

Jun 27, 2024

# PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO ELETROFISIOLÓGICA DIRECIONADO A CRIANÇA COM TRANSTORNO DO PROCESSAMENTO AUDITIVO CENTRAL

DOI

[dx.doi.org/10.17504/protocols.io.5jyl82me8l2w/v1](https://dx.doi.org/10.17504/protocols.io.5jyl82me8l2w/v1)

Mariana Heloiza Ribeiro Carvalho<sup>1</sup>, Pedro L Menezes<sup>1</sup>, LUCAS DANIEL SOUZA DE VASCONCELOS<sup>1</sup>, NATÁLIA DE LIMA BARBOSA DA SILVA<sup>1</sup>, Aline Tenório Lins Carnaúba<sup>1</sup>

<sup>1</sup>UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CIÊNCIAS DA SAÚDE DE ALAGOAS

Mariana Heloiza Ribeiro Carvalho: Discente do Programa Associado de Pós-Graduação em Fonoaudiologia UFPB/UFRN/UNCISAL

Pedro L Menezes: Docente do Programa Associado de Pós-Graduação em Fonoaudiologia UFPB/UFRN/UNCISAL

LUCAS DANIEL SOUZA DE VASCONCELOS: Discente do Programa Associado de Pós-Graduação em Fonoaudiologia UFPB/UFRN/UNCISAL

NATÁLIA DE LIMA BARBOSA DA SILVA: Discente do Programa Associado de Pós-Graduação em Fonoaudiologia UFPB/UFRN/UNCISAL

Aline Tenório Lins Carnaúba: Docente do Programa Associado de Pós-Graduação em Fonoaudiologia UFPB/UFRN/UNCISAL



Aline Tenório Lins Carnaúba

UNCISAL

OPEN  ACCESS



DOI: [dx.doi.org/10.17504/protocols.io.5jyl82me8l2w/v1](https://dx.doi.org/10.17504/protocols.io.5jyl82me8l2w/v1)

**Protocol Citation:** Mariana Heloiza Ribeiro Carvalho, Pedro L Menezes, LUCAS DANIEL SOUZA DE VASCONCELOS, NATÁLIA DE LIMA BARBOSA DA SILVA, Aline Tenório Lins Carnaúba 2024. PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO ELETROFISIOLÓGICA DIRECIONADO A CRIANÇA COM TRANSTORNO DO PROCESSAMENTO AUDITIVO CENTRAL. **protocols.io**

<https://dx.doi.org/10.17504/protocols.io.5jyl82me8l2w/v1>

**License:** This is an open access protocol distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution License](#), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited

**Protocol status:** Working

**We use this protocol and it's working**

**Created:** April 12, 2024

**Last Modified:** June 27, 2024



**Protocol Integer ID:** 98152

**Keywords:** Frequency Following Response, crianças, processamento auditivo, eletrofisiologia, audiologia

**Funders Acknowledgement:**

**FUNDAÇÃO DE AMPARO A  
PESQUISA DO ESTADO DE  
ALAGOAS**

**Grant ID:** FAPEAL

**Editais de Bolsa de Incentivo à  
Pesquisa (BIPES)**

**Grant ID:** UNCISAL

## Abstract

The assessment of Central Auditory Processing involves behavioral measurements of auditory abilities, as well as the investigation of cognitive and language domains, as well as the association of objective methods. In this context, electrophysiological hearing exams also contribute to this assessment, elucidating the structure-function relationships in the central auditory system. Among these tests, it is possible to highlight the “Frequency-Following Response”, which has been studied in relation to Central Auditory Processing. Frequency Following Response is a non-invasive electrophysiological assessment that uses verbal stimulation to obtain information on the coding of speech sounds in the central auditory nervous system, as well as promoting the recognition of changes in the processing of auditory information related to communicative skills. Although Frequency Following Response is not yet used clinically, there is evidence that the test can be an effective tool in evaluating Central Auditory Processing.

Therefore, an electrophysiological assessment protocol was developed in the time and frequency domain for individuals with Central Auditory Processing Disorder, which is part of the project entitled “Frequency Following Response: proposal for a new analysis tool in the frequency domain and its application in children with and without auditory processing disorder”. This project has the consent of the Ethics Committee of a Public University to carry it out, through opinion no. 4.401.175.

## RESUMO

A avaliação do Processamento Auditivo Central envolve medidas comportamentais das habilidades auditivas, bem como a investigação dos domínios cognitivos e de linguagem, bem como aconselha-se a associação de métodos objetivos. Nesse contexto, os exames eletrofisiológicos da audição também contribuem com essa avaliação, elucidando as relações de estrutura-função no sistema auditivo central. Entre esses exames é possível salientar o “Frequency-Following Response”, que vem sendo estudado frente ao Processamento Auditivo Central. O Frequency Following Response é uma avaliação eletrofisiológica, não invasiva, que utiliza o estímulo verbal para obter informações da codificação dos sons da fala no sistema nervoso auditivo central, assim como promover o reconhecimento de alterações no processamento das informações auditivas relacionadas as habilidades comunicativas. Embora o Frequency Following Response ainda não seja utilizado clinicamente, há provas de que o exame pode ser um instrumento eficaz na avaliação do Processamento Auditivo Central.

Sendo assim, elaborou-se um protocolo de avaliação eletrofisiológica no domínio do tempo e das frequências para indivíduos com Transtorno do Processamento Auditivo Central que faz parte do projeto intitulado “Frequency Following Response: proposta de uma nova ferramenta de análise no domínio das frequências e sua aplicação em crianças com e sem transtorno do processamento auditivo”. Este projeto possui consentimento do Comitê de Ética de uma Universidade Pública para realizá-lo, mediante o parecer n. 4.401.175.



# PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO ELETROFISIOLÓGICA DIRECIONADO A CRIANÇA COM TRANSTORNO DO PROCESSAMENTO AUDITIVO CENTRAL

## 1 IDENTIFICAÇÃO

Nome \_\_\_\_\_ do \_\_\_\_\_ participante: \_\_\_\_\_  
Idade: \_\_\_\_\_  
Escolaridade: \_\_\_\_\_  
Data do exame \_\_\_\_\_ Data de nascimento: \_\_\_\_\_  
Encaminhado por: \_\_\_\_\_

## 2 PARTE 1.QUESTIONÁRIO

### GESTAÇÃO E DESENVOLVIMENTO INFANTIL

História pregressa e atual (queixa principal, breve histórico de exames anteriores, infecções...)

---

---

---

---

---

Possui algum diagnóstico anterior? ( ) Sim ( ) Não Se sim, qual?

---

---

Demorou a falar? ( ) Sim ( ) Não

Com qual idade começou a vocalizar, balbuciar e a emitir as primeiras palavras?

---

---

Tem trocas na fala? ( ) Sim ( ) Não

Tem queixas referentes a leitura? ( ) Sim ( ) Não

Tem queixas referentes a escrita? ( ) Sim ( ) Não

Apresenta histórico de dificuldade escolar? ( ) Sim ( ) Não



Predominância manual: ( ) destro ( ) canhoto

### COMPORTAMENTO DA CRIANÇA

Calmo ( ) Agitado ( ) Conversa muito ( ) Brincalhão ( ) Sério ( ) Agressivo ( )

Desatento ( ) Impulsivo ( ) Impaciente ( ) Sonolento ( )

Realiza acompanhamento fonoaudiológico? ( ) Sim ( ) Não Se sim, há quanto tempo?

---

Realiza acompanhamento fonoaudiológico? ( ) Sim ( ) Não Se sim, há quanto tempo?

---

Realiza outro tipo de acompanhamento terapêutico? ( ) Sim ( ) Não Qual?

Faz acompanhamento medicamentoso? ( ) Sim ( ) Não Qual?

---

3

## PARTE 2. HISTÓRIO E AVALIAÇÕES DO SISTEMA AUDITIVO

### HISTÓRICO AUDITIVO:

Histórico de otite média recorrente ( ) Sim ( ) Não

Presença de zumbido ( ) vertigens ( ) tonturas ( )

outras alterações cócleo-vestibulares ou diagnóstico de espectro da neuropatia auditiva ( )

Outra:

---

Obstruções no conduto auditivo ou outras alterações de orelha ( ) Sim ( ) Não

### AVALIAÇÃO AUDITIVA:

Possui limiares auditivos tonais dentro do padrão de normalidade: ( ) Sim ( ) Não

Audiometria vocal com resultados compatíveis com limiares tonais? ( ) Sim ( ) Não

Em caso de perda auditiva, qual é o laudo audiométrico?

---

Presença de reflexos acústicos: ( ) Sim ( ) Não

Imitanciometria com curva do tipo:

---

Compreende comandos simples ( ) Sim ( ) Não

Possui habilidades comunicativas compatíveis com os testes de avaliação do PAC? ( )  
Sim ( ) Não

4

### **PARTE 3. AVALIAÇÃO ELETROFISIOLÓGICA**

Para o registro, dos potenciais evocados auditivos, deverá ser utilizado eletrodos do tipo disco ou de superfície colocados sobre a pele, após limpeza prévia da mesma com pasta abrasiva (NUPREP®), sendo os eletrodos colocados nas derivações: Fz, Fpz, mastóides direita e esquerda.

#### **POTENCIAL EVOCADO AUDITIVO DE TRONCO ENCEFÁLICO – ESTÍMULO CLIQUE**

Parâmetros para aquisição: estímulo clique, polaridade rarefeita e intensidade de 80 dBnA, 2048 estímulos a uma taxa de 27,7/s, ganho de 100k, e filtro de passa-banda de 100-3000 Hz.

Na análise dos traçados, observar: latência, morfologia e reprodutibilidade das ondas I, III e V e os intervalos interpicos I-III, III-V e I-V.

A	B	C	D	E	F	G
	<b>I</b>	<b>III</b>	<b>V</b>	<b>I-III</b>	<b>III-V</b>	<b>I-V</b>
Latência de OD						
Amplitude de OD						
Latência de OE						
Amplitude de OE						

Legenda: Orelha direita (OD); Orelha Esquerda (OE).

PEATE com estímulo clique sem alterações: ( ) Sim ( ) Não

5

### **FREQUENCY FOLLOWING RESPONSE NO DOMÍNIO DO TEMPO**



A	B
<b>Transdutor</b>	Inserção - EAR- <i>phones</i> 3A
<b>Polaridade</b>	Alternada
<b>Intensidade</b>	80 dBNPS
<b>Tipo de apresentação</b>	Monoaural
<b>Estímulos</b>	Estímulos verbais (/da/) – 40 ms
<b>Impedância entre os eletrodos</b>	≤5k $\Omega$
<b>Filtro passa-banda</b>	100 Hz - 2000 Hz
<b>Janela de captação</b>	74,67 ms
<b>Quantidade de aquisições promediadas</b>	Duas varreduras de 3000 estímulos
<b>Taxa de estimulação</b>	10,9 estímulos/segundo

Legenda: Millessegundos (ms); Hertz (Hz).

A	B	C	D	E	F	G	H
	<b>V</b>	<b>A</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>O</b>
Latência OD							
Amplitude OD							
Latência OE							
Amplitude OE							

Legenda: Orelha direita (OD); Orelha Esquerda (OE).

OD Slope \_\_\_\_\_ Área\_\_\_\_\_

OE Slope \_\_\_\_\_ Área\_\_\_\_\_



A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
	V-A	A-C	C-D	D-E	E-F	F-O	V-C	V-E	V-O
Latência OD									
Latência OE									

Legenda: Orelha direita (OD); Orelha Esquerda (OE).

## 6

### FREQUENCY FOLLOWING RESPONSE NO DOMÍNIO DAS FREQUÊNCIAS

Para a obtenção do espectro no domínio das frequências, é necessária uma ferramenta de processamento de sinais que possibilita a extração de respostas relacionadas aos componentes de frequência do estímulo sonoro, a Transformada Rápida de Fourier (TRF).

A TRF é realizada para medir os valores brutos de amplitude dos componentes de frequência F0, F1 e F2 da resposta.

Análise 1 - janela de tempo que incluem os picos de V-A a O.

A	B	C	D
	F0	F1	F2
Frequência OD			
Amplitude OD			
Frequência OE			
Amplitude OE			

Legenda: Orelha direita (OD); Orelha Esquerda (OE).

Análise 2 - janela de tempo entre D-F.

A	B	C	D
	F0	F1	F2
Frequência OD			
Amplitude OD			
Frequência OE			
Amplitude OE			

Legenda: Orelha direita (OD); Orelha Esquerda (OE).





## Protocol references

- ANDRADE, K.C.L. et al. Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico: conceitos e aplicações clínicas. In: MENEZES, P.L. et al. (org.). **Tratado de Eletrofisiologia para Audiologia**. 1. Ed. São Paulo: Book Toy, 2018. p.73-83.
- APOLOLABS. BIOCONVERTER para Windows. Versão beta 1.0. Maceió, AL: **APOLOLABS**; 2023a.
- APOLOLABS. SMARTTOOLSEP para Windows. Versão beta 2.2. Maceió, AL: **APOLOLABS**; 2023b.
- ARISTIDOU, I. L.; HOHMAN, M. H. Central Auditory Processing Disorder. **NCBI Bookshelf**, p. 1-10, 2023.
- ASHA, American Speech-Language-Hearing Association. Central auditory processing: Current status of research and implications for clinical practice. **American Journal of Audiology**, p. 41–54, 1996.
- BANAI, K.; ABRAMS, D.; KRAUS, N. Sensory-based learning disability: Insights from brainstem processing of speech sounds. **International Journal of Audiology**, v. 46, n.9, p. 524-532, 2007.
- BANAI, K.; KRAUS, N. Auditory Processing Disorder: An Intersection of Cognitive, Sensory, and Reward Circuits. In: MUSIEK, F.E.; CHERMAK, G.D.(org.). **Handbook of Central Auditory Processing Disorder**. Auditory Neuroscience and Diagnosis. v. 1. San Diego: Plural Publishing Inc, 2014. cap. 7, p. 191-210.
- BASU, M.; KRISHNAN, A.; WEBER-FOX, C. Brainstem correlates of temporal auditory processing in children with specific language impairment. **Developmental science**, v. 13, n. 1, p. 77–91, jan. 2010.
- CIBIAN, A. P.; PEREIRA, L.D. Questionnaire for use in the monitoring of auditory training results. **Distúrb. Comun.**, v.27, n.3, p.466-478, 2015.
- CIVITELLA, M. et al. Guia de Orientação Avaliação e Intervenção no processamento auditivo central, **CFFa**, 2020.
- FILIPPINI, R.; BEFI-LOPES, D.M.; SCHOCHAT. Efficacy of Auditory Training Using the Auditory Brainstem Response to Complex Sounds: Auditory Processing Disorder and Specific Language Impairment. **Folia Phoniatica et Logopaedica**, n.64, p. 217-226, 2012.
- KRAUS, N.; ANDERSON, S; WHITE-SCHWOCH, T. The frequency-following response: a window into human communication. In: KRAUS, N. et al. (org.). **The frequency following response**. Springer handbook of auditory research, v. 61. Springer: Cham, 2017. cap. 1, p. 1-15.
- KRAUS, N.; SKOE, E. Auditory brainstem response to complex sounds: a tutorial. **Ear and Hearing**, v. 31, n. 3, p. 302–324, 2010.
- KRIZMAN, J.; KRAUS, N. Analyzing the FFR: A tutorial for decoding the richness of auditory function. **Hearing Research**, v. 382, p. 107779, out. 2019.

- KUMAR, P.; SINGH, N.K. BioMARK as electrophysiological tool for assessing children at risk for (central) auditory processing disorders without reading deficits. **Hear Res**, v.324, p.54–58, 2015.
- PINHEIRO, N. S. **Efeito do Ruído no Slope e Área do Complexo V-A no Frequency Following Response**. 2020. 73 f. Dissertação (Mestrado em Saúde da Comunicação Humana) - Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco, 2020.
- ROCHA-MUNIZ, C.N.; BEFI-LOPES, D.M.; SCHOCHAT, E. Sensitivity, specificity and efficiency of speech-evoked ABR. **Hearing Research**, v.317, p.15-22, 2014.
- RUSSO, N.; NICOL, T. MUSACCHIA, G.; et al. Brainstem responses to speech syllables. **Clin Neurophysiol**, v.115, p.2021-2030, 2004.
- SANFINS, M. D. et al. Speech-evoked auditory brainstem response in the differential diagnosis of scholastic difficulties. **Braz. J. of Otorhinolaryngol.**, v. 83, n. 1, p. 112-116, 2017.
- SANFINS, M. D.; COLELLA-SANTOS, M. F. C. Frequency Following Response. In: MENEZES, P. L. et al.(org.). **Tratado de Eletrofisiologia para Audiologia**. 1. ed. São Paulo: Book Toy, 2018. cap. 9, p. 97-116.
- SANFINS, M. D.; COLELLA-SANTOS, M. F. C. Frequency Following Response. In: MENEZES, P. L. et al. (org.). **Manual de Eletrofisiologia e Eletroacústica: Um Guia para Clínicos**. 1. ed. São Paulo: Book Toy, 2021. cap. 19, p. 279-293.
- SCHOW, R.L.; SEIKEL, J. A. Screening for (central) auditory processing disorder. In: Chermak G, Musiek F. Handbook of (central) **Auditory Processing Disorder**: Auditory neuroscience and diagnosis. San Diego, CA: Plural Pub.; 2006. p. 137-61.
- SKOE, E.; KRAUS, N. Auditory brainstem response to complex sounds: a tutorial. **EarHear**, v.31, n.3, p.302–324, 2010.
- SONG, J.H.; NICOL, T.; KRAUS, N. Test-retest reliability of the speech-evoked auditory brainstem response. **Clinical Neurophysiology**, v.122, n.2, p. 346-355, 2011.
- SOUZA, G. DA S.; GOMES, B. D.; SILVEIRA, L. C. DE L. Métodos de processamento de dados em eletrofisiologia visual: tutorial em linguagem MATLAB sobre o uso da transformada de Fourier na análise do potencial cortical provocado visual. **Neurociências**, v. 5, n. January 2009, p. 39–49, 2011.
- SPEAKS, C.; JERGER, J. Method for Measurement of speech identification. **Journal of Speech Language and Hearing Research**. v.8, ed. 2, p. 185-194, 1965.
- TAN, L.; KARNJANADECHA, M. **Pitch Detection Algorithm**: Autocorrelation Method and AMDF. Hat Yai: Prince of Songkhla University, jan. 2003.