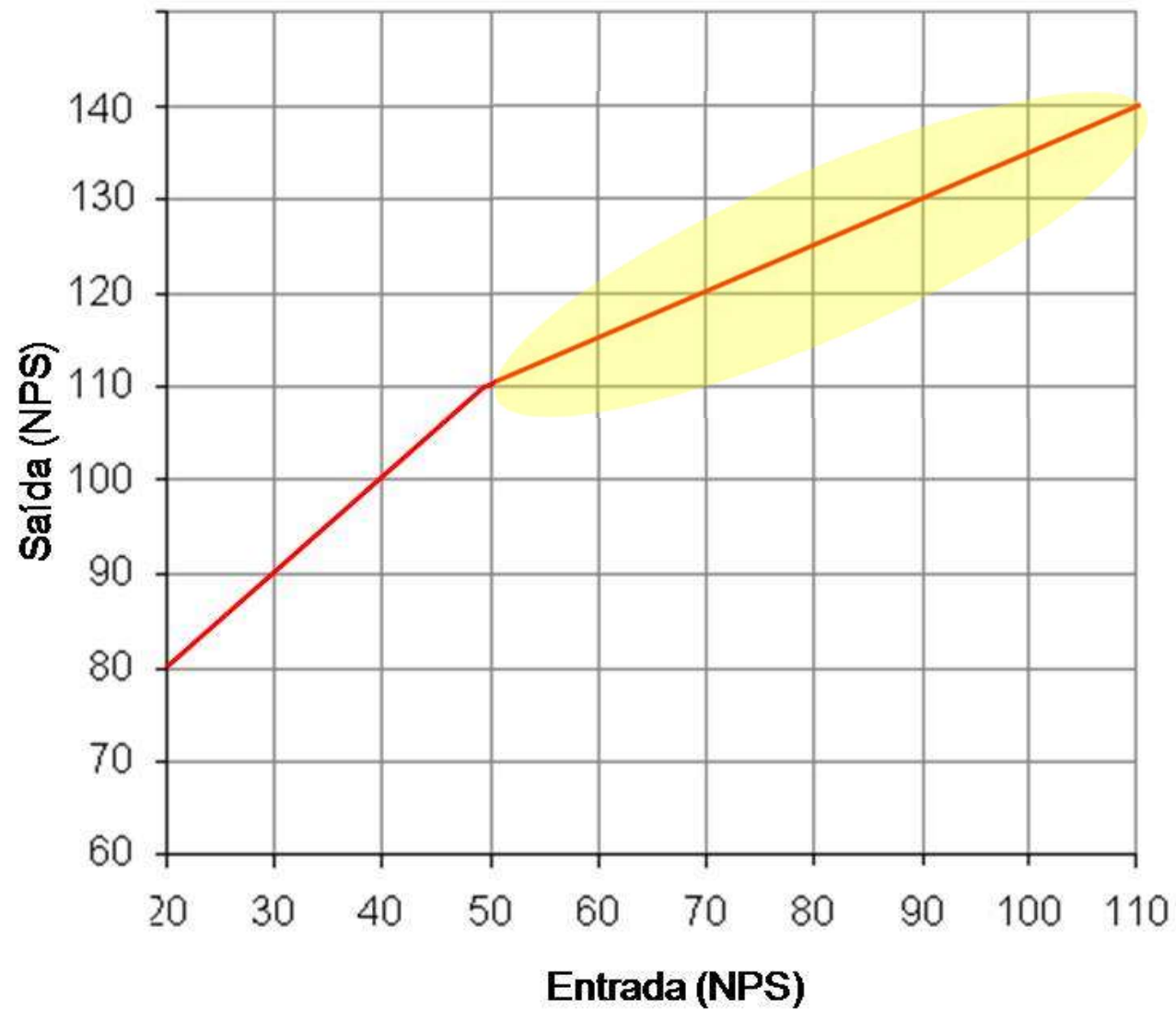
20 : 10

2 : 1



By Iain Fergusson - Own work, Public Domain,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=2689250>

Região de Compressão

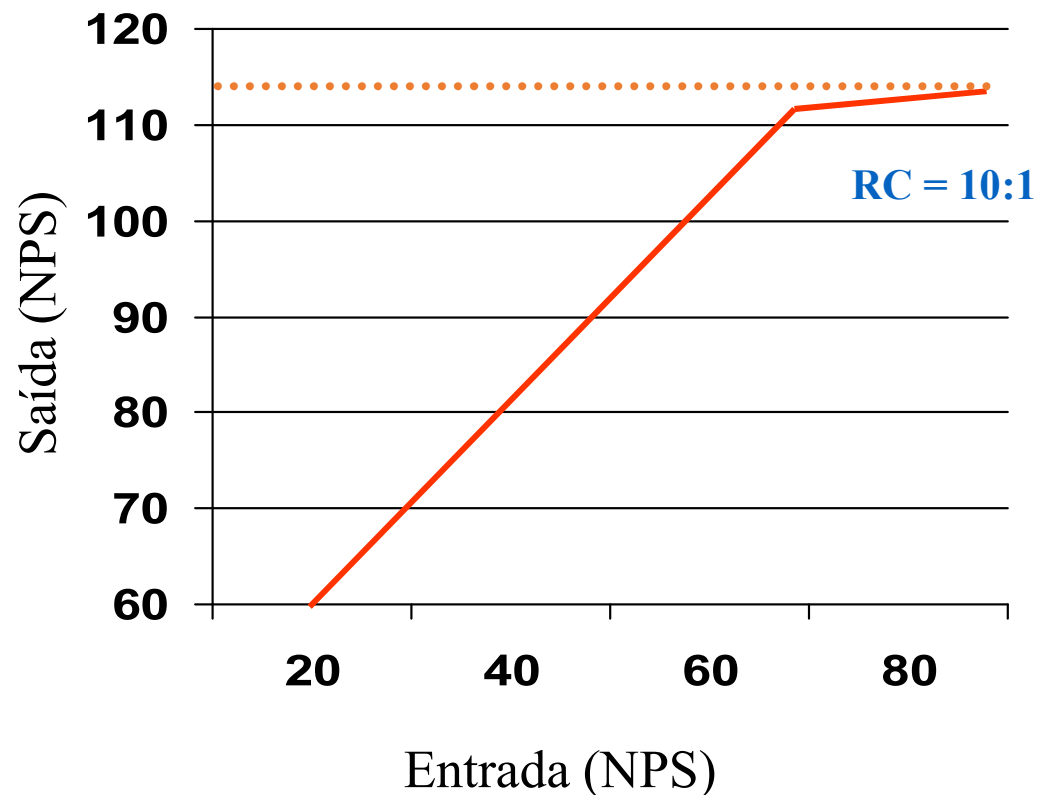


Tipos de Compressão: Compressão de Limitação

Compressão de Limitação

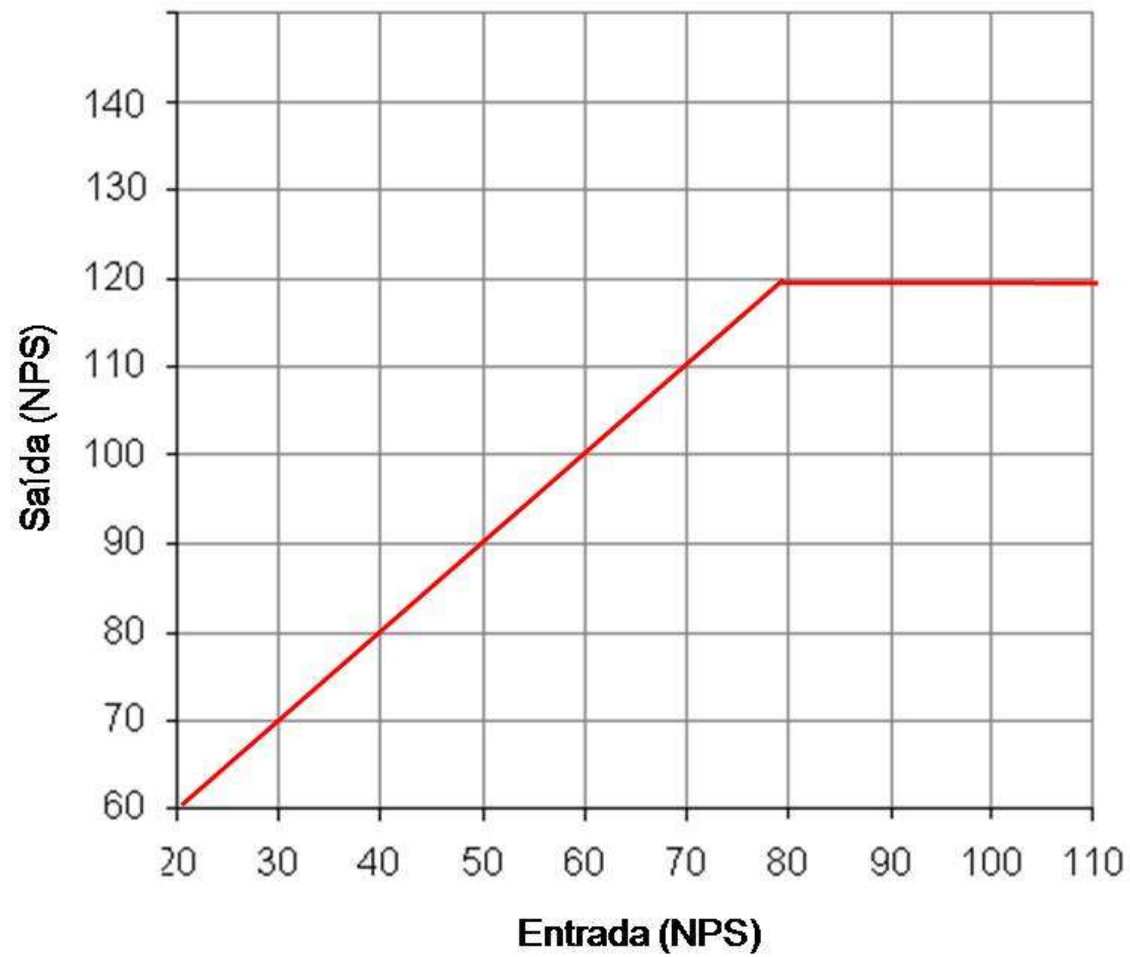
- Objetivo:
 - Limitar a saída máxima e evitar desconforto auditivo (perda adicional)

Compressão de Limitação



- “Sinônimos”: output limiting, AGC-O
- Características:
 - Limiar de compressão “alto”.
 - Razão de compressão alta.
- Proporciona muita compressão em uma gama reduzida de sons de entrada.

Compressão de Limitação



Compressão de limitação x Corte de Picos

- Ambos proporcionam uma quantidade fixa de ganho sobre uma diversa gama de sons de entrada.
- Ambos limitam a saída máxima “subitamente” quando o NPS de entrada se torna bem forte.

MAS....

- Compressão introduz menos distorção...

Benefício: conforto, qualidade sonora

Dillon, 1988; Dawson et al, 1991;
Hawkins e Naidoo, 1993.

Tipos de Compressão

Compressão WDRC

Compressão WDRC

- Objetivo:
 - Propiciar maior audibilidade para sons fracos.

Órgão de Corti

1-CCI

2-CCE

3-Túnel de Corti

4-Membrana Basilar

5- Lâmina Reticular

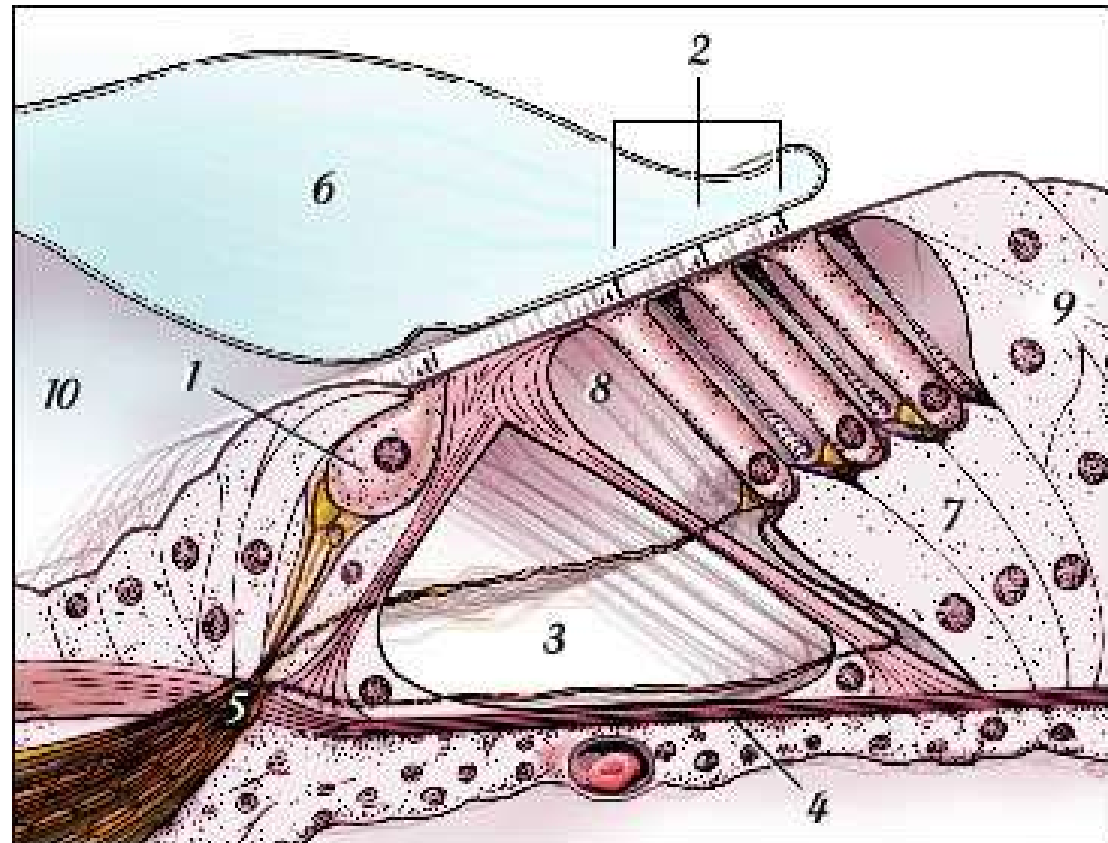
6-Tectorial membrane

7-Céls. Deiters

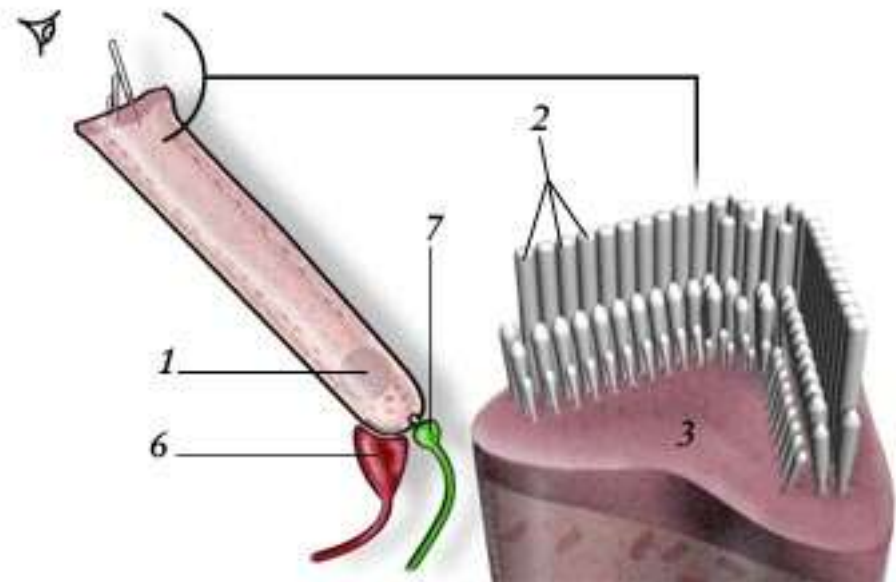
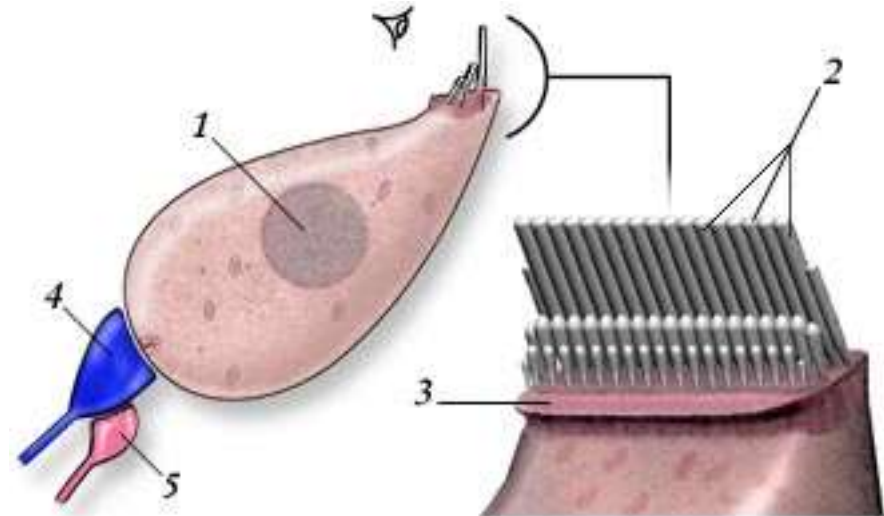
8-Espaço de Nuel

9-Céls. Hensen

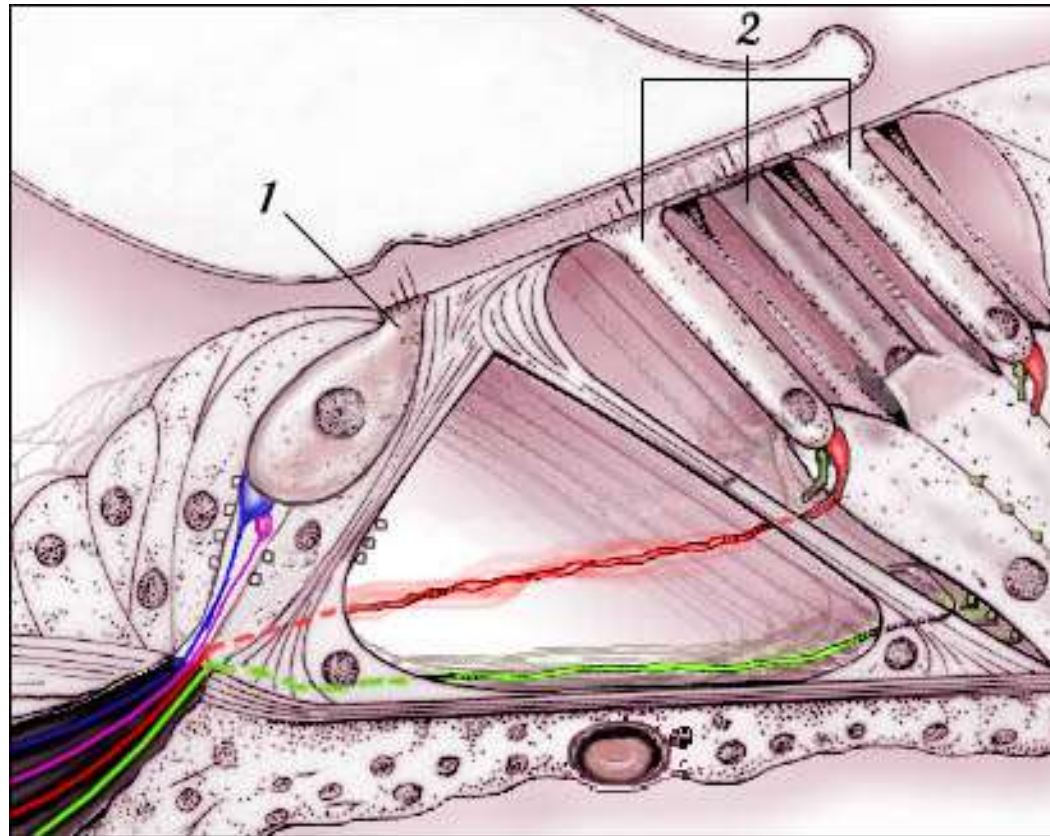
10-Sulco espiral

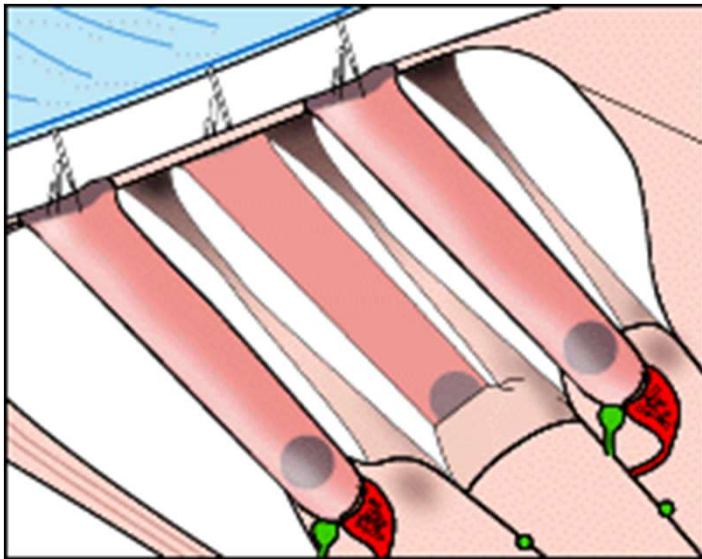
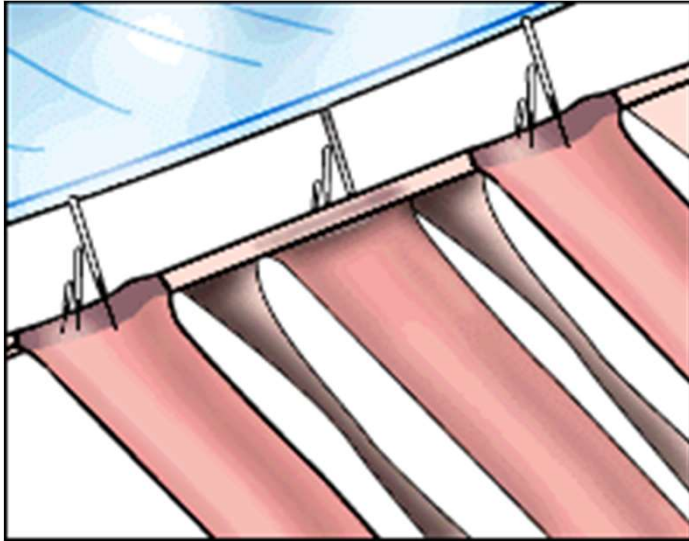


- CCI e CCE diferem entre si pelo formato e padrão dos estereocílios.
- Na cóclea humana existem 3500 CCI e 12000 CCE.



- CCI = aferente
- CCE = eferentes





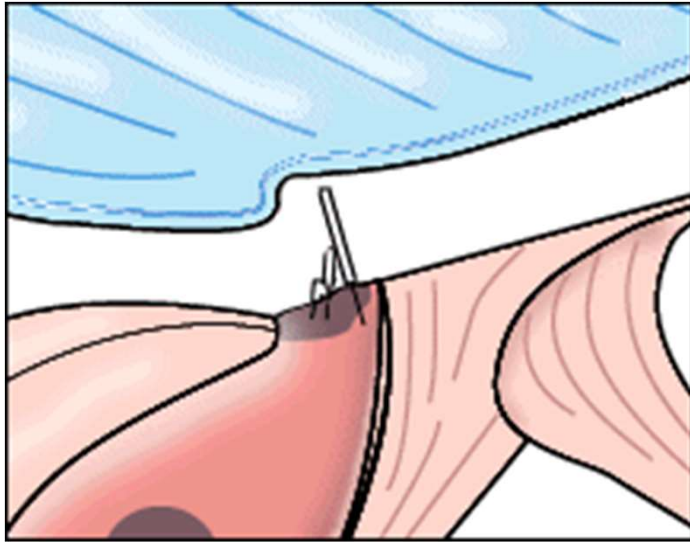
Para intensidades fracas e médias:

1) Ondas sonoras movimentam a membrana basilar para cima e para baixo

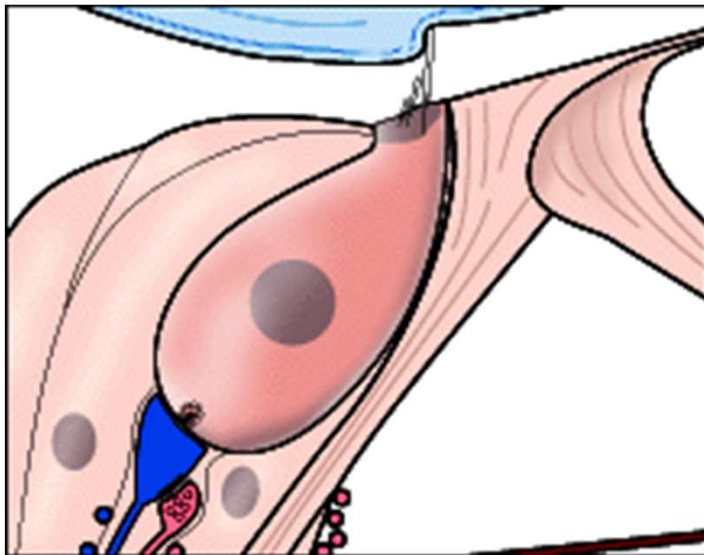
2) Transdução mecânica nas CCE. Inclinação dos estereocílios permitem a entrada de K^+ na CCE, ocorrendo a despolarização

3) Eletromobilidade e transdução reversa.

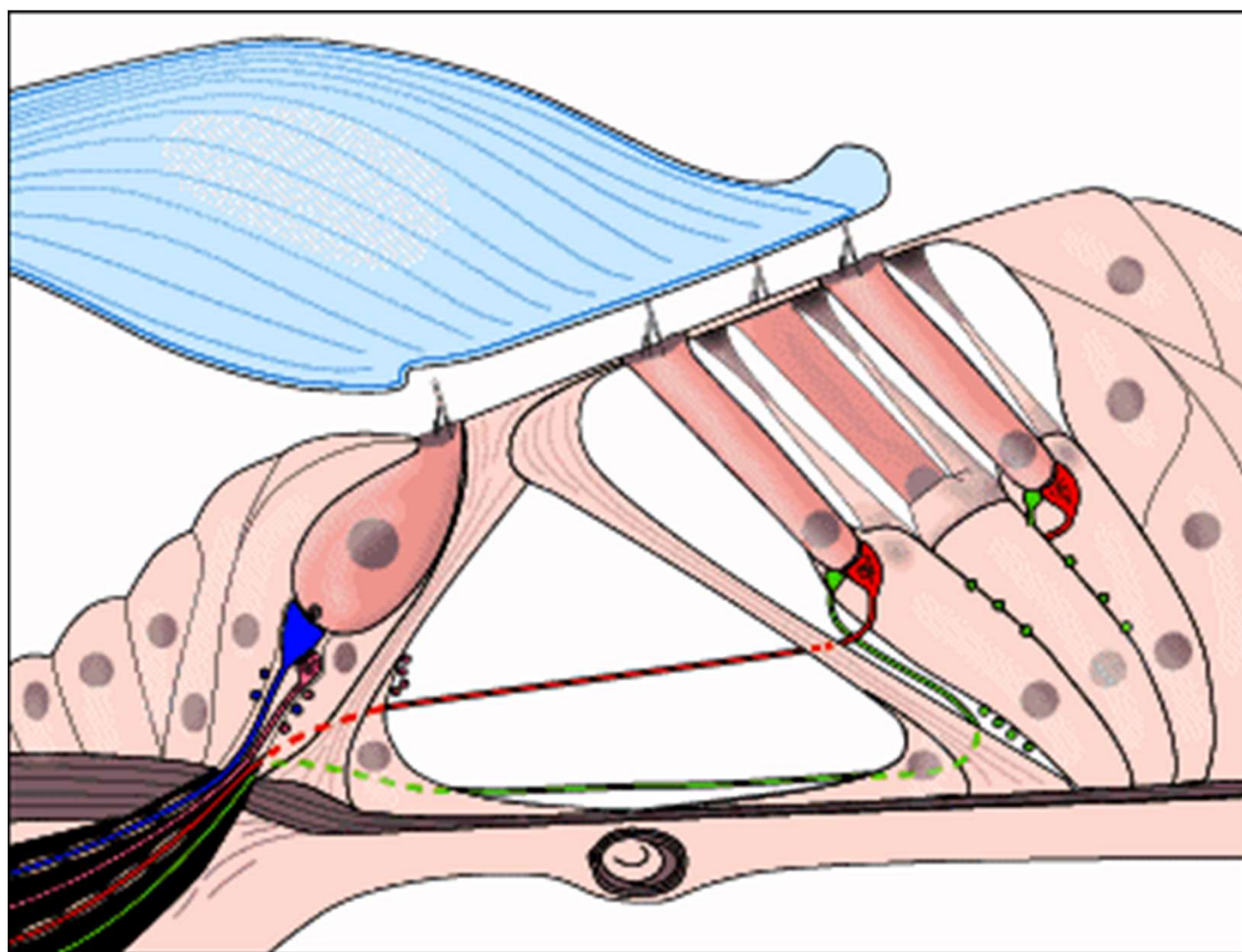
Despolarização da membrana resulta em contração da CCE o que magnifica sua movimentação



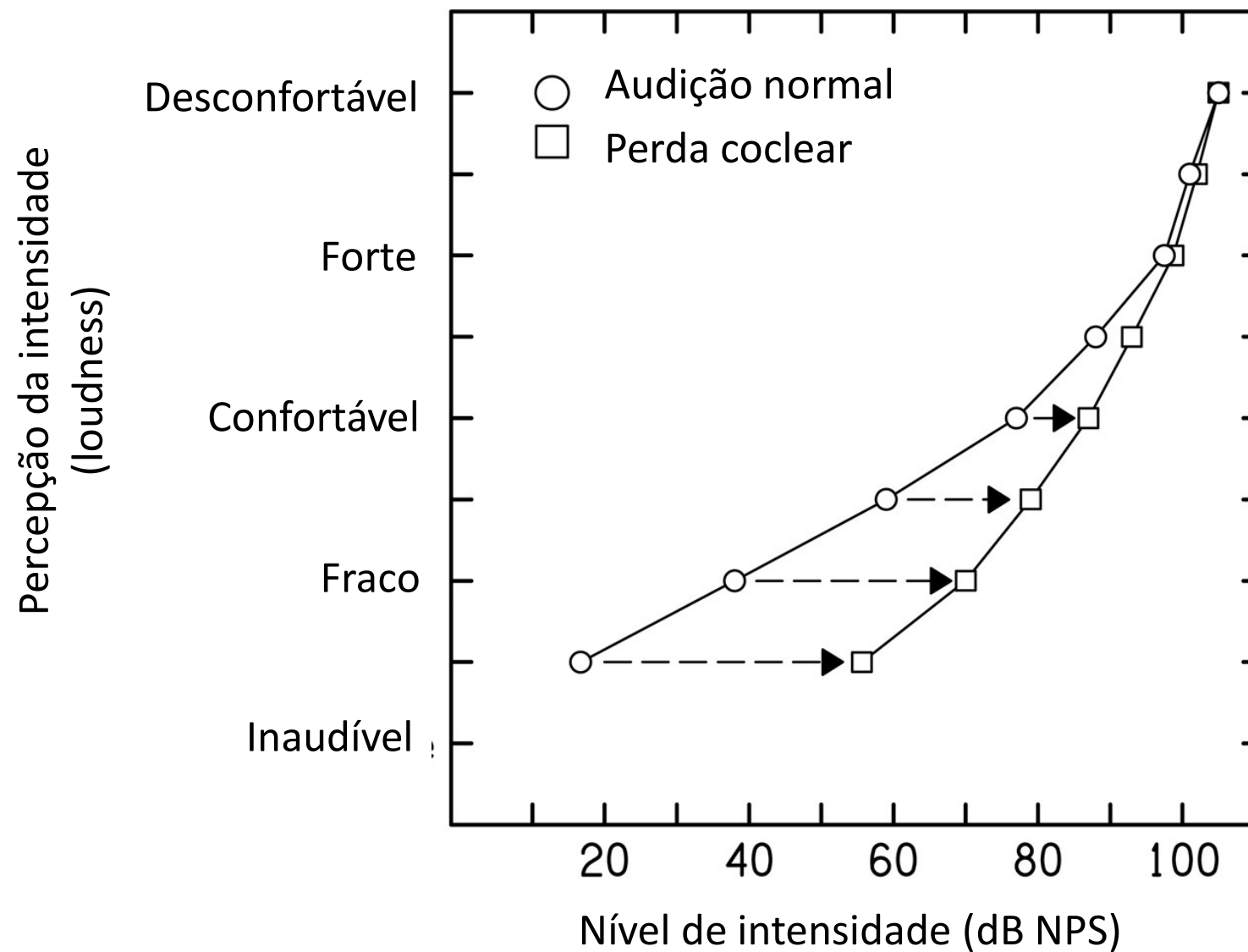
4) Transdução mecânica nas CCI.
Contração das CCE aumenta a
movimentação e os estereocílios se
inclinam



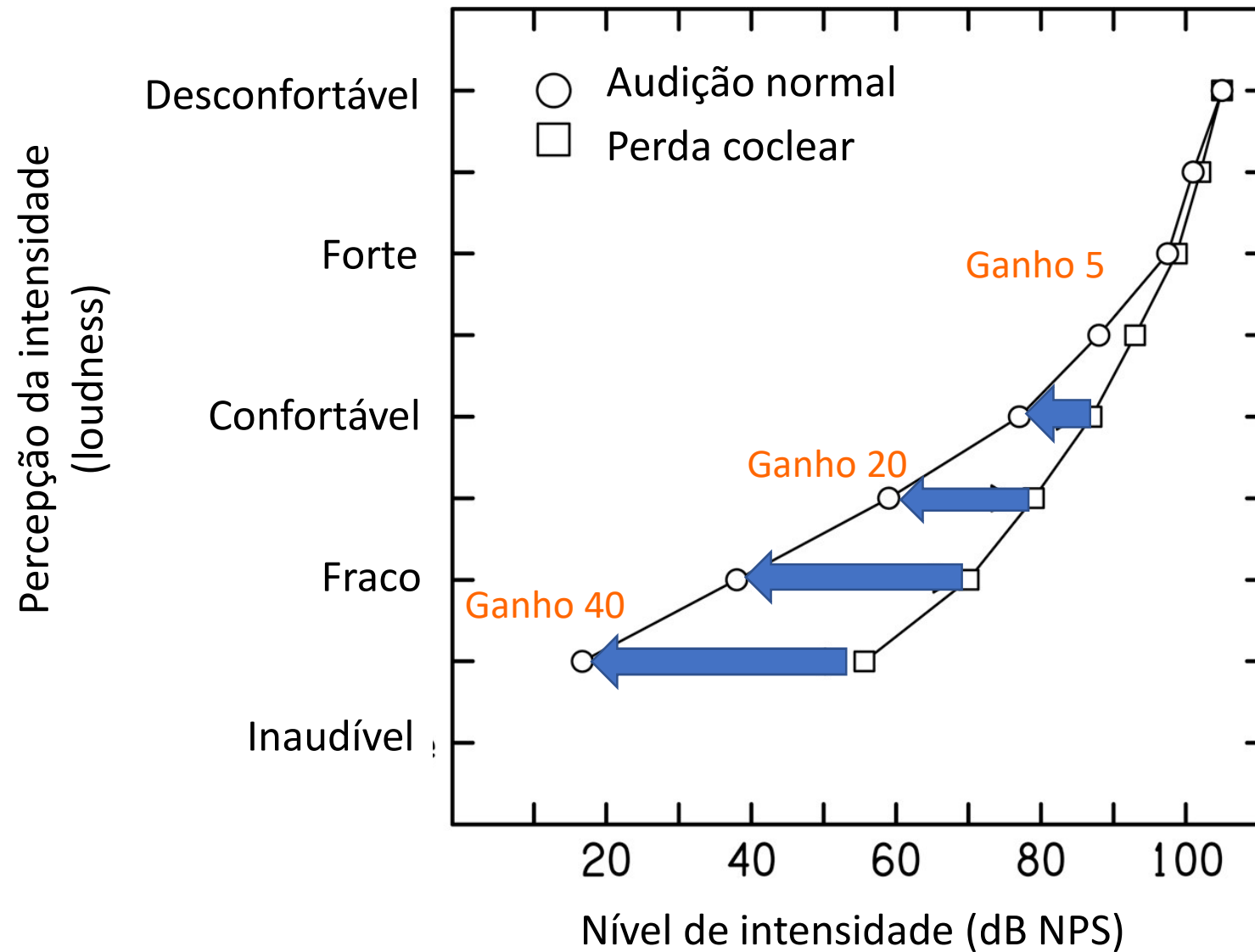
5) Despolarização da CCI ativa a
sinapse entre esta e o nervo coclear.
Mensagem auditiva enviada ao
cérebro via neurônio tipo I
(aferente)



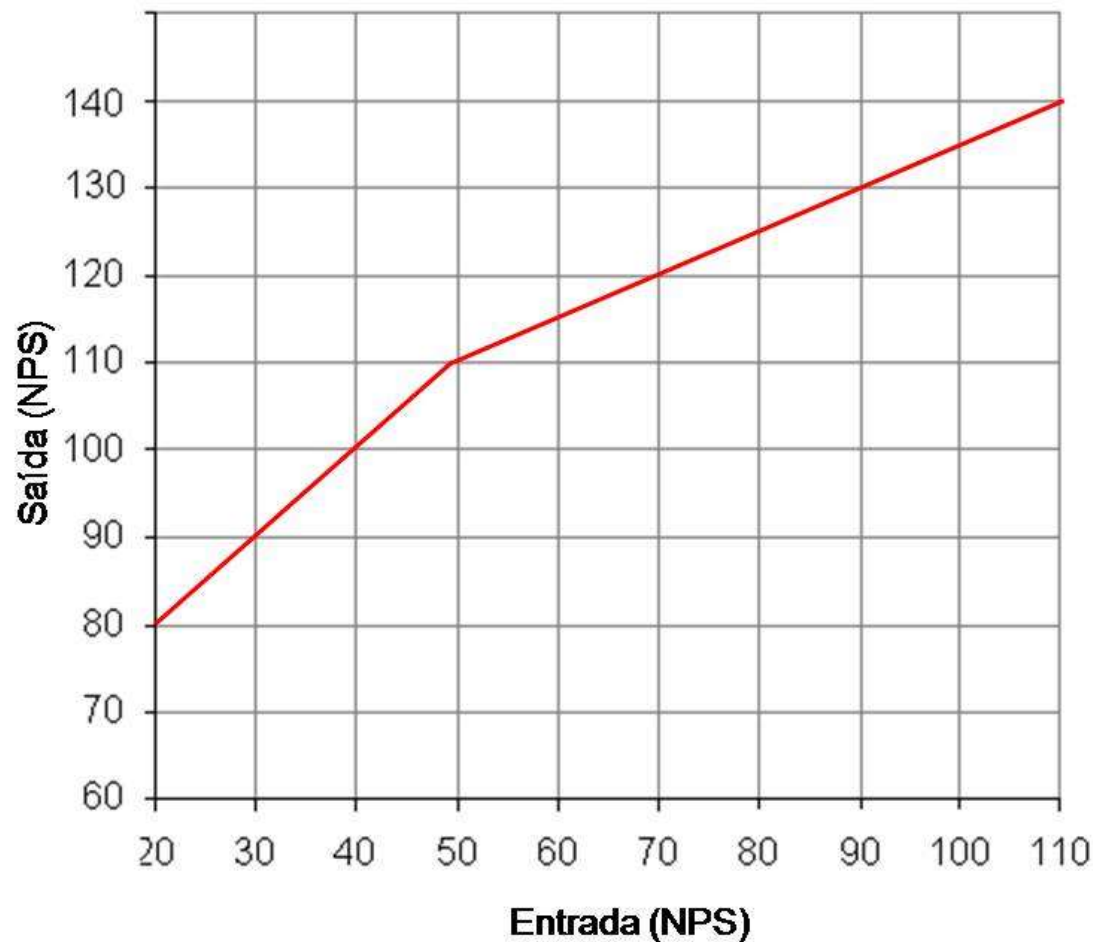
Por que usar a compressão WDRC?



Por que usar a compressão WDRC?

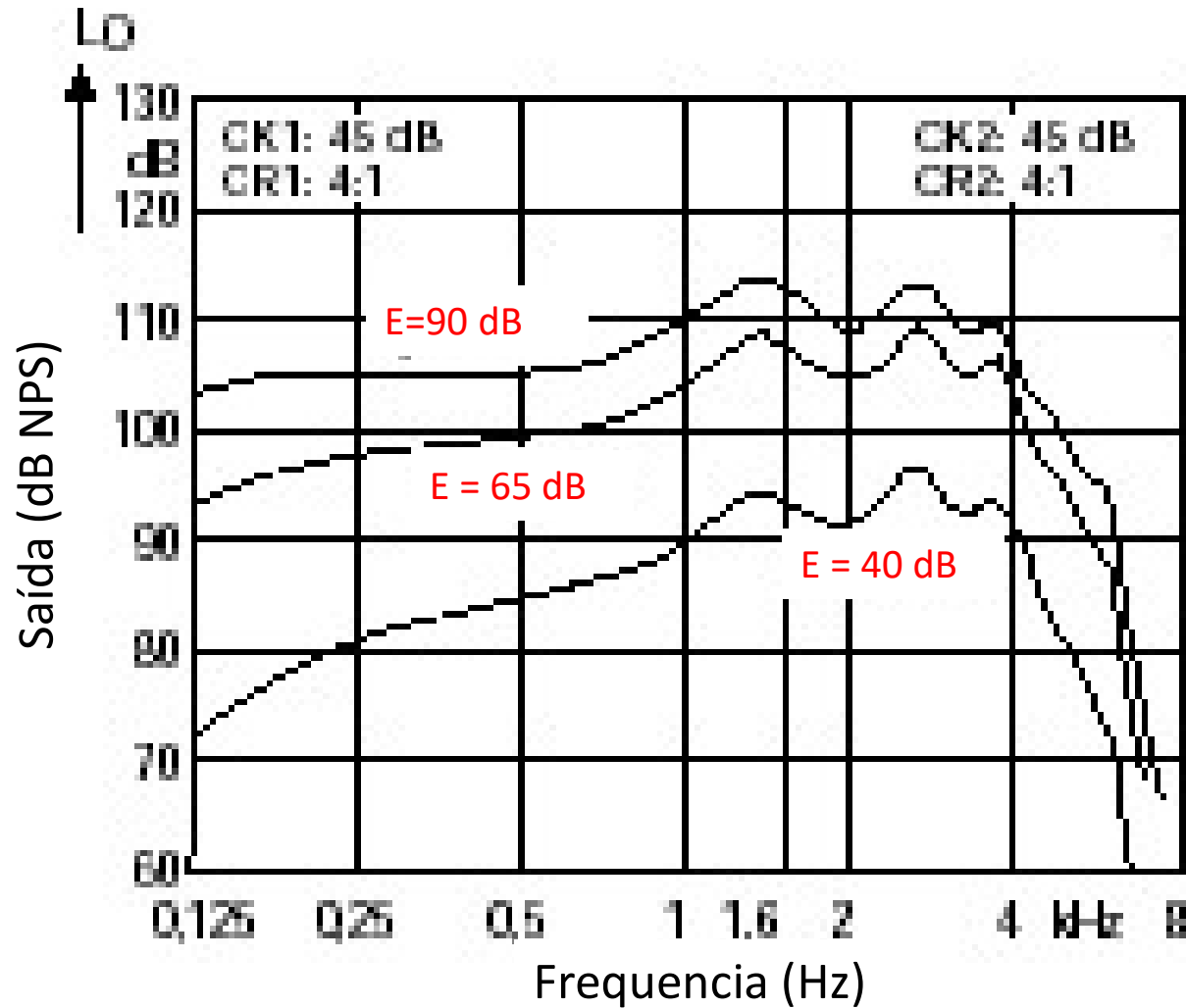


Compressão WDRC



- Limiar de compressão baixo (< 55 dB NPS).
- Razão de compressão baixa ($< 5:1$).
- Efeito: maior amplificação é fornecida para sons fracos.

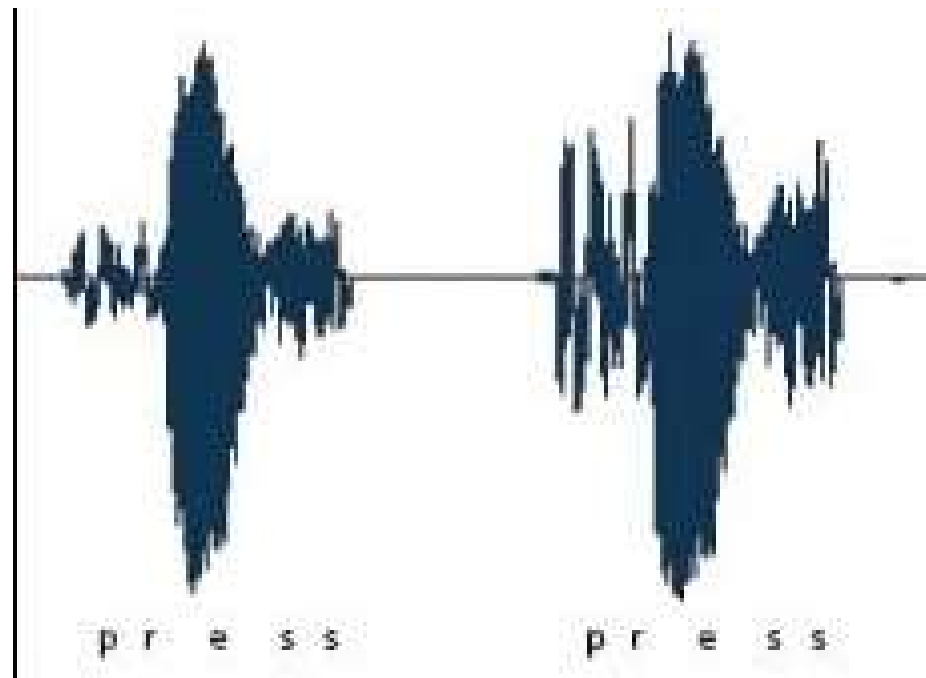
Compressão WDRC



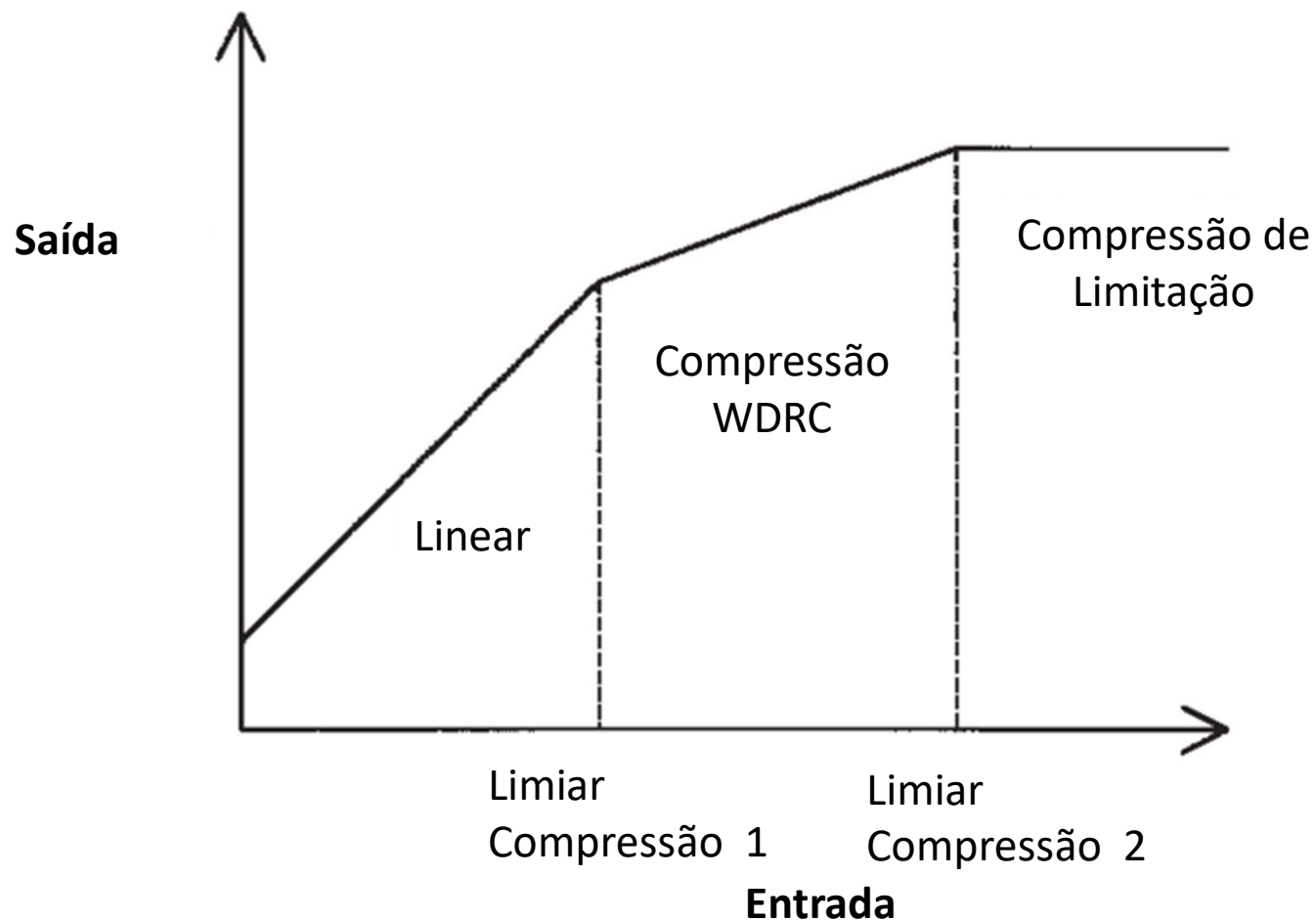
• E = sinal de entrada

Sem compressão

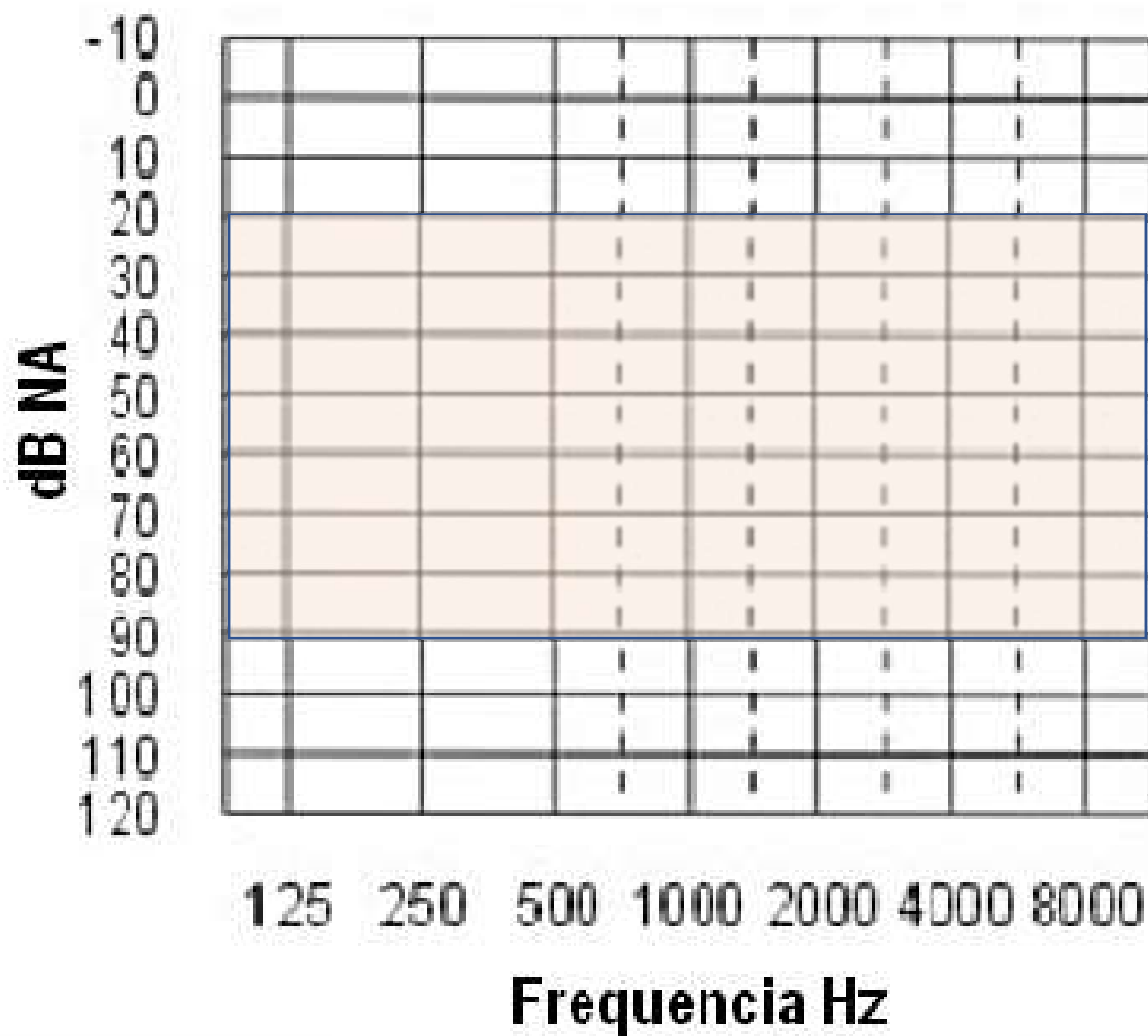
WDRC



Compressão de Limitação e WDRC podem coexistir em um mesmo AASI

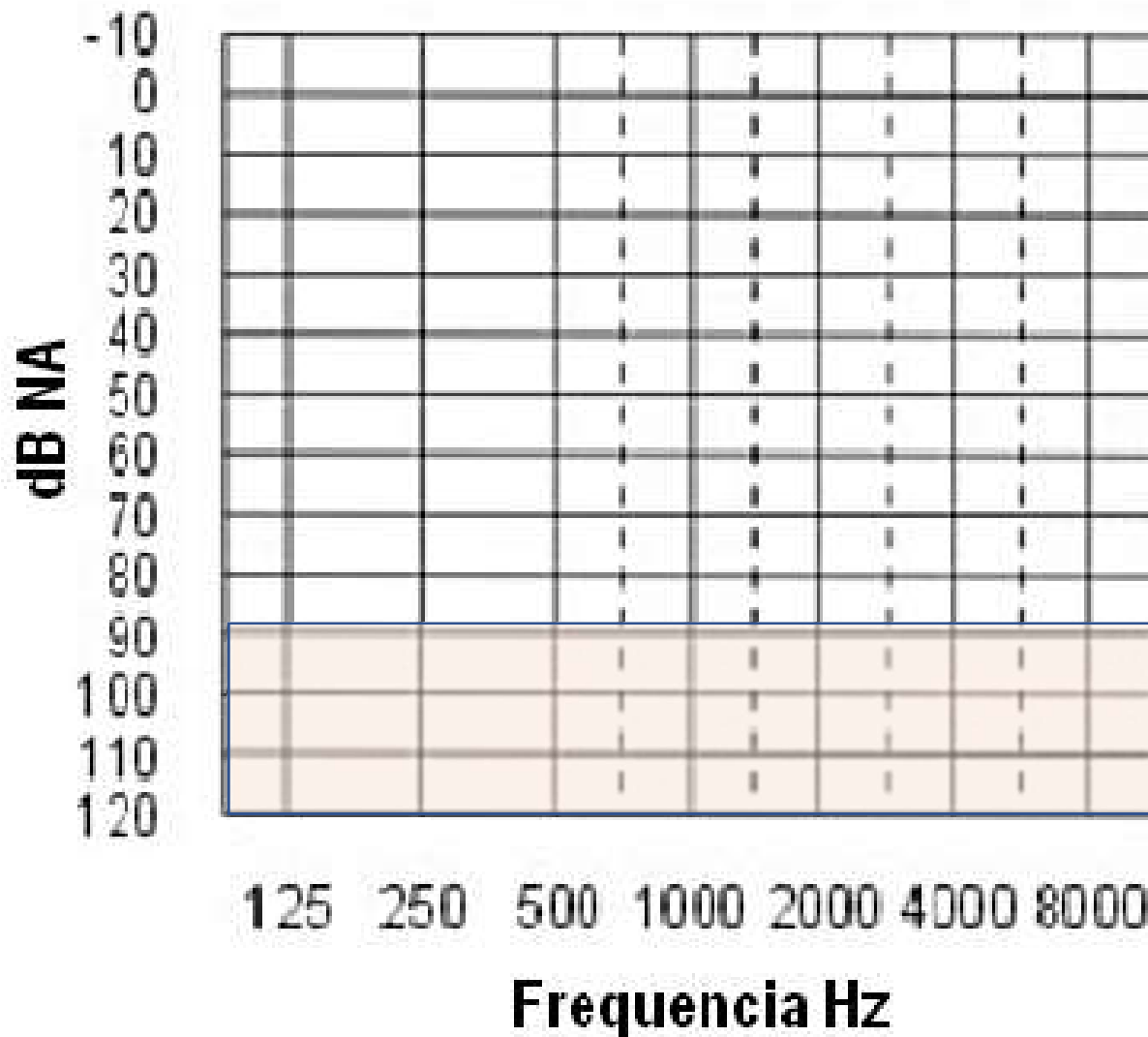


Compressão WDRC



- Geralmente, perdas neurossensoriais são mais beneficiadas

Quando usar a compressão Limitação?



- Perdas neurossensoriais de grau profundo.
- Perdas condutivas de diferentes graus

Compressão Multicanal

Compressão Multicanal

