BOLETIM 2026

ELETROFISIOLOGIA DA AUDIÇÃO: TUDO O QUE VOCÊ PRECISA SABER ANTES DE COMEÇAR SUAS AVALIAÇÕES (PARTE VI) - A PRECISÃO DOS FILTROS E A FIDELIDADE DO SINAL - ETAPA B

Maria Eduarda Aidar Santillo, Piotr Henryk Skarzynski e Milaine Dominici Sanfins



ŚWIATOWE CENTRUM SŁUCHU
INSTYTUTU FIZJOLOGII I PATOLOGII SŁUCHU

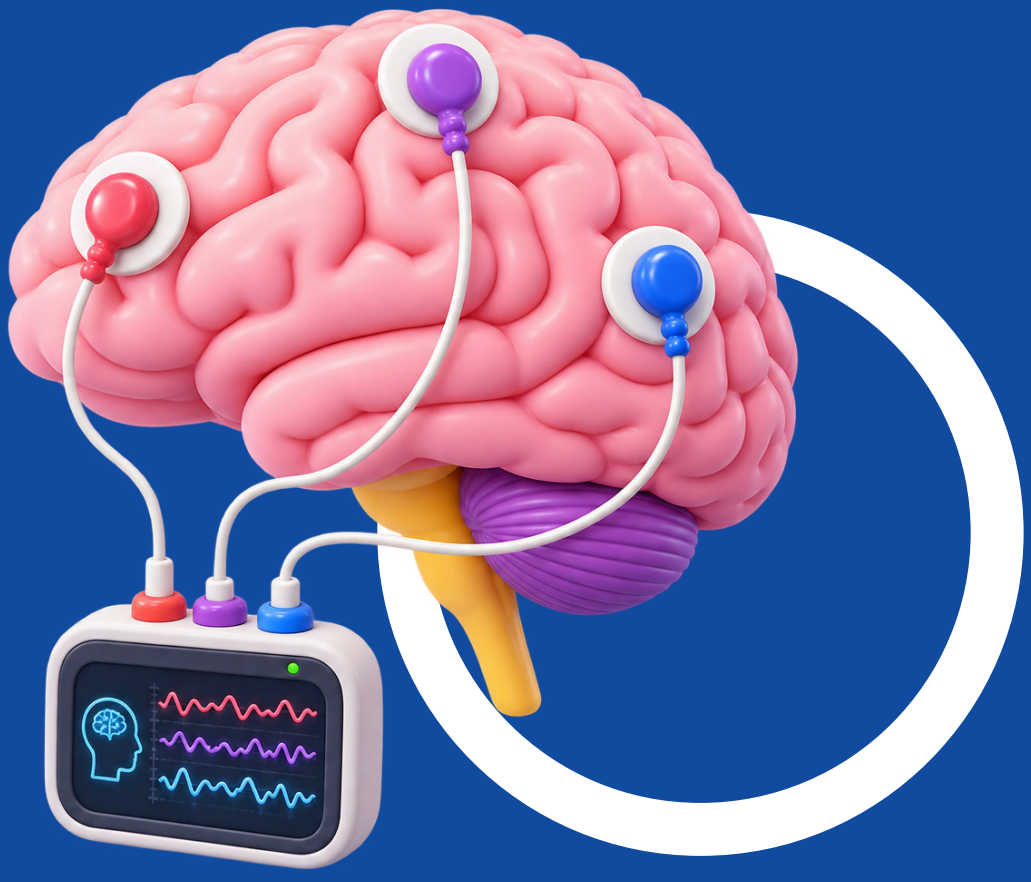
Journal of Hearing Science®

MEDINCUS®

ELETROFISIOLOGIA DA AUDIÇÃO: TUDO O QUE VOCÊ PRECISA SABER ANTES DE COMEÇAR SUAS AVALIAÇÕES (PARTE VI) - A PRECISÃO DOS FILTROS E A FIDELIDADE DO SINAL - ETAPA B

Maria Eduarda Aidar Santillo, Piotr Henryk Skarzynski
e Milaine Dominici Sanfins

Este material faz parte da série denominada ELETROFISIOLOGIA DA AUDIÇÃO: TUDO O QUE VOCÊ PRECISA SABER ANTES DE COMEÇAR SUAS AVALIAÇÕES, elaborada com o propósito de oferecer uma base sólida para o entendimento e a aplicação dos principais conceitos envolvidos na análise dos potenciais auditivos evocados.



Antes de prosseguir, convidamos você a consultar os boletins anteriores desta série, que exploram aspectos fundamentais para a prática clínica e a pesquisa na área:

- **PARTE I (março/2025):** discutiu um conceito matemático essencial frequentemente utilizado na análise dos potenciais evocados auditivos — a escolha do desvio padrão.

- **PARTE II (maio/2025):** abordou a escolha das polaridades do estímulo (rarefação, condensação e alternada) e sua influência na etapa diagnóstica..

- **PARTE III (junho/2025):** rapresentou a importância do número de apresentações de estímulos e a quantidade de médias aplicadas ao sinal dentro das avaliações eletrofisiológicas.

- **PARTE IV (abril/2026):** explorou a taxa de apresentação dos estímulos e seus efeitos sobre a morfologia e a estabilidade das respostas auditivas.

- **PARTE V (agosto/2026):** discorreu sobre o papel dos filtros analógicos e digitais dentro do processo de avaliação eletrofisiológica da audição - etapa A

O boletim atual é a Parte VI e dá continuidade ao tema dos filtros (etapa B), explorando os diferentes tipos de filtros (passa-alta, passa-baixa, notch e harmônicos), a taxa de amostragem, bem como o papel do pós-processamento digital na análise dos potenciais.O foco está nos filtros e em sua capacidade de otimizar a relação sinal-ruído sem comprometer a integridade morfológica das ondas, ou seja, nossa preocupação é garantir a precisão e a fidelidade do sinal.

COMPREENDENDO OS TIPOS DE FILTROS

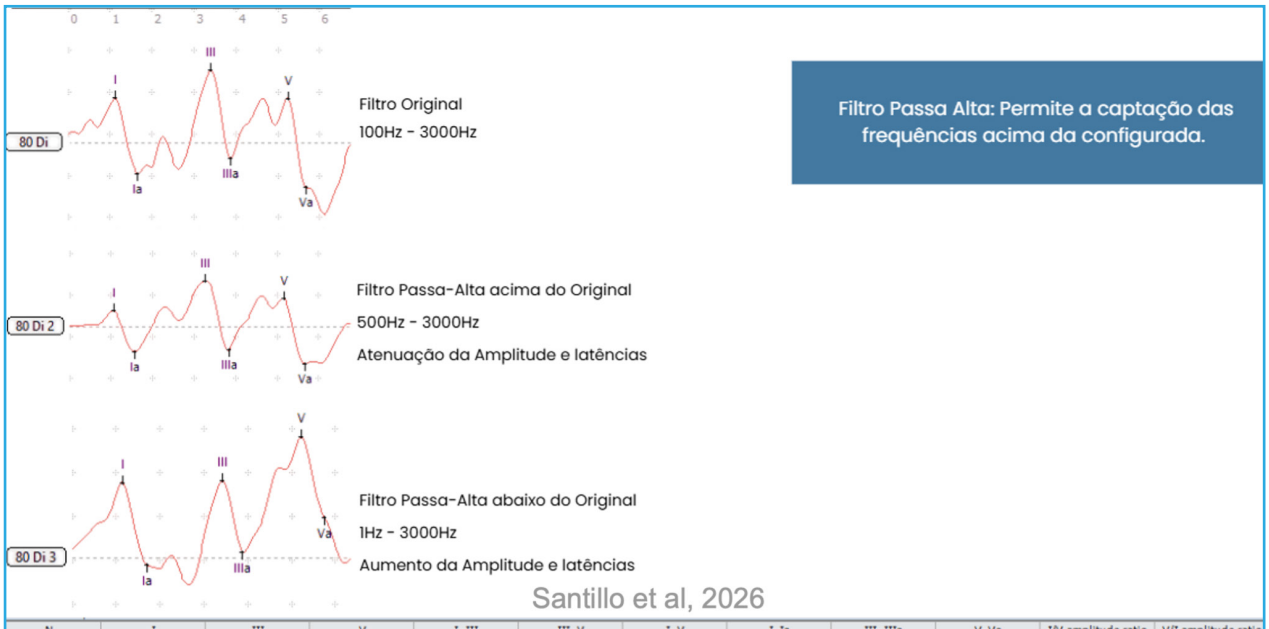
FILTRO PASSA-ALTA (HIGH - PASS FILTER)

O filtro passa-alta permite a passagem das frequências **acima de um determinado valor**, atenuando as frequências mais baixas. Na eletrofisiologia auditiva, ele é utilizado principalmente para reduzir oscilações lentas, como artefatos de movimento, sudorese e variações elétricas de baixa frequência.

Do ponto de vista clínico:

- Ajuda a limpar o traçado de variações lentas;
- Melhora a definição das ondas iniciais;
- Quando ajustado de forma excessiva, pode reduzir a amplitude ou alterar a morfologia das respostas.

Segundo James W. Hall III, o filtro passa-alta deve ser cuidadosamente selecionado, pois valores muito elevados podem eliminar componentes importantes do potencial evocado (vide figura 1).



N	I (ms)	III (ms)	V (ms)	I–III (ms)	III–V (ms)	I–V (ms)	I–Ia (µV)	III–IIIa (µV)	V–Va (µV)	I/V amplitude ratio	V/I amplitude ratio
80 Di	1,11	3,39	5,24	2,28	1,85	4,13	0,36	0,42	0,42	0,85	1,17
80 Di 2	1,06	3,25	5,16	2,20	1,91	4,10	0,20	0,34	0,32	0,62	1,61
80 Di 3	1,14	3,41	5,21	2,28	1,80	4,07	0,38	0,33	0,37	1,02	0,98

Figura 1: Avaliação do PEATE click em 3 diferentes condições de filtro passa-alta. Imagem do acervo pessoal dos autores.

A análise da figura 1 demonstra que a configuração do filtro passa-alta modifica a amplitude e também a latência, não é só um “limpa-ruído” neutro. Além disso, é possível verificar a presença de discretas diferenças nos valores de latência (décimos de ms) e nos valores de amplitude (décimos de µV), todavia, estas diferenças podem ser clinicamente relevantes.

Um aspecto de extrema importância clínica é que o uso do filtro deve ser o mesmo quando se pretende realizar uma comparação entre exames (entre orelhas, entre sessões ou quando se pretende analisar os resultados com valores de normalidade). Assim é fundamental usar sempre a mesma banda de filtragem, caso contrário você pode:

- Superestimar ou subestimar latências.
- Perder picos ou interpretar mudanças erroneamente.
- Prejudicar ou errar no processo diagnóstico.



Abaixo, acesse um quadro comparativo das variações observadas nas 3 condições do filtro.

Quadro 1: Comparação dos efeitos da mudança dos filtros passa-alta nas respostas do PEATE-Click (Santillo, Skarzynski e Sanfins, 2026)

PARÂMETROS	100-3000Hz	500-3000Hz	1- 3000Hz
Morfologia dos picos	**PADRÃO** Picos bem definidos, forma típica I–III–V	Picos achatados com redução de amplitudes	Alterada
Linha de base	**PADRÃO** Linha estável, ruído controlado	Estável	Instável
Efeito na latência	**PADRÃO** Latências dentro dos valores normativos	Diminuição de 0.04 a 0.07 ms em relação ao filtro padrão	Aumento de 0.06 a 0.08 ms em relação ao filtro padrão
Efeito na amplitude	**PADRÃO** Amplitude dentro dos valores normativos	Diminuição de 35 a 40% em relação ao filtro padrão	Aumento de 15 a 25% em relação ao filtro padrão
Efeito nos intervalos interpicos	**PADRÃO** Valores interpicos de referência, mais confiáveis para comparação clínica	Tendência à redução dos intervalos interpicos em relação ao filtro padrão	Tendência ao aumento dos intervalos interpicos em relação ao filtro padrão

FILTRO PASSA-BAIXA (LOW- PASS FILTER)

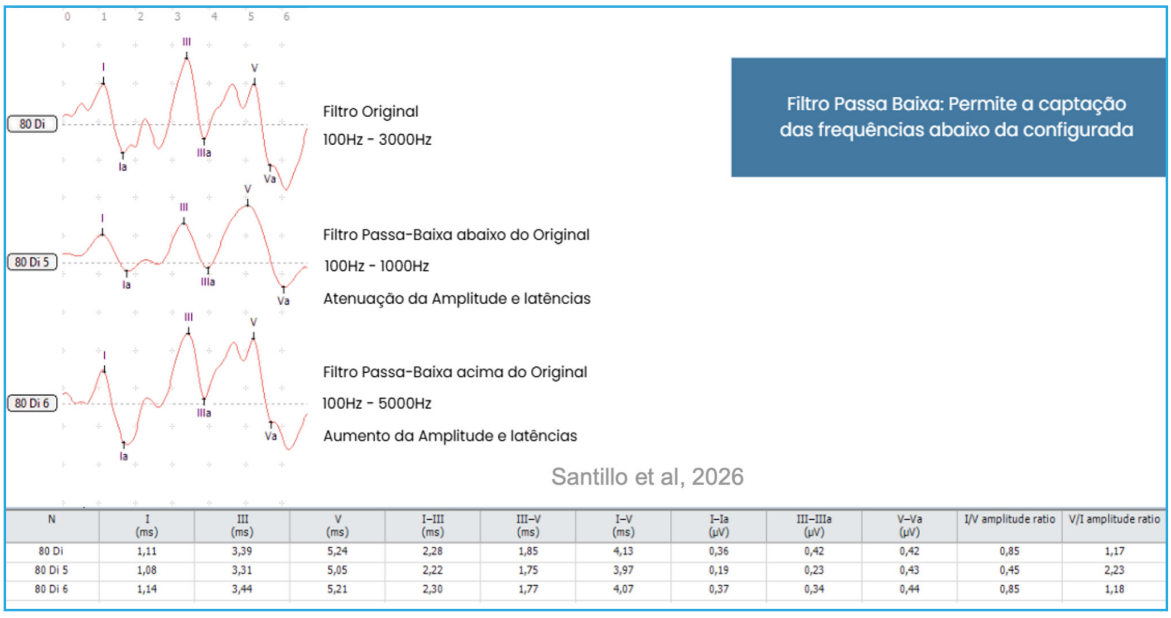
O filtro passa-baixa permite a passagem das frequências **abaixo de um determinado limite**, atenuando as frequências mais altas. Ele é essencial para reduzir ruídos rápidos, como interferência elétrica e atividade muscular de alta frequência.

Do ponto de vista clínico:

- Contribui para um traçado mais suave e organizado;
- Facilita a visualização das ondas;
- Quando excessivamente restritivo, pode "arredondar" o traçado e mascarar detalhes importantes.

Em um bom exemplo seria o uso nos potenciais de longa latência, visto que, o filtro deve auxiliar na atenuação das altas frequências, pois a grande parte do sinal deste modelo de avaliação está focado nas baixas frequências.

De acordo com Terence W. Picton, o equilíbrio entre filtros passa-alta e passa-baixa é determinante para preservar a fidelidade temporal e morfológica das respostas auditivas.



N	I (ms)	III (ms)	V (ms)	I–III (ms)	III–V (ms)	I–V (ms)	I–Ia (µV)	III–IIIa (µV)	V–Va (µV)	I/V amplitude ratio	V/I amplitude ratio
80 Di	1,11	3,39	5,24	2,28	1,85	4,13	0,36	0,42	0,42	0,85	1,17
80 Di 5	1,08	3,31	5,05	2,22	1,75	3,97	0,19	0,23	0,43	0,45	2,23
80 Di 6	1,14	3,44	5,21	2,30	1,77	4,07	0,37	0,34	0,44	0,85	1,18

Figura 2: Avaliação do PEATE click em 3 diferentes condições de filtro passa-baixa. Imagem do acervo pessoal dos autores (Santillo et al, 2026).

A análise dos três traçados mostra como a mudança do filtro pode modificar as respostas eletrofisiológicas e comprometer o diagnóstico mediante as mudanças nos seus componentes essenciais.

Quadro 2: Comparação dos efeitos da mudança dos filtros passa- baixa nas respostas do PEATE-click (Santillo, Skarzynski e Sanfins, 2026)

PARÂMETROS	100-3000Hz	100-1000Hz	100 - 5000Hz
Morfologia dos picos	**PADRÃO** Picos bem definidos, forma típica I–III–V	Ondas mais largas, menos recortadas, picos mais "achatados"	Picos mais pontudos e altos, porém com maior ruído de alta frequência ao redor
Linha de base	**PADRÃO** Linha estável, ruído controlado	Linha de base mais "ondulada", com flutuações lentas de baixa frequência	Linha de base mais "granulada", com oscilação rápida de alta frequência
Efeito na latência	**PADRÃO** Latências dentro dos valores normativos	Pequeno aumento aparente das latências, sobretudo pela maior largura dos picos	Latências semelhantes ao padrão, podendo variar levemente com mais dificuldade de marcação precisa
Efeito na amplitude	**PADRÃO** Amplitude dentro dos valores normativos	Atenuação da amplitude, principalmente de V (redução de I–Ia, V–Va e da relação V/I)	Aumento da amplitude das ondas (especialmente V e V–Va), com possível superestimação pela presença de ruído
Efeito nos intervalos interpicos	**PADRÃO** Valores interpicos de referência, mais confiáveis para comparação clínica	Leve alongamento dos interpicos por imprecisão na marcação dos picos alargados	Interpicos tendem a manter-se próximos ao padrão, mas a marcação pode ficar menos estável pelo ruído

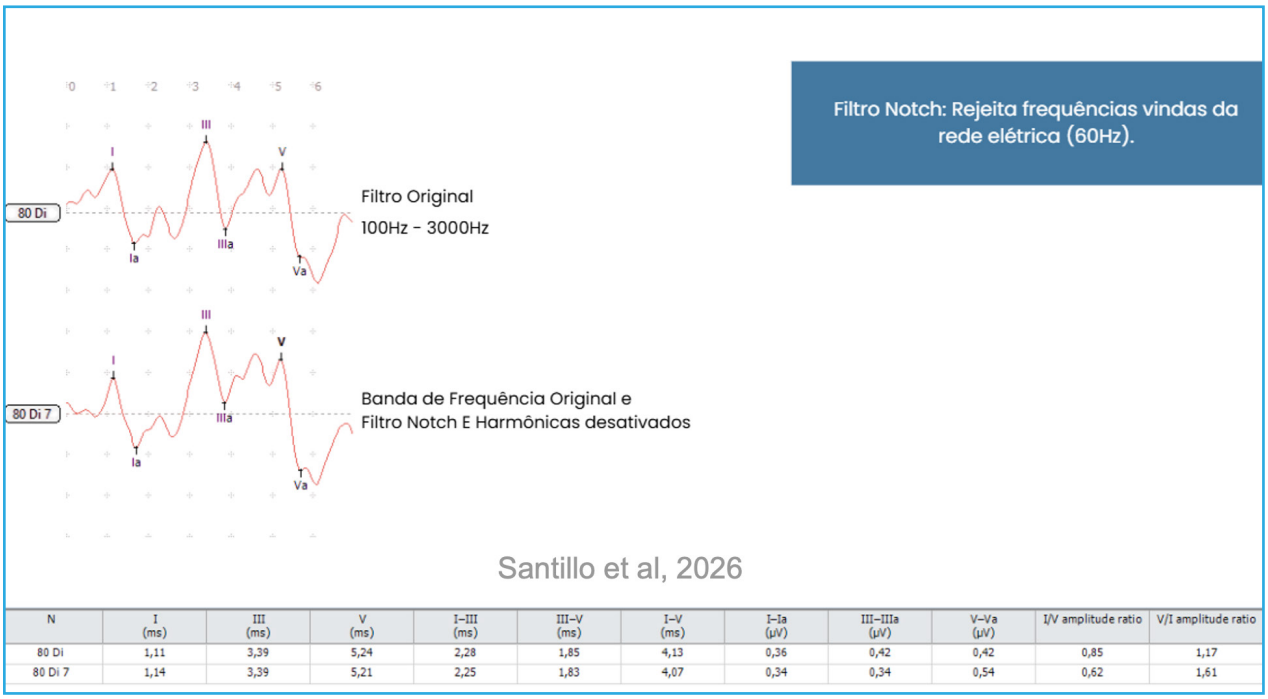
FILTRO REJEITA BANDA (NOTCH FILTER)

O filtro rejeita-banda, também conhecido como filtro notch, é projetado para eliminar uma faixa específica de frequência, sendo mais comumente utilizado para atenuar a interferência da rede elétrica (50 ou 60 Hz, dependendo do país).

Do ponto de vista clínico:

- Reduz ruídos contínuos da rede elétrica;
- Pode melhorar a qualidade do registro em ambientes com interferência elétrica;
- Deve ser usado com cautela, pois pode alterar a forma do sinal, especialmente se aplicado de maneira indiscriminada.

Autores como Terence W. Picton alertam que o uso excessivo do filtro notch pode mascarar componentes reais do sinal, devendo ser considerado um recurso auxiliar, e não de rotina.

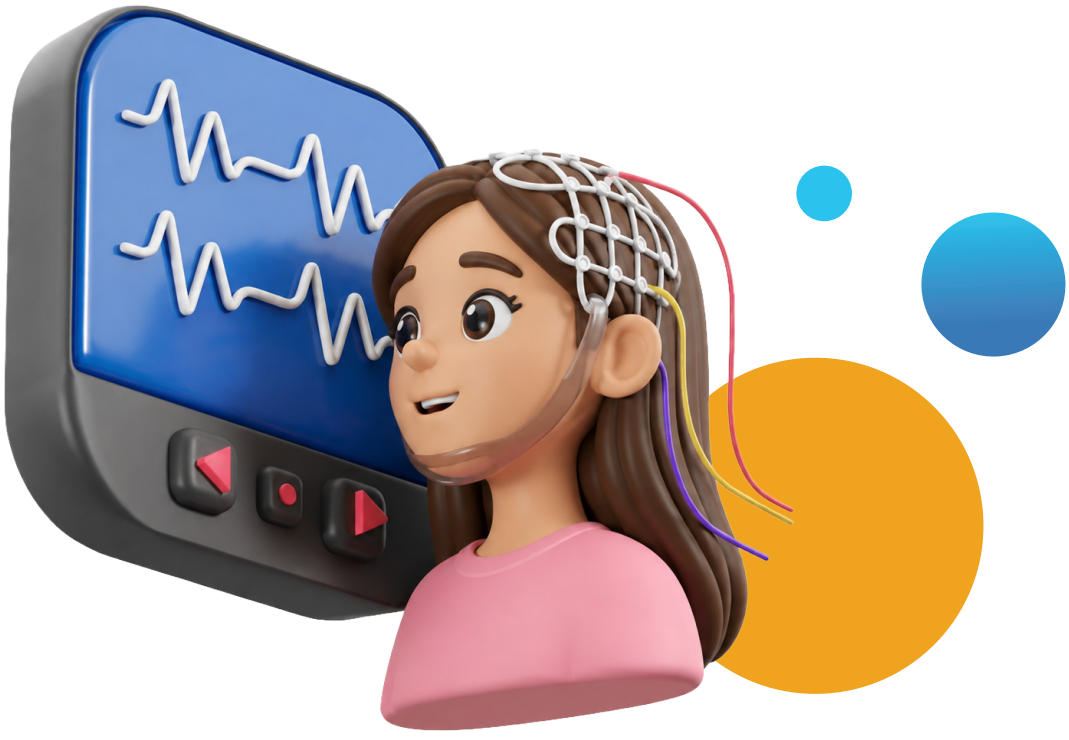


N	I (ms)	III (ms)	V (ms)	I–III (ms)	III–V (ms)	I–V (ms)	I–Ia (µV)	III–IIIa (µV)	V–Va (µV)	I/V amplitude ratio	V/I amplitude ratio
80 Di	1,11	3,39	5,24	2,28	1,85	4,13	0,36	0,42	0,42	0,85	1,17
80 Di 7	1,14	3,39	5,21	2,25	1,83	4,07	0,34	0,34	0,54	0,62	1,61

Figura 3: Avaliação do PEATE click em 2 diferentes condições de filtro rejeita banda. Imagem do acervo pessoal dos autores (Santillo et al, 2026).

Quadro 3: Comparação dos efeitos da mudança dos filtros rejeita banda nas respostas do PEATE-Click (Santillo, Skarzynski e Sanfins, 2026)

PARÂMETROS	100-3000Hz	Filtro Notch
Morfologia dos picos	**PADRÃO** Picos bem definidos, forma típica I–III–V	Ondas mais largas, menos recortadas, picos mais “achatados”
Linha de base	**PADRÃO** Linha estável, ruído controlado	Linha de base mais “ondulada”, com flutuações lentas de baixa frequência
Efeito na latência	**PADRÃO** Latências dentro dos valores normativos	Pequeno aumento aparente das latências, sobretudo pela maior largura dos picos
Efeito na amplitude	**PADRÃO** Amplitude dentro dos valores normativos	Atenuação da amplitude, principalmente de V (redução de I–Ia, V–Va e da relação V/I)
Efeito nos intervalos interpicos	**PADRÃO** Valores interpicos de referência, mais confiáveis para comparação clínica	Mantida; interpicos continuam estáveis e são considerados confiáveis



FILTRO HARMÔNICOS

Os filtros harmônicos são utilizados para atenuar frequências múltiplas de uma frequência fundamental indesejada, como aquelas geradas por interferência elétrica ou por equipamentos próximos.

Do ponto de vista clínico:

- ajudam a reduzir padrões repetitivos de ruído;
- melhoram a relação sinal-ruído;
- devem ser usados com critério para não eliminar componentes legítimos do potencial evocado.

Assim como outros filtros digitais, sua aplicação exige conhecimento técnico e clínico para evitar interpretações equivocadas do traçado.



Figura 4: Interferências presentes na coleta de exames- Gerado por IA - Gemini

TAXA DE AMOSTRAGEM

FILTRO PASSA-ALTA (HIGH - PASS FILTER)

A taxa de amostragem define quantas vezes por segundo o sinal analógico é convertido para o formato digital. Quanto maior a taxa de amostragem, maior a fidelidade temporal do registro.

Na eletrofisiologia auditiva:

- taxas adequadas permitem melhor definição das latências;
- taxas baixas podem gerar distorções temporais e perda de informação;
- a taxa de amostragem deve ser compatível com o tipo de potencial avaliado.

Segundo James W. Hall III, uma taxa de amostragem inadequada compromete a precisão da análise, especialmente em exames como o PEATE, nos quais diferenças de poucos milissegundos são clinicamente relevantes.



Abaixo, apresentaremos uma maneira prática e resumida sobre os filtros visando a função clínica, o auxílio na prática clínica e o risco do uso inadequado destes sistemas.

Quadro 4: Comparação dos efeitos tipos de filtro dentro do processo diagnóstico baseado na eletrofisiologia auditiva (Santillo, Skarzynski e Sanfins, 2026)

Filtro	Para que serve (função clínica)	O que ajuda na prática?	Risco do uso inadequado
Filtro passa-alta	Atenua frequências baixas indesejáveis	Reduz oscilações lentas, movimento do paciente e artefatos de base	Pode reduzir amplitude das ondas ou eliminar componentes reais do potencial
Filtro passa-baixa	Atenua frequências altas indesejáveis	Diminui ruído elétrico e atividade muscular, deixando o traçado mais suave	Pode "arredondar" o traçado e mascarar detalhes morfológicos importantes
Filtro rejeita-banda (notch)	Elimina uma faixa específica de frequência (ex.: 50/60 Hz)	Reduz interferência da rede elétrica em ambientes ruidosos	Pode distorcer o sinal fisiológico se usado de forma indiscriminada
Taxa de amostragem	Define a resolução temporal do sinal digital	Permite identificação precisa das latências das ondas	Taxas baixas geram distorções temporais e perda de informação
Filtro harmônicos	Atenua múltiplos de uma frequência indesejada	Reduz ruídos repetitivos e melhora a relação sinal-ruído	Pode remover componentes legítimos do potencial evocado
Filtro de pós-processamento	Ajusta a visualização do traçado após a captação	Facilitam a identificação das ondas e a comparação entre registros	Podem induzir erro interpretativo se usados para "criar" respostas

1. FILTROS DIGITAIS DE PÓS-PROCESSAMENTO: AJUSTE DO TRAÇADO APÓS A CAPTAÇÃO

Os filtros digitais de pós-processamento atuam após a finalização da aquisição do sinal, ou seja, depois que o exame já foi captado e armazenado pelo sistema. Diferentemente dos filtros digitais de entrada, que fazem parte do processamento matemático durante a aquisição, esses filtros têm como principal objetivo modificar a aparência do traçado, facilitando sua visualização e análise. **Todavia, o seu uso precisa ser realizado com critérios para que o resultado do exame não seja alterado e, deste modo, toda a avaliação possa ser comprometida.**

De forma simples, eles funcionam como um "ajuste de imagem", semelhante a um photoshop do sinal: o dado original continua existindo, mas o profissional pode aplicar diferentes configurações de filtragem para destacar ou suavizar determinadas características do traçado.

Na prática clínica, esses filtros permitem:

- Realçar ondas pouco visíveis, tornando a morfologia mais evidente;
- Reduzir ruídos residuais que permaneceram após a aquisição;
- Comparar traçados com diferentes ajustes, auxiliando na identificação das respostas.

É importante destacar que esse tipo de filtro não altera o sinal bruto captado, mas sim a forma como ele é apresentado na tela. Por isso, seu uso deve ser criterioso: embora facilite a visualização, pode modificar a morfologia aparente das ondas, influenciando a percepção de latência e amplitude. Terence W. Picton ressalta que filtros aplicados após a captação devem ser utilizados com cautela, pois ajustes excessivos podem gerar interpretações equivocadas, especialmente quando utilizados como única base para decisões clínicas.

Da mesma forma, James W. Hall III enfatiza que a análise dos potenciais evocados deve priorizar, sempre que possível, o traçado obtido com parâmetros adequados de aquisição, utilizando o pós-processamento apenas como ferramenta auxiliar.

Do ponto de vista clínico, os filtros de pós-processamento são extremamente úteis quando:

- O exame foi bem captado, mas apresenta baixo contraste visual;
- O profissional deseja comparar respostas em diferentes condições de filtragem.
- Presença de interpicos advindos de interferências externas (eletromagnéticas e miográficas).

Por outro lado, eles não devem ser usados para “criar” respostas ou compensar aquisições inadequadas. A confiabilidade do exame continua dependendo, principalmente, da correta captação do sinal, do bom posicionamento dos eletrodos e dos ajustes apropriados dos filtros analógicos e digitais de entrada.

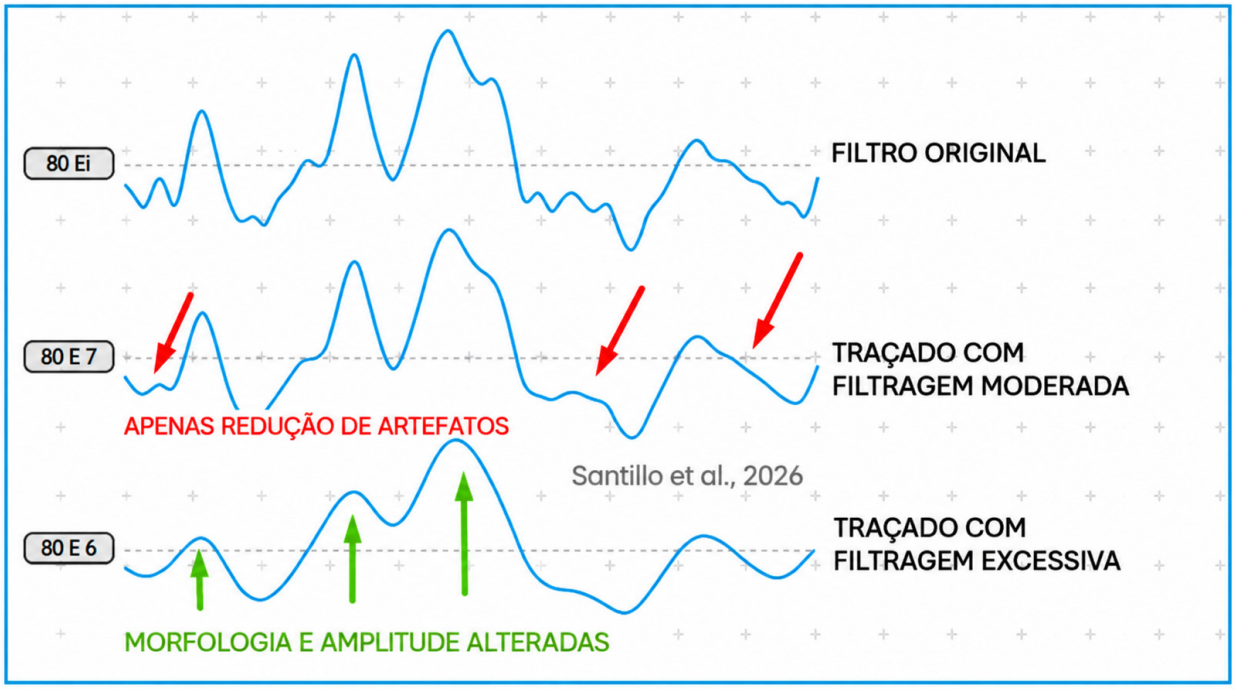


Figura 5: Filtro digital pós processamento utilizado: Filtro moderado x Filtro Exagerado.

Abaixo será apresentada uma tabela com os filtros, frequentemente, recomendados para as avaliações eletrofisiológicas. É importante salientar que, a escolha SEMPRE depende do objetivo do avaliador.

Quadro 5: Filtros utilizados em exames de potenciais evocados auditivos (Santillo, Skarzynski e Sanfins, 2026)

Exame / Potencial Evocado	Filtro Passa-Alta (Hz)	Filtro Passa-Baixa (Hz)	Filtro	100 - 5000Hz
Curta latência (PEATE/ABR)	100 – 150	1500-3000	Ativado	Ativado
Média latência (MLR)	10 – 30	1500	Ativado	Desativado
Longa latência (LLR)	0.1 – 1	30 – 100	Ativado	Desativado
Estado Estável (ASSR)	30 – 100	300	Ativado	Desativado
ECochG	10 – 30	1500 – 3000	Ativado	Ativado
P300	0.1 – 1	20 – 30	Ativado	Ativado
VEMP (cVEMP / oVEMP)	10 – 30	1000 – 1500	Ativado	Ativado

No entanto, por dependerem de componentes físicos, os filtros analógicos apresentam limitações quanto à precisão dos cortes de frequência. A estrutura e o dimensionamento destes componentes são definidos de acordo com a finalidade clínica do equipamento, o que explica por que cada sistema é projetado para determinados tipos de exames e possui funcionalidades específicas.

Conforme mencionado neste boletim e na parte A deste mesmo tema, a definição dos filtros em potenciais evocados auditivos e vestibulares constitui uma etapa crítica para a obtenção de sinais com adequada relação sinal-ruído, preservando a integridade fisiológica das respostas.

Do ponto de vista neurofisiológico, cada potencial apresenta um espectro de frequência característico, diretamente relacionado à sua origem geradora e à latência da resposta.

Potenciais de curta latência, como o PEATE/ABR, são dominados por componentes de alta frequência associados à atividade sincrônica do tronco encefálico, justificando o uso de filtros passa-alta mais elevados (100–150 Hz) e passa-baixa amplos (até 3000 Hz). Em contraste, potenciais de longa latência (LLR e P300), que refletem processamento cortical e cognitivo, apresentam predominância de frequências baixas, exigindo filtros passa-alta reduzidos (0,1–1 Hz) e passa-baixa restritos (20–100 Hz), sob risco de distorção morfológica caso filtros inadequados sejam aplicados.

Essa relação entre fisiologia e filtragem é amplamente discutida em diretrizes internacionais (por exemplo, American Clinical Neurophysiology Society e British Society of Audiology), que enfatizam a necessidade de alinhamento entre parâmetros técnicos e o fenômeno neural investigado. Adicionalmente, a ativação de filtros notch (60 Hz) e harmônicos deve ser cuidadosamente ponderada, pois, embora reduzam interferências elétricas da rede, podem introduzir distorções de fase e atenuação de componentes relevantes do sinal, especialmente em respostas de baixa amplitude, como MLR e LLR.

Estudos metodológicos indicam que o uso indiscriminado desses filtros pode comprometer a fidelidade temporal dos potenciais, afetando medidas clínicas como latência e amplitude (Widmann et al., 2015; Picton, 2010). Assim, a decisão de ativar ou não tais filtros deve considerar o ambiente de registro (nível de ruído elétrico), o tipo de eletrodo, a impedância e, sobretudo, o objetivo clínico ou de pesquisa.

Em contextos experimentais mais controlados, recomenda-se minimizar o uso de filtros agressivos e priorizar estratégias de aquisição (como redução de impedância e média de varreduras), enquanto em ambientes clínicos com maior interferência pode ser necessário um compromisso entre limpeza do sinal e preservação fisiológica.

Com base nestas informações, esperamos que você avaliador possa tomar a decisão mais acertada no seu processo de investigação clínica possibilitando a realização de exames de qualidade.

Convidamos você a nos acompanhar na nossa jornada dentro dos procedimentos eletrofisiológicos.



Quiz - Eletrofisiologia da audição
Filtros e precisão de sinais (Parte B)

Instruções: Selecione a alternativa correta para cada questão.

1. Qual é a principal função clínica do filtro passa-alta na eletrofisiologia auditiva?

a) Atenuar frequências baixas indesejáveis, como artefatos de movimento e oscilações lentas.

b) Eliminar totalmente toda e qualquer atividade elétrica abaixo de 100 Hz.

c) Aumentar a amplitude de todos os componentes do sinal registrado.

d) Converter sinais analógicos em digitais com taxa de amostragem elevada.

2. De acordo com o boletim, qual é o risco primário do uso excessivo do filtro passa-baixa?

a) Aumenta a impedância dos eletrodos.

b) Pode 'arredondar' o traçado e mascarar detalhes morfológicos importantes.

c) Reduz a taxa de amostragem do sinal.

d) Amplifica os ruídos da rede elétrica.

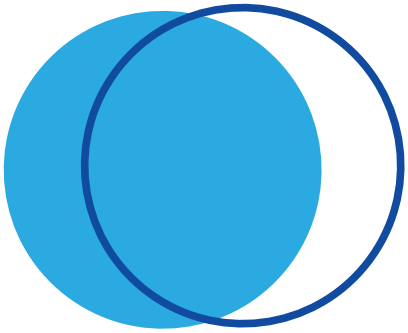
3. O filtro rejeita-banda (notch filter) é mais comumente utilizado para qual finalidade?

a) Eles Aumentar a amplitude dos potenciais de longa latência.

b) Eliminar artefatos de movimento do paciente.

c) Atenuar a interferência da rede elétrica (50 ou 60 Hz).

d) Melhorar a relação sinal-ruído de frequências acima de 1000 Hz.



4. Por que a manutenção dos mesmos parâmetros de filtros é fundamental ao comparar exames em avaliações eletrofisiológicas?

a) Porque reduz o tempo total de realização do teste.

b) Porque pode-se superestimar ou subestimar latências e perder picos, prejudicando o diagnóstico.

c) Porque os eletrodos necessitam de calibração frequente.

d) Porque diminui a impedância dos eletrodos de superfície.

5. Qual é a diferença fundamental entre filtros digitais de entrada (on-line) e filtros digitais de pós-processamento?

a) Filtros de entrada funcionam em tempo real durante aquisição; pós-processamento altera apenas a visualização após captação.

b) Filtros de pós-processamento são mais precisos que os de entrada.

c) Filtros de entrada não modificam o sinal bruto, apenas a apresentação visual.

d) Filtros de pós-processamento devem ser usados como base exclusiva para decisões clínicas

6. Qual configuração de filtro é mais adequada para avaliações de PEATE (Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico) segundo o boletim?

a) Filtro passa-alta de 0,1 Hz e passa-baixa de 20 Hz.

b) Filtro passa-alta de 100-150 Hz e passa-baixa amplo (até 3000 Hz).

c) Sem qualquer tipo de filtragem para preservar o sinal original.

d) Filtro passa-alta de 50 Hz e passa-baixa de 500 Hz.

REFERÊNCIAS CONSULTADAS

01. Sanfins MD, Medeiros B, Santillo MEA, Skarzynski PH. Electrophysiology of hearing: everything you need to know before starting your assessments (Part I) – choosing the standard deviation. MEDINCUS Bulletin. 2025 Mar;24. doi:10.5281/zenodo.14362257.medincus+1

02. Sanfins MD, Santillo MEA, Skarzynski PH. Electrophysiology of hearing: everything you need to know before starting your assessments (Part II) – polarity of stimuli. MEDINCUS Bulletin. 2025 May;26. doi:10.5281/zenodo.14718558.kandel+1

03. Sanfins MD, Skarzynski PH, Hall JW. Electrophysiology of hearing: everything you need to know before starting your assessments (Part III) – number of stimulus averages. MEDINCUS Bulletin. 2025 Jun;27. doi:10.5281/zenodo.15213743.inz+1

04. Sanfins MD, Skarzynski PH, Hall JW III. Auditory electrophysiology: everything you need to know before starting your assessments (Part IV) – rate of stimulus presentation. MEDINCUS Bulletin. 2026 Apr;37. doi:10.5281/zenodo.18318581.

05. Santillo MEA, Skarzynski PH, Sanfins MD. Auditory electrophysiology: everything you need to know before starting your AEP assessments (Part V) – the role of analog and digital filters – stage A. MEDINCUS Bulletin. 2026 Aug;41. doi:10.5281/zenodo.21047975.

06. Hall JW III. New handbook of auditory evoked responses. Boston: Pearson; 2007.juc+2

07. Picton TW. Human auditory evoked potentials. San Diego (CA): Plural Publishing; 2010.pubs.aip+1

08. Kemp DT. Otoacoustic emissions, travelling waves and cochlear mechanics. In: Burkard RF, Eggermont JJ, Don M, editors. Auditory evoked potentials: basic principles and clinical application. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2007. p.95–104.juc+2

09. Geddes LA, Baker LE. Principles of applied biomedical instrumentation. New York: Wiley-Interscience; 1989.

10. Chiappa KH. Evoked potentials in clinical medicine. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 1997.

11. Oppenheim AV, Schafer RW. Discrete-time signal processing. 3rd ed. Upper Saddle River (NJ): Prentice Hall; 2010.

12. Luck SJ. An introduction to the event-related potential technique. 2nd ed. Cambridge (MA): MIT Press; 2014.

13. Hood LJ. Clinical applications of the auditory brainstem response. San Diego (CA): Singular Publishing Group; 1998

14. Rance G. The auditory steady-state response: generation, recording, and clinical application. San Diego (CA): Plural Publishing; 2008

15. Burkard RF, Eggermont JJ, Don M, editors. Auditory evoked potentials: basic principles and clinical application. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2007.ovid+2

16. Shannon CE. Communication in the presence of noise. Proc IRE. 1949;37(1):10–21.

17. Mühler R, Ziese M. Technical aspects of recording auditory evoked potentials. Hear Res. 2012;294(1–2):24–30.pubmed.ncbi.nlm.nih+1

18. Widmann A, Schröger E, Maess B. Digital filter design for electrophysiological data: a practical approach. J Neurosci Methods. 2015;250:34–46.sciencedirect+2

19. Doyle DJ, Hyde ML. Analogue and digital filtering of auditory brainstem responses. Scand Audiol. 1981;10(2):81–89.

20. Boston JR, Ainslie PJ. Effects of analog and digital filtering on brain stem auditory evoked potentials. Electroencephalogr Clin Neurophysiol. 1980;48(3):361–364. doi:10.1016/0013-4694(80)90273-4.

21. Domico WD, Kavanagh KT. Analog and zero phase-shift digital filtering of the auditory brain stem response waveform. Ear Hear. 1986;7(6):377–382. doi:10.1097/00003446-198612000-00006.

22. Møller AR. Improving brain stem auditory evoked potential recordings by digital filtering. Ear Hear. 1983;4(2):108–113. doi:10.1097/00003446-198303000-00010.

23. Marsh RR. Digital filtering of auditory evoked potentials. Ear Hear. 1988;9(3):101–107. doi:10.1097/00003446-198806000-00001.

24. Burgess RC. Filtering of neurophysiologic signals. Handb Clin Neurol. 2019;160:51–65. doi:10.1016/B978-0-444-64032-1.00004-7.

25. Tanner D, Morgan-Short K, Luck SJ. How inappropriate high-pass filters can produce artifactual effects and incorrect conclusions in ERP studies of language and cognition. Psychophysiology. 2015;52(8):997–1009. doi:10.1111/psyp.12437.semanticscholar+1

26. Picton TW, Bentin S, Berg P, Donchin E, Hillyard SA, Johnson R Jr, et al. Guidelines for using human event-related potentials to study cognition: recording standards and publication criteria. Psychophysiology. 2000;37(2):127–152.

27. Picton TW, John MS, Dimitrijevic A, Purcell DW. Auditory steady-state responses. Int J Audiol. 2003;42(4):177–219.

28. Stapells DR. Threshold estimation by the tone-evoked auditory brainstem response. Hear J. 2011;64(4):11–20.

29. Kemp DT. Otoacoustic emissions, travelling waves and cochlear mechanics. Hear Res. 1986;22:95–104. doi:10.1016/0378-5955(86)90087-0. sciencedirect+2

Respostas corretas:

1. Resposta correta: ∀
2. Resposta correta: Β
3. Resposta correta: Ↄ
4. Resposta correta: Β
5. Resposta correta: ∀
6. Resposta correta: Β

Autores



MESTRANDA MARIA EDUARDA AIDAR SANTILLO

- Mestranda em Distúrbios da Comunicação Humana pela Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP
- Membro do grupo de Pesquisas e Estudos em Cognição, Ondas e Audição - ECOA
- Especialista em Eletroacústica e Eletrofisiologia
- Especialista na linha de Audiologia – Representante comercial Kandel Medical (Neurosoft)
- Graduação em Engenharia Biomédica pela Centro Universitário das Américas
- Técnica em Equipamentos Biomédicos pelo SENAI-SP



PROF. DR. PIOTR HENRYK SKARZYNSKI

- Professor, Otorrinolaringologista, Mestre e Doutor pela Medical University of Warsaw;
- Realiza trabalho científico, didático, clínico e organizacional no World Hearing Center of Institute of Physiology and Pathology of Hearing, Institute of Sensory Organs and Medical University of Warsaw.
- Especialista em otorrinolaringologia, otorrinolaringologia pediátrica, fonoaudiologia e saúde pública;
- Participou da 3ª Reunião de Consulta no Fórum Mundial de Audição da Organização Mundial de Saúde (OMS).
- Membro do Roster of Experts on Digital Health da OMS;
- Vice-Presidente e Representante Institucional do ISfTeH;
- Presidente eleito do Conselho Consultivo Internacional da American Academy Otoringology – Head and Neck Surgery (AAO-HNS);
- Membro do Departamento de Congressos e Reuniões da European Academy of Otology and Neuro-otology (EAONO), Representante Regional da Europa da International Society of Audiology (ISA), Vice-Presidente do Hearing Group, Auditor da European Federation of Audiology Societies (EFAS), membro do Facial Nerve Stimulation Steering Committee;
- Secretário do Conselho da Sociedade Polonesa de Otorrinolaringologistas, Foniatras e Audiologistas. Membro da Comissão de Auditoria (2018–2019)
- Embaixador da Boa Vontade representando a Polônia no Encontro Anual e Experiência OTO da AAO-HNSF 2021 e, desde 2021, membro do Comitê de Dispositivos Auditivos Implantáveis e do Comitê de Educação em Otologia e Neurotologia da AAO-HNS;
- Comitê Consultor de Especialistas Internacionais do CPAM-VBMS, membro honorário da ORL Danube Society e membro honorário da Société Française d'OtoRhino-Laryngologie;
- Membro do Conselho do Centro Nacional de Ciências.



PROFA. DRA. MILAINE DOMINICI SANFINS

- Professora Adjunta da Disciplina dos Distúrbios de Audição do Curso de Fonoaudiologia da Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP);
- Membro do grupo de pesquisa do Institute of Physiology and Pathology of Hearing and World Hearing Center, Kajetany, Poland;
- Líder do grupo de pesquisa ECOA (Eletrofisiologia, Cognição, Ondas e Audição) com cadastro ativo no Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq);
- Orientadora no Programa de Pós Graduação em Distúrbios da Comunicação Humana (PPG - DCH) da Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP);
- Professora do Curso de Pós-Graduação em Audiologia Clínica pelo Instituto Israelita de Ensino e Pesquisa do Hospital Albert Einstein;
- Pós-doutorado pelo World Hearing Center, Varsóvia, Polônia;
- Doutorado sanduíche pela Faculdade de Ciências Médicas, Universidade Estadual de Campinas (FCM-UNICAMP) e pela Università degli Studi di Ferrara/Italy;
- Especialista em Audiologia pelo Conselho Federal de Fonoaudiologia;
- Graduação e Mestre pela Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (FMUSP);
- Membro da comissão de ensino e pesquisa da Academia Brasileira de Audiologia (2024-2026);
- Revisora de artigos científicos e capítulos de livros na área de Audiologia, Eletrofisiologia, Neuroaudiologia e Neurociência;
- Instagram @misanfins / email: msanfins@uol.com.br e msanfins@unifesp.br