

**Rafaela Valiengo de Souza**

**Potenciais evocados auditivos em indivíduos adultos e idosos com  
doença de Parkinson**

São Paulo

2023

**RAFAELA VALIENGO DE SOUZA**

Potenciais evocados auditivos em indivíduos adultos e idosos com doença de Parkinson

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências

Programa de Ciências da Reabilitação  
Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Carla Gentile Matas

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

Preparada pela Biblioteca da  
Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

©reprodução autorizada pelo autor

Souza, Rafaela Valiengo de  
Potenciais evocados auditivos em indivíduos  
adultos e idosos com doença de Parkinson / Rafaela  
Valiengo de Souza. -- São Paulo, 2023.  
Dissertação(mestrado)--Faculdade de Medicina da  
Universidade de São Paulo.  
Programa de Ciências da Reabilitação.  
Orientadora: Carla Gentile Matas.

Descritores: 1.Córtex auditivo 2.Doença de  
Parkinson 3.Perda auditiva 4.Potenciais evocados  
auditivos 5.Potenciais evocados auditivos do tronco  
encefálico 6.Potenciais evocados P300

USF/FM/DBD-292/23

Responsável: Erinalva da Conceição Batista, CRB-8 6755

## DEDICATÓRIA

*Aos meus pais, que são minha maior inspiração e sempre estiveram me apoiando e me dando força para nunca desistir.*

*Á minha irmã, por ser essa amiga e parceira em todos os momentos.*

## AGRADECIMENTOS

À minha querida orientadora **Dra. Carla Gentile Matas** que desde o primeiro momento em que bati à sua porta pedindo genuinamente uma oportunidade, acreditou em mim e fez que tudo desse certo. Te agradeço muito pela oportunidade de poder trabalhar com você. Obrigada pelo carinho e todos os ensinamentos, com certeza levarei para vida.

Às queridas **Profa. Dra. Edilene Boechat, Profa. Dra. Daniela Gil, Profa. Dra. Alessandra Samelli**, por terem feito parte da minha qualificação, onde contribuíram para a realização deste trabalho.

Aos meus pais, **Ana Lúcia e Alexandre**, por incentivarem meus estudos desde pequena e me ensinaram a sempre querer mais.

À minha irmã e colega de profissão, **Gabriela**, por me referenciar, me ajudar e não me deixar nunca desistir.

Ao meu namorado, **Bruno**, que sempre me apoiou e me fez enxergar o melhor de todas as fases difíceis. Obrigada por tanto apoio, compreensão e amor.

À **Liliane Fernandes e Vanderleia Araujo** que me ajudaram na reta final do meu trabalho e na estatística.

Aos **pacientes** e seus familiares pela colaboração e participação.

Ao **Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional** pela oportunidade e auxílio em todas as fases desse processo.

Ao **ITACI/ Instituto da Criança – HCFMUSP** pelos recursos disponibilizados e nos permitir a conclusão deste projeto.

À **Associação Brasil Parkinson** que permitiram que eu convidasse seus pacientes para a pesquisa.

*À todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização desta dissertação, meus mais sinceros agradecimentos.*

*O presente trabalho foi realizado com apoio da **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES)** - Código de Financiamento 001*

## Normatização adotada

Esta tese está de acordo com as seguintes normas, em vigor no momento desta publicação:

Referências: adaptado de *International Committee of Medical Journals Editors* (Vancouver). Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina. Divisão de Biblioteca e Documentação. Guia de apresentação de dissertações, teses e monografias. Elaborado por Anneliese Carneiro da Cunha, Maria Julia de A. L. Freddi, Maria F. Crestana, Marinalva de Souza Aragão, Suely Campos Cardoso, Valéria Vilhena. 3a ed. São Paulo: Divisão de Biblioteca e Documentação; 2011.

Abreviaturas dos títulos dos periódicos de acordo com *List of Journals Indexed in Index Medicus*.

## SUMÁRIO

[LISTA DE TABELAS](#)

[LISTA DE GRÁFICOS](#)

[LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS E ABREVIATURAS](#)

[RESUMO](#) 1

[ABSTRACT](#) 3

1. [INTRODUÇÃO](#) 5

2. [OBJETIVOS](#) 12

2.1. [Objetivo Geral](#) 12

2.2. [Objetivos Específicos](#) 12

3. [REVISÃO DE LITERATURA](#) 14

3.1. [Potenciais Evocados Auditivos de Tronco Encefálico \(PEATE\)](#) 14

3.2. [Potenciais Evocados Auditivos de Longa Latência \(PEALL\)](#) 16

3.3. [Potenciais Evocados Auditivos em indivíduos diagnosticados com Doença de Parkinson](#) 20

4. [MÉTODOS](#) 30

4.1. [Casuística](#) 30

4.2. [Critérios de inclusão e exclusão](#) 31

4.3. [Material](#) 31

4.4. [Procedimentos](#) 32

4.5. [Análise dos resultados](#) 35

5. [RESULTADOS](#) 37

5.1. [Caracterização da amostra](#) 37

5.2. [Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico \(PEATE\)](#) 41

5.3. [Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência \(PEALL\)](#) 43

6. [DISCUSSÃO](#) 54

6.1. [Caracterização da amostra](#) 54

6.2. [Potenciais Evocados Auditivos de Tronco Encefálico \(PEATE\)](#) 56

6.3. [Potenciais Evocados Auditivos de Longa Latência \(PEALL\)](#) 60

7. [CONCLUSÃO](#) 66

[REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS](#) 68

[ANEXOS](#) 80



## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1-</b> Análise descritiva dos limiares auditivos obtidos na ATL para cada frequência em decibel Nível de Audição (dB NA). .....	38
<b>Tabela 2-</b> Comparação dos limiares auditivos obtidos em cada frequência de acordo com o grupo e a orelha.....	39
<b>Tabela 3-</b> Análise descritiva das latências absolutas das ondas I, III e V, e das latências dos interpicos I-III, III-V e I-V para cada grupo e para cada orelha em milissegundos (ms).....	41
<b>Tabela 4-</b> Comparação dos valores de latência absoluta e dos interpicos de acordo com o grupo e a orelha.....	42
<b>Tabela 5-</b> Análise descritiva das latências dos componentes dos PEALL obtidos pelo estímulo Tone burst em milissegundos (ms).....	43
<b>Tabela 6-</b> Análise descritiva das latências dos componentes dos PEALL obtidos pelo estímulo de fala em milissegundos (ms).....	44
<b>Tabela 7-</b> Análise descritiva das amplitudes dos componentes dos PEALL obtidos pelo estímulo Tone burst em microVolts ( $\mu$ V).....	44
<b>Tabela 8-</b> Análise descritiva das amplitudes dos componentes dos PEALL obtidos pelo estímulo de fala em microVolts ( $\mu$ V).....	45
<b>Tabela 9-</b> Comparação dos valores de latência do componente P1 de acordo com o grupo, a orelha e o estímulo avaliado. ....	45
<b>Tabela 10-</b> Comparação dos valores de latência do componente N1 de acordo com o grupo, a orelha e o estímulo avaliado. ....	46
<b>Tabela 11-</b> Comparação dos valores de latência do componente P2 de acordo com o grupo, a orelha e o estímulo avaliado. ....	47
<b>Tabela 12-</b> Comparação dos valores de latência do componente N2 de acordo com o grupo, a orelha e o estímulo avaliado. ....	47

<b>Tabela 13-</b> Comparação dos valores de latência do componente P3 de acordo com o grupo, a orelha e o estímulo avaliado. ....	48
<b>Tabela 14-</b> Comparação dos valores de amplitudes de P1-N1 de acordo com o grupo, a orelha e o estímulo avaliado. ....	49
<b>Tabela 15-</b> Comparação dos valores de amplitudes de P2-N2 de acordo com o grupo, a orelha e o estímulo avaliado. ....	50
<b>Tabela 16-</b> Comparação dos valores de amplitudes de N2-P3 de acordo com o grupo, a orelha e o estímulo avaliado. ....	51

## LISTA DE GRÁFICOS

- Gráfico 1-** Comparação das médias dos limiares auditivos entre ambas as orelhas para a frequência de 1 kHz.....40
- Gráfico 2-** Comparação das médias dos limiares auditivos entre ambos os grupos para as frequências de 6 e 8 kHz. .... 40
- Gráfico 3-** Comparação da latência a onda V entre as orelhas direita e esquerda. ....42
- Gráfico 4-** Comparação da latência do componente N1 entre os estímulos de Tone Burst e fala..... 46
- Gráfico 5-** Comparação da latência do componente P3 entre as orelhas direita e esquerda.....48
- Gráfico 6-** Comparação dos valores de amplitudes de P1-N1 entre os grupos para o estímulo de fala. .... 49
- Gráfico 7-** Comparação dos valores de amplitudes de P2-N2 entre os estímulos para cada grupo..... 50
- Gráfico 8-** Comparação dos valores de amplitudes de P2-N2 entre as orelhas direita e esquerda. .... 51
- Gráfico 9-** Comparação dos valores de amplitudes de N2-P3 entre os grupos controle e estudo. .... 52

## **LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS E ABREVIATURAS**

ATL- Audiometria Tonal Limiar

CDP FMUSP- Centro de Docência e Pesquisa da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

dB NA – Decibel Nível de Audição

dB NPS – Decibel Nível de Pressão Sonora

DP- Doença de Parkinson

EOAE- Emissões Otoacústicas Evocadas

EOAE-PD- Emissões Otoacústicas Evocadas por Produto de Distorção

GC- Grupo Controle

GE- Grupo Estudo

Hz- Hertz

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IHS- Intelligent Hearing Systems

kHz- Quilohertz

ml- Mililitros

ms- Milissegundos

OD- Orelha Direita

OE- Orelha Esquerda

PEA- Potenciais Evocados Auditivos

PEALL- Potenciais Evocados Auditivos de Longa Latência

PEATE- Potenciais Evocados Auditivos de Tronco Encefálico

SNAC- Sistema Nervoso Auditivo Central

TCLE- Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

µV- microVolts



## RESUMO

Souza RV. Potenciais evocados auditivos em indivíduos adultos e idosos com doença de Parkinson [dissertação]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2023.

**Introdução:** A Doença de Parkinson (DP) é uma doença degenerativa, progressiva e crônica que afeta principalmente o Sistema Nervoso Central (SNC), causada pela deficiência da dopamina. Este é um dos principais e mais comuns distúrbios neurológicos da terceira idade e é caracterizado, principalmente, por prejudicar o sistema motor. Além dos prejuízos motores, pode haver sintomas não motores, tais como: depressão, distúrbios do sono, alterações cognitivas, dificuldades de memória e compreensão, bem como alterações na fala e na deglutição. Os efeitos causados por processos degenerativos, como na DP, podem afetar a audição, seja pelo comprometimento da orelha interna ou do Sistema Nervoso Auditivo Central (SNAC). Uma das formas de se avaliar o SNAC é por meio dos Potenciais Evocados Auditivos (PEA), métodos objetivos que avaliam a atividade neuroelétrica na via auditiva central, desde o nervo auditivo até o córtex cerebral, como resposta a um estímulo acústico. Nessa perspectiva, uma pesquisa com a descrição precisa da correlação dos achados eletrofisiológicos da audição com o diagnóstico da DP será importante para entendermos os prejuízos que podem estar presentes no sistema auditivo de indivíduos com DP e, com isso, minimizar os efeitos negativos do comprometimento auditivo nesta população. **Objetivo:** caracterizar os Potenciais Evocados Auditivos de Tronco Encefálico (PEATE) e Potenciais Evocados Auditivos de Longa Latência (PEALL) em adultos e idosos diagnosticados com DP. **Método:** Foram avaliados 32 indivíduos, com idade maior ou igual a 40 anos, sendo 16 indivíduos com DP compondo o grupo estudo (GE) e 16 sem DP compondo o grupo controle (GC). Os dois grupos foram pareados por gênero e faixa etária. Os exames realizados foram Audiometria Tonal Liminar, Medidas de Imatância Acústica, PEATE e PEALL. **Resultado:** Na audiometria tonal foram observados limiares auditivos significativamente maiores no GE apenas para as frequências de 6 kHz e 8 kHz. Sobre a análise do PEATE, foi observado maiores valores de latência absoluta da onda V na orelha esquerda independente do grupo avaliado. Além disso, observou-se uma tendência à significância estatística para o fator grupo no que tange à interação entre grupo e orelha para a latência absoluta da onda I, visto que o GC apresentou maiores valores de latência para a orelha direita, enquanto o GE apresentou maiores valores de latência para a orelha esquerda. Na análise do PEALL, para a latência dos componentes P1, N1, P2 e N2 não foram observadas diferenças estatísticas entre os grupos. Para o componente P3, observou-se que as respostas foram significativamente diferentes de acordo com a lateralidade da orelha avaliada, sendo que maiores valores de latência foram observados para a orelha direita. Quanto à amplitude N2-P3, observou-se diferenças significativas para o grupo, sendo que o GE apresentou amplitude menor em comparação ao GC.

**Conclusão:** Os resultados obtidos no presente estudo não demonstraram alteração em nível de tronco encefálico para indivíduos com DP. Quanto aos PEALL, observou-se uma diminuição na amplitude N2-P3, sugerindo um déficit atencional para o processamento acústico em indivíduos com a DP.

**Palavras-Chave:** Córtex auditivo. Doença de Parkinson. Perda auditiva. Potenciais evocados auditivos. Potenciais evocados auditivos do tronco encefálico. Potenciais evocados P300.

## ABSTRACT

Souza RV. Auditory evoked potentials in adult and elderly individuals with Parkinson's disease [dissertation]. São Paulo: "Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo"; 2023.

**Introduction:** Parkinson's disease (PD) is a degenerative, progressive and chronic disease that affects mainly the Central Nervous System (CNS), caused by dopamine deficiency. This is one of the main and most common neurological disorders of the elderly and is characterized mainly by impairment of the motor system. In addition to motor impairment, there may be non-motor symptoms, such as depression, sleep disturbances, cognitive changes, memory and comprehension difficulties, and changes in speech and swallowing. The effects caused by degenerative processes, as in PD, can affect hearing, either by compromising the inner ear or the Central Auditory Nervous System (CANS). One way to evaluate the CANS is by means of Auditory Evoked Potentials (APPs), objective methods that evaluate the neuroelectrical activity in the central auditory pathway, from the auditory nerve to the cerebral cortex, in response to an acoustic stimulus. In this perspective, a research with a precise description of the correlation of electrophysiological findings of hearing with the diagnosis of PD will be important to understand the damage that may be present in the auditory system of individuals with PD, and thus minimize the negative effects of hearing impairment in this population. **Objective:** To characterize the Brainstem Auditory Evoked Potentials (BAEP) and Long Latency Auditory Evoked Potentials (LLAEP) in adults and elderly diagnosed with PD. **Method:** We evaluated 32 individuals aged 40 years or older, 16 individuals with PD in the study group (SG) and 16 without PD in the control group (CG). The two groups were matched for gender and age. The tests performed were Tonal Threshold Audiometry, Acoustic Immitance Measurements, BAEP and LLAEP. **Results:** Tonal audiometry showed significantly higher hearing thresholds in the study group only for the frequencies of 6 kHz and 8 kHz. Regarding BAEP analysis, we noticed higher absolute wave V latency values in the left ear regardless of the group assessed. Moreover, we noticed a trend towards statistical significance for the group factor as regards the interaction between group and ear for absolute wave I latency, since the CG presented higher latency values for the right ear, while the EG presented higher latency values for the left ear. In the LLAEP analysis, for the latency of components P1, N1, P2 and N2, we did not observe statistical differences between the groups. For component P3, we noticed that the responses were significantly different according to the laterality of the ear assessed, and higher latency values were observed for the right ear. As for the N2-P3 amplitude, we noticed significant group differences, with the EG showing lower amplitude compared to the CG. **Conclusion:** The results obtained in this study showed no change at the brainstem level for individuals with PD. As for LLAEP, we observed a decrease in N2-P3 amplitude, suggesting an attentional deficit for acoustic processing in individuals with PD.

**Keywords:** Auditory cortex. Parkinson's disease. Hearing loss. Evoked potentials auditory. Evoked potentials, auditory, brain stem. Event-related potentials P300



# ***Introdução***

1.

---

## INTRODUÇÃO

O envelhecimento da população mundial é uma realidade progressista e alarmante principalmente na área da saúde. É um fenômeno pluridimensional, contudo frequentemente analisado sob a ótica de aspectos cronológicos e biológicos, mas que em contextos psíquicos e sociais exprime uma complexidade que precisa ser constantemente repensada nas abordagens em saúde. Nesse sentido, este deve ser um foco importante nesta área, uma vez que o crescente aumento populacional nas faixas etárias acima de 60 anos tem sido uma realidade mundialmente observada (Organização Mundial de Saúde, 2015).

No Brasil, de acordo com a última Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua (PNAD – Contínua) do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia Estatística) entre 2012 e 2021, a parcela de pessoas com 60 anos ou mais saltou de 11,3% para 14,7% da população. Esse grupo etário passou de 22,3 milhões para 31,2 milhões, crescendo 39,8% no período (IBGE, 2023).

Segundo a Organização Mundial de Saúde (*World Health Organization*, 2012), a perda auditiva se configura como a segunda maior incapacidade dentre os vários comprometimentos funcionais em idosos, acometendo aproximadamente 1/3 das pessoas com mais de 65 anos. Nesse contexto, em editorial da conceituada revista "*The Lancet*", a perda auditiva foi apontada como um preocupante problema mundial de saúde, classificada como a quinta posição no ranking das condições que levam a mais anos vividos com incapacidade no *Global Burden of Disease Study* (2018), maior que muitas outras doenças crônicas, como diabetes, demência e doença pulmonar

---

obstrutiva crônica. Outrossim, esforços globais multidisciplinares são necessários para atender às necessidades de saúde da criança e adulto com perda auditiva (Horton, 2016).

Estudos internacionais e nacionais apontaram elevada prevalência da perda auditiva em idosos. No Brasil, foram observadas estimativas aproximadas aos padrões internacionais, variando entre 22% e 46% em idosos com mais de 60 anos (Paiva et al., 2011; Cruz et al., 2012; Gondim et al., 2012).

A presbiacusia é uma perda auditiva relacionada ao envelhecimento e, de acordo com a Política Nacional de Saúde do Portador de Deficiência (2002), é considerada a principal causa de perda de audição entre adultos e idosos. A prevalência é estimada em torno de 30% na população idosa, definida pelas pessoas com 65 anos de idade ou mais. A perda auditiva associada ao processo de envelhecimento traduz a degeneração do sistema auditivo decorrente dos anos vividos, somada aos efeitos decorrentes da exposição ao ruído, a agentes ototóxicos, à polifarmacologia e às desordens médicas (*National Research Council*, 1998).

Esta degeneração reduz a sensibilidade auditiva, bem como a percepção dos sons, comprometendo essencialmente o processamento auditivo da fala em situações de escuta com ruído competitivo (Calais et al., 2008), refletindo negativamente na comunicação oral e, por consequência, nas atividades sociais destes indivíduos. No entanto, quando a redução da sensibilidade auditiva é detectada, procedimentos de reabilitação como o uso de dispositivos eletrônicos de amplificação sonora e treinamento auditivo,

---

podem promover a melhora das habilidades auditivas, reduzindo assim o prejuízo na qualidade de vida do sujeito (Boi et al., 2012; Li-Korotky, 2012).

O aumento da expectativa de vida é um fator preponderante na transição epidemiológica, suscitando maior atenção às doenças crônicas e degenerativas relacionadas ao envelhecimento (Schramm et al., 2004), dentre elas a doença de Parkinson (DP) (De Lau e Breteler, 2006).

O envelhecimento pode estar relacionado a doenças neurodegenerativas, como a Doença de Parkinson (DP) que, segundo Pineroli (2002), é uma doença muito comum, predominante de 1 a 2 por 1000 em toda população e 1 em 100 na população com idade maior de 65 anos.

Em 1917, descrita por James Parkinson como uma paralisia agitante (Parkinson, 2002), o quadro clínico clássico da DP é caracterizado por sinais motores como o tremor, a rigidez, a bradicinesia e a instabilidade postural, decorrentes da degeneração dos neurônios dopaminérgicos nigroestriatais dos núcleos da base no encéfalo (Dias e Limongi, 2003). Atualmente a DP é reconhecida como uma enfermidade de espectro mais amplo e difuso que envolve, além da neurodegeneração dopaminérgica do sistema motor, o comprometimento de diversos órgãos e sistemas traduzido por sinais e sintomas não motores (Poewe, 2008; Chaudhuri e Schapira, 2009; Krishnan et al., 2011). Dentre as manifestações não motoras da DP amplamente descritas destacam-se os transtornos do humor (apatia, anedonia e depressão), cognitivos, sensoriais (hiposmia, comprometimento da gustação e da visão, dor, distúrbios do ciclo sono-vigília) e autonômicos (comprometimento da sudorese, hipotensão ortostática, disfagia, disfunção urogenital e constipação) (Poewe, 2008; Chaudhuri e Schapira, 2009). Por não haver, até o momento,

---

marcadores biológicos bem estabelecidos que possam ser identificados através de exames acurados, o diagnóstico da doença mais difundido é realizado com base em critérios clínicos, propostos pelo Banco de Cérebros da Sociedade de doença de Parkinson do Reino Unido (Hughes et al., 1992).

No entanto, embora as manifestações clínicas sejam a base para o diagnóstico e análise da progressão da doença, o processo de degeneração neuropatológico pode preceder em alguns anos o surgimento destes sinais e sintomas, que se tornam evidentes com a extensiva perda neuronal dopaminérgica na substância negra em quadros degenerativos mais avançados (Braak et al., 2004).

Conjectura-se que as queixas relacionadas à redução da sensibilidade auditiva e, conseqüentemente, a busca por diagnóstico audiológico em idosos com a doença seja negligenciada por pacientes e clínicos, em detrimento dos importantes prejuízos motores, psiquiátricos, cognitivos e autonômicos presentes na doença. Contudo, é importante ter em mente que a perda auditiva é frequente em idosos e colabora para o isolamento social, redução da independência e capacidades funcionais, contribuindo para o agravamento de prejuízos cognitivos e comprometimentos emocionais (Golo et al., 1996; Lin et al., 2011). Contudo, os efeitos da presbiacusia podem ser minimizados quando o diagnóstico adequado e estratégias de reabilitação auditiva são realizadas, promovendo a melhora da qualidade de vida dessa parcela da população.

Estudos demonstraram que os efeitos causados por processos degenerativos, como na DP, podem afetar a audição, seja pelo comprometimento da orelha interna ou do sistema nervoso central (SNC) (Fonseca e Iorio, 2006). As evidências indicaram que a perda auditiva está

---

associada a DP (Vitale et al., 2012), aumentando o risco do desenvolvimento da perda auditiva em idosos (Lai et al., 2014). Contudo, pouco se sabe sobre sua frequência entre os doentes.

Os estudos de Vitale et al. (2012, 2016) apresentaram resultados sobre a prevalência de perda auditiva nos sujeitos investigados, reportando que 71 a 75,5% apresentaram redução da sensibilidade para tons puros, e que essa frequência é maior do que a observada em idosos sem a doença investigados em um grupo controle, bem como quando comparada a estudos normativos.

Além da alteração no sistema auditivo periférico, levando à ocorrência de perda auditiva nesta população, sabe-se que alterações na percepção temporal também são atribuídas aos déficits cognitivos de atenção e memória que podem ser observados na DP, mantendo estreita relação com o comprometimento nos neurotransmissores noradrenérgicos e colinérgicos (Jones et al., 2008; Geiser e Kaelin-Lang, 2011). Desta forma, justificar-se-ia a possibilidade de alterações também no Sistema Nervoso Auditivo Central (SNAC).

Para a avaliação da audição central têm sido utilizados testes eletrofisiológicos ou também chamados de Potenciais Evocados Auditivos (PEAs). Estes avaliam a atividade neuroelétrica na via auditiva, desde o nervo auditivo até o córtex cerebral, em resposta a um estímulo ou evento acústico. Estes potenciais podem ser captados por eletrodos de superfície localizados em várias regiões da cabeça. São gerados pela ativação sequencial e sincrônica das fibras nervosas ao longo da via auditiva (Hall, 2006).

Os PEA vem sendo estudados com o objetivo de avaliar a função auditiva em diferentes situações, inclusive em doenças neurológicas

---

degenerativas.

Lopes et al. (2013), em uma pesquisa de revisão sistemática sobre os PEA na DP, verificaram que a presença de processos que comprometem a condução neuroeletrofisiológica das vias auditivas aferentes é controversa em sujeitos com DP, não sendo possível até o presente momento estabelecer um padrão que configure claramente se há e quais tipos de alterações no PEA estão presentes nesta população.

Os achados em revisão sistemática, realizada por Leme (2021), demonstraram que pacientes com DP podem manifestar alterações auditivas de origem coclear. Com relação aos limiares audiométricos, estes apresentaram-se elevados com relação ao grupo controle, compatível com a hipótese nociva da interferência da redução da dopamina no sistema auditivo periférico a nível coclear.

Portanto, faz-se necessário a análise da via auditiva central, realizada por meio da pesquisa dos Potenciais Evocados Auditivos de Tronco Encefálico (PEATE) e Potenciais Evocados Auditivos de Longa Latência (PEALL), identificando se há comprometimento na integridade funcional das vias auditivas centrais em pacientes com DP, complementando as informações audiológicas obtidas nos estudos.

A hipótese do presente estudo é que indivíduos adultos e idosos diagnosticados com Doença de Parkinson apresentam comprometimento na via auditiva central, podendo o mesmo ser visualizado por meio dos Potenciais Evocados Auditivos.





***Objetivos***

**1.**

2.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. Objetivo Geral**

O objetivo do presente estudo foi caracterizar os Potenciais Evocados Auditivos de Tronco Encefálico (PEATE) e Potenciais Evocados Auditivos de Longa Latência (PEALL) em adultos e idosos diagnosticados com DP.

#### **3.2. Objetivos Específicos**

- Analisar os valores de latências absolutas das ondas I, III e V e dos interpicos I-III, III-V e I-V do PEATE em adultos e idosos com DP, comparando com os valores obtidos em indivíduos sem DP;
- Analisar os valores de latências dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 e amplitudes N1-P1, N2-P2 e N2-P3 do PEALL, em adultos e idosos com DP, comparando com os valores obtidos em indivíduos sem DP.

***Revisão de Literatura***

4.

---

## **REVISÃO DE LITERATURA**

Considerando o tema desenvolvido e o objetivo do presente estudo, foi realizada uma revisão da literatura, a qual encontra-se descrita neste capítulo e dividida em tópicos, a saber:

- Potenciais Evocados Auditivos de Tronco Encefálico (PEATE);
- Potenciais Evocados Auditivos de Longa Latência (PEALL);
- Potenciais Evocados Auditivos em indivíduos diagnosticados com Doença de Parkinson.

### **4.1. Potenciais Evocados Auditivos de Tronco Encefálico (PEATE)**

Um dos métodos objetivos mais utilizados em eletrofisiologia é a pesquisa dos Potenciais Evocados Auditivos (PEAs), que permite a análise neurofisiológica das vias auditivas, desde a orelha interna até o tronco encefálico, em resposta a um estímulo ou evento acústico, e tem se mostrado um instrumento útil na detecção de diferentes tipos de doenças que acometem o Sistema Nervoso Central (Hall, 2006).

Os PEA consistem em ondas sequenciadas, com latência, amplitude e polaridade específicas, possibilitando um diagnóstico único e preciso (Misulis, 1993; Matas e Magliaro, 2011) sobre como o impulso neuroelétrico percorre a via auditiva de sua porção periférica à mais central.

As respostas captadas passam por um processo de filtragem e amplificação. São separadas dos artefatos/ruídos e somadas, permitindo, assim, sua observação no formato de ondas no computador (Matas e Magliaro, 2011). Em relação a sua aplicação, são utilizados no âmbito da neurociência

---

como ferramenta para diagnósticos funcionais como aumento na latência ou diminuição da amplitude indicando alterações ao longo da via auditiva e evidenciando, conseqüentemente, problemas clínicos (McPherson, 1996; Matas e Magliaro, 2011; Sleifer, 2015). A prática dos PEAs na Fonoaudiologia, é de grande importância para diagnóstico e monitoramento terapêutico.

Os PEAs podem ser classificados de acordo com a latência, a origem anatômica, a relação entre estímulo e resposta e o posicionamento dos eletrodos. A classificação mais utilizada é em relação à latência, podendo ser classificados em potenciais evocados auditivos de curta, média e longa latência, ou respectivamente, precoces, médios e tardios (Ruth e Lambert, 1991).

Dentre os PEA tem-se o PEATE que é um potencial de curta latência, também conhecido como ABR (*Auditory Brainstem Response*), e é frequentemente utilizado na prática clínica em razão de sua reprodutibilidade e propriedades de localização, pois apresenta geradores bem definidos. É obtido entre zero e 10 ms após a apresentação do estímulo acústico, e a análise da resposta gerada permite avaliar a integridade da via auditiva até tronco encefálico. Os sítios geradores compreendem desde o nervo acústico até o tronco encefálico (Ruth e Lambert, 1991). Como análise do traçado do PEATE, das sete ondas que constituem o PEATE, cinco ondas são as mais importantes, e destas, as ondas I (porção proximal do nervo auditivo), III (núcleo coclear) e V (lemnisco lateral) são as utilizadas para interpretar o exame. Avalia-se nessas três ondas as latências absolutas e os intervalos interpicos para fins de neurodiagnóstico, e, para a pesquisa do limiar

---

eletrofisiológico, observa-se o menor valor de intensidade do estímulo no qual a onda V está presente (Sousa, 2008).

Quanto à forma de apresentação do estímulo, este exame pode ser realizado por condução aérea e por condução óssea. De acordo com os estudos de Curado et al. (2015), apesar da grande maioria dos estudos realizarem o PEATE por condução aérea, sabe-se que a realização do mesmo por condução óssea é de grande auxílio ao diagnóstico audiológico, principalmente na caracterização do tipo de perda auditiva.

#### **4.2. Potenciais Evocados Auditivos de Longa Latência (PEALL)**

A pesquisa dos PEAs permite avaliar o sistema auditivo como um todo, desde sua porção periférica, como na Eletrococleografia, até a sua porção mais central, como nos Potenciais Evocados Auditivos de Longa Latência (PEALL).

Os PEALL, registrados entre 80 e 750 ms após a apresentação do estímulo acústico, são afetados pelo sono, sedação e atenção ao estímulo acústico, tendo origem nas áreas primária e secundária do córtex auditivo, fornecendo dados sobre o funcionamento das estruturas corticais auditivas.

São eliciados em tarefas oddball (estímulo alvo), na discriminação de dois estímulos diferentes, sendo um apresentado de maneira frequente e outro introduzido de maneira aleatória, denominado estímulo raro. Estes potenciais são utilizados na investigação de habilidades cognitivas como discriminação e atenção, por este motivo podem ser denominados de potenciais cognitivos (Schochat, 2003).



---

Portanto, os PEALL permitem avaliar indiretamente as habilidades auditivas, como discriminação, memória, atenção e detecção dos estímulos, pois dependem destas habilidades para a sua geração. Estudos apontaram estes potenciais como um dos mais promissores testes eletrofisiológicos para avaliar as disfunções e/ou alterações do SNAC e processamento da informação auditiva em função do tempo. Possuem múltiplos sistemas geradores, envolvendo principalmente as vias auditivas tálamo-corticais e córtico-corticais, córtex auditivo primário e áreas corticais associativas, refletindo principalmente a atividade do tálamo e do córtex. Ocorre por uma superposição de todas as correntes elétricas do cérebro, o que torna difícil a identificação precisa dos geradores neurais. Esses são ativados simultaneamente, sendo que cada estrutura do SNAC é responsável por processar um aspecto específico do estímulo ou informação (Didoné et al., 2016).

Para que o PEALL seja gerado é necessário que ocorra a discriminação de um estímulo auditivo raro, dentre uma série de estímulos frequentes de mesma modalidade e características físicas diferentes (Souza, 2017), sendo, portanto, registrado por meio da estimulação sensorial com dois estímulos. Um dos estímulos é apresentado frequentemente e o outro apenas ocasionalmente, em intervalos aleatórios (paradigma *oddball*). A atividade cerebral evocada pelo estímulo frequente (estímulo ignorado) é registrada em separado da atividade evocada pelo estímulo raro (objeto da atenção do examinando) pelo equipamento (Verleger et al., 1991).

---

A resposta dos PEALL pode ser avaliada em vários componentes, denominados como P1, N1, P2, N2 e P3 ou P300. Os componentes P1, N1 e P2 dos PEALL são chamados exógenos ou sensoriais por refletirem as características acústicas e temporais do estímulo acústico e, por isso, podem ser utilizados na determinação de limiares eletrofisiológicos pela investigação da resposta auditiva. Este complexo (P1-N1-P2) traz informações da chegada do estímulo auditivo ao córtex e início do processamento cortical, mostrando se o sinal sonoro foi recebido adequadamente no córtex auditivo. Nesse sentido, torna-se um instrumento mais completo de avaliação da sensibilidade auditiva (Ruth e Lambert, 1991). Os possíveis geradores desses componentes abrangem áreas do córtex auditivo primário (lobo temporal superior), secundário e sistema límbico, e sofrem a interferência do processo maturacional (McPherson, 1996). O N2 (ou N200), que está relacionado com a percepção, discriminação, reconhecimento e classificação de um estímulo auditivo; e o P3 (ou P300) que ocorre quando o indivíduo reconhece conscientemente a presença de uma mudança no estímulo auditivo (McPherson, 1996).

O P300 ou Potencial Cognitivo, é o mais utilizado e foi inicialmente descrito por Sutton et al. (1965). De acordo com Kraus e McGee (1999), este componente aparece em torno de 300 ms e necessita de atenção, discriminação auditiva e de memória para a sua geração, sendo alterado por uma variedade de distúrbios que afetam a cognição. Os geradores do P300 incluem córtex frontal, córtex centro-parietal e hipocampo (McPherson, 1996).

---

O P300 é considerado um potencial cognitivo, endógeno, pois reflete o uso funcional que o indivíduo faz do estímulo, não dependendo diretamente de suas características físicas. Para que o mesmo seja gerado é necessário que ocorra a discriminação de um estímulo auditivo raro, dentre outro frequente de mesma modalidade e características físicas diferentes (Duarte et al., 2004).

Estudos demonstraram que, quanto mais frequente for o estímulo, menos neurônios respondem a ele, pois ocorre habituação do sistema auditivo. Por sua vez, quanto mais raro for o estímulo, o sistema responde com mais neurônios, o que gera um componente de maior amplitude (Polich, 1991). Sendo assim, na subtração do traçado correspondente ao estímulo raro do traçado correspondente ao estímulo frequente, tem-se uma melhor visualização do P300 (Hirayasu et al., 2000; Schochat, 2003).

Comparando com outros testes comportamentais, o uso dos PEA no diagnóstico e tratamento do processamento auditivo central tem algumas vantagens, pois estão mais associados com fenômenos fisiológicos e são mais objetivos. Assim, os potenciais evocados são mais utilizados para monitorar mudanças no processamento auditivo central e associar estas mudanças aos fenômenos comportamentais. Observando as correlações entre as mudanças fisiológicas e comportamentais, obtêm-se dados muito importantes, que melhoram a validade e a confiabilidade da observação (Musiek e Berge, 1998).

#### **4.3. Potenciais Evocados Auditivos em indivíduos diagnosticados com Doença de Parkinson**

---

Como já descrito em tópicos anteriores, a DP e a perda auditiva envolvem processos degenerativos fortemente associados ao envelhecimento. Alguns estudos evidenciaram lentidão das respostas eletrofisiológicas das vias auditivas neurais na região do tronco encefálico na DP, em estudos conduzidos com a pesquisa dos PEATE (Podoshin et al., 1987; Fradis et al., 1988; Tachibana et al., 1989; Chia et al., 1995; Yılmaz et al., 2009).

Evidências em pesquisa onde foram analisados os resultados da Audiometria Tonal Limiar (ATL) e pesquisa dos PEATE e dos PEALL, revelaram a presença de alterações no sistema auditivo periférico e central em indivíduos com DP, sendo que a perda auditiva em indivíduos com DP se assemelha a presbiacusia (Rabelo et al., 2014). Entretanto, no que tange à associação da perda auditiva à DP, os achados devem ser interpretados com cautela, pois se tratando de uma população idosa é relevante considerar que os efeitos do envelhecimento no sistema auditivo colaboram para esse panorama de alterações. Os resultados do estudo indicaram elevada frequência de alterações auditivas na população estudada (idade mínima de 48 e máxima de 80 anos, sendo a maioria com menos de 65 anos). Essas alterações, caracterizadas por perda auditiva do tipo neurossensorial, bilateral, com maior comprometimento das frequências altas, são congruentes com os achados de estudos desenvolvidos com o intuito de investigar a audição em indivíduos com DP.

Estudos observaram em sujeitos com DP, média de idade 69,9 anos, piores limiares audiométricos nas frequências altas em comparação a controles saudáveis na mesma faixa etária, sugerindo que os níveis de sensibilidade

---

para estas frequências estão mais comprometidos entre os doentes (Yılmaz et al., 2009; Vitale et al., 2012).

As alterações auditivas mais relevantes na DP ainda não foram claramente estabelecidas, porém algumas hipóteses foram formuladas. No entanto, essas alterações na percepção temporal também são atribuídas aos déficits cognitivos de atenção e memória observados na DP, que mantém estreita relação com neurotransmissores noradrenérgicos e colinérgicos (Jones et al., 2008; Geiser e Kaelin-Lang, 2011). Entretanto, para o entendimento das reduções da sensibilidade auditiva para tons puros, observada em alguns estudos, somente seriam esclarecedoras se a redução da acuidade auditiva nos sujeitos com DP for considerada secundária às desordens de processamento auditivo (Lopes, 2016).

No estudo clínico de Podoshin et al. (1987) foram avaliados dois grupos clínicos de pacientes (25 pacientes com DP e 17 com enxaqueca) por meio dos potenciais evocados auditivos de tronco encefálico (PEATE) a taxas de apresentação de estímulo regulares (10/s) e aumentadas (55/s). Os dados do PEATE foram avaliados estatisticamente, comparando-se os dados dos pacientes com enxaqueca durante e entre os surtos de enxaqueca, e os pacientes parkinsonianos antes e depois do tratamento com L-dopa. Os autores puderam observar que, quando os dados do grupo foram comparados, o PEATE com uma taxa de estímulo aumentada foi uma ferramenta eficiente para detectar até mesmo pequenas alterações fisiológicas transitórias reversíveis do tronco encefálico.

---

Fradis et al. (1988) avaliaram 25 pacientes com DP (idade média de 65,6 anos, 15 homens e 10 mulheres) por meio do PEATE utilizando taxa de estimulação normal (10/s) e aumentada (55/s) e comparando a um grupo controle (GC) composto por 30 indivíduos (idade média de 56,6 anos, 18 mulheres e 12 homens) pareado por idade e audição. A comparação dos resultados obtidos no PEATE entre pacientes com DP não tratados e GC revelou diferença significativa para os interpicos I-III, III-V, e I-V apenas na taxa de estimulação de 10/s (prolongamento dos interpicos nos pacientes com DP). Na comparação entre pacientes com DP tratados e GC não foi observada diferença estatisticamente significativa para os componentes do PEATE. Uma outra comparação foi feita entre pacientes com DP tratados e não tratados com L-dopa, sendo verificada diferença estatisticamente significativa apenas para o interpico III-V na taxa de estimulação de 10/s, com pior resposta para os pacientes que não faziam uso de L-Dopa (uma possível explicação seria a vasoconstrição da substância branca no tronco encefálico alto). Os resultados do estudo sugerem que há envolvimento subclínico do tronco encefálico auditivo em pacientes com DP, possivelmente devido à influência da dopamina sobre os vasos sanguíneos. Os resultados também indicam que a dopamina provavelmente não está envolvida na transmissão sináptica ao longo da via auditiva do tronco encefálico, mas pode ter um efeito secundário na condução neural por meio da vascularização do nervo.

Chia et al. (1995) estudaram 22 pacientes com DP (idade média de 67,2 anos, 19 homens e 3 mulheres), os quais foram avaliados por meio de avaliação clínica, avaliação de cognição e depressão, bem como exames

---

eletrofisiológicos como os PEATE e PEALL. Os resultados mostraram que os pacientes com DP têm uma diminuição significativa dos escores do Mini-Exame do Estado Mental, um aumento nos escores da Escala de Depressão de Hamilton, bem como latências mais prolongadas das ondas IV e V no PEATE e no P300. Os achados sugeriram uma correlação entre demência/depressão e disfunção mesocorticolímbica e mesoestriatocortical com deficiências dopaminérgicas e noradrenérgicas em pacientes com DP. Além disso, os autores puderam verificar que a demência parkinsoniana acompanhou a duração da doença, mas não a gravidade da incapacidade motora, e que a depressão parkinsoniana acompanhou tanto a duração da doença quanto a gravidade da incapacidade motora.

Tachibana et al. (1989) registraram os potenciais evocados auditivos de tronco encefálico (PEATE) em 44 pacientes com DP com e sem demência (idade média de 67,3 anos) e 23 indivíduos normais (idade média de 69,3 anos). No PEATE, pacientes com DP e indivíduos normais apresentaram diferença significativa em relação à latência interpico I-V, estando significativamente maiores em pacientes com DP. Em particular, pacientes com demência apresentaram prolongamento significativo do interpico I-V em comparação a pacientes sem demência e indivíduos normais, embora não tenham sido observadas diferenças significativas entre pacientes sem demência e indivíduos normais. Esses resultados mostraram que as vias auditivas do tronco encefálico estão prejudicadas em pacientes com DP com demência.

---

No estudo de Guehl et al. (2008) foram avaliados diversos aspectos do processamento auditivo temporal, por meio de testes psicofísicos, em um grupo de pacientes com DP tratados com estimulação bilateral do núcleo subtalâmico (STN) e um grupo controle sem DP. Cada paciente foi testado em três condições clínicas: sem tratamento, com terapia com levodopa e durante a estimulação do STN. Em todas as três condições, os pacientes mostraram um déficit significativo na detecção de intervalos temporais muito curtos de som e na discriminação entre as durações de dois intervalos de tempo bem detectáveis (cerca de 50ms) delimitados por dois pares de cliques temporalmente não contíguos. Observou-se, também, que os déficits dos pacientes não foram diminuídos pela terapia com levodopa; em contraste, a estimulação STN melhorou ligeiramente o desempenho destes pacientes, em geral. Assim, os autores concluíram que os pacientes com DP apresentaram limiares de detecção de intervalos aumentados e maior dificuldade na identificação da duração dos estímulos, sugerindo um prejuízo na resolução auditiva temporal.

Yılmaz et al. (2009), estudando sujeitos com DP (média de idade de 69,9 anos) e sujeitos sem DP (média de idade 63,8 anos), analisaram os resultados obtidos em ambas as orelhas na ATL e no PEATE. Os resultados da ATL (limiares auditivos) foram significativamente elevados para pacientes com DP em 4.000 e 8.000 Hz. Pacientes com DP apresentaram latências significativamente aumentadas da onda V e do interpico I-V. Os autores puderam concluir que os limiares auditivos e a transmissão do estímulo acústico no tronco encefálico podem estar comprometidos na DP.



---

Vitale et al. (2012, 2016) descreveram em estudos que os sujeitos com DP, que apresentaram perda auditiva, tinham idade mais avançada e início da doença em idade mais tardia do que aqueles sem perda, porém não divergiram quanto ao estágio da doença no momento das avaliações. Considerando esse contexto, resta a dúvida se os resultados obtidos foram produzidos unicamente pelo processo natural de envelhecimento no sistema auditivo ou da sinergia deste com o processo neuropatológico da doença.

Nos achados de Rabelo et al. (2018), frente a avaliação audiológica e testes de processamento auditivo central, verificou-se elevada frequência de alterações audiológicas periféricas ou centrais nos indivíduos com doença de Parkinson. Entretanto, nos estudos de Pineroli et al. (2002) em pacientes com diagnóstico prévio de DP, submetidos ao PEATE e P300, os valores do PEATE e do P300 encontrados em pacientes com DP não se mostraram diferentes dos limites de normalidade para a idade. Os valores utilizados como referência para a latência absoluta das ondas foram: I- 1,5 a 1,8ms; III- 3,5 a 3,8ms; V- 5,5 a 6,0ms. A latência relativa admitida entre as ondas I, III e V foi de 2 ms. Observaram também a integridade das vias auditivas em pacientes portadores de DP.

Liu et al. (2017), com objetivo de investigar a presença de comprometimento no tronco encefálico em pacientes com DP, avaliaram 42 indivíduos com DP (idade média de 69,24 anos) e 30 indivíduos sem DP (idade média de 68,83 anos) por meio do PEATE. Os autores puderam observar que as latências da onda III e onda V, e as latências interpicos III-V e I-V encontravam-se significativamente aumentadas, comparando com indivíduos

---

do grupo controle, enquanto nenhuma diferença significativa foi observada na onda I e interpico I-III. Sendo assim, os autores puderam concluir que o processamento auditivo em nível do tronco encefálico pode estar prejudicado em pacientes com DP, sendo o PEATE uma medida sensível que pode auxiliar no prognóstico e na avaliação da gravidade da doença.

No estudo de Shalash et al. (2017) foram investigadas as anormalidades dos PEATE, VEMPs oculares (oVEMPs) e VEMPs cervicais (cVEMPs) em quinze pacientes com DP e quinze indivíduos do grupo controle, correlacionando com o motor e o não motor. Foram observadas nas respostas do cVEMP, amplitudes reduzidas com latências prolongadas. Com relação as respostas do PEATE e cVEMP foram correlacionadas à rigidez e a bradicinesia. Os cVEMPs contralaterais e ipsilaterais foram consideravelmente correlacionadas com sono ( $p= 0,03$  e  $0,001$ ), percepção ( $p= 0,03$ ), memória/cognição ( $p = 0,025$ ) e escores urinários ( $p= 0,03$ ). As respostas do oVEMP mostraram correlações com disfunções cardiovasculares ( $p= 0,01$ ) e sexuais ( $p= 0,013$ ). As anormalidades foram apontadas como potenciais eletrofisiológicos para disfunção do tronco cerebral.

No seu estudo de revisão, Jafari et al. (2020) resumiram as evidências de comprometimento auditivo periférico e central na DP, mencionando estudos que indicam uma ampla gama de alterações auditivas desde o sistema auditivo periférico até o tronco encefálico auditivo e áreas corticais. Mencionaram também pesquisas que demonstram uma maior ocorrência de perda auditiva na DP de início precoce e anormalidades nos potenciais evocados auditivos, nos potenciais relacionados a eventos e na habituação a

---

novos estímulos. Ressaltaram, também, que alguns dados eletrofisiológicos, como o P3a auditivo, podem ser uma medida sensível de duração e gravidade da doença, e que a melhora nas respostas auditivas após terapias dopaminérgicas também indicam a presença de neurotransmissores semelhantes (glutamato e dopamina) no sistema auditivo e gânglios da base. Os autores sugeriram estudos futuros para explorar melhor os efeitos auditivos, subsequentes às terapias de dopaminérgicas.

As anormalidades nos PEALL em indivíduos com DP, em comparação a indivíduos do grupo controle (sem DP), foram mencionadas por diversos autores, incluindo o prolongamento da latência do componente N2 (O'Donnell et al., 1987; Raudino et al., 1997), o prolongamento da latência do componente P3 (O'Donnell et al., 1987; Hayashi et al., 1996; Jiang et al., 2000; Katsarou et al., 2004; Matsui et al., 2007; Lopes et al., 2014; Pauletti et al., 2019; Tsuchiya et al., 2000), a redução da amplitude de P2 (Schomaker et al., 2014) e redução da amplitude de P3 (Raudino et al., 1997; Schomaker et al., 2014; Sólis-Vivanco et al., 2015; Pauletti et al., 2019; Jiang et al., 2000; Tsuchiya et al., 2000).

Diversos estudos relataram que as anormalidades nos PEALL acima mencionadas podem estar associados à duração e progressão da doença (Hayashi et al., 1996; Tanaka et al., 2000; Lopes et al., 2014; Sólis-Vivanco et al., 2015), bem como à presença de disfunção atencional e cognitiva nesta população (O'Donnell et al., 1987; Hayashi et al., 1996; Katsarou et al., 2004; Pauletti et al., 2019).

---

Alguns estudos ressaltaram a melhora na latência e amplitude dos componentes dos PEALL, principalmente o P3 (redução da latência e aumento da amplitude), em indivíduos com DP frente ao tratamento medicamentoso com Dopamina (Stanzione et al., 1991; Lukhanina et al., 2009; Georgiev et al., 2015); porém outro estudo não verificou melhora na amplitude de P2 e P3 frente ao uso de medicação (Schomaker et al., 2014).

***Métodos***

## 5. MÉTODOS

Trata-se de um estudo transversal prospectivo, em pacientes adultos e idosos diagnosticados com DP, que foram submetidos à avaliação eletrofisiológica da audição por meio dos PEATE e dos PEALL.

A presente pesquisa foi realizada no Laboratório de Investigação Fonoaudiológica em Potenciais Evocados Auditivos do Curso de Fonoaudiologia do Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

Esta pesquisa foi aprovada pela Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa – CAPPesq da Diretoria Clínica do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, sob protocolo de pesquisa nº 3.241.829 (Anexo A).

### 5.1. Casuística

Participaram do estudo 32 indivíduos adultos e idosos, com idade maior ou igual a 40 anos. Dezesesseis indivíduos com DP participaram do Grupo Estudo (GE) e 16 indivíduos sem DP participaram do Grupo Controle (GC), sendo os dois grupos pareados por sexo / gênero e faixa etária. Os indivíduos com DP foram convocados na Associação Brasil Parkinson/São Paulo e os indivíduos sem a DP foram recrutados de uma amostra de conveniência por demanda espontânea.

Todos os participantes foram admitidos e avaliados no Laboratório de Investigação Fonoaudiológica em Potenciais Evocados Auditivos do Centro de Docência e Pesquisa - CDP – FMUSP.

### 5.2. Critérios de inclusão e exclusão

Os critérios de inclusão estabelecidos foram:

- Idade superior a 40 anos;
- Diagnóstico de DP efetuado por médico neurologista, em qualquer fase,

---

com tratamento;

- Uso de álcool ou outras drogas ilícitas;
- Indivíduos expostos a níveis de pressão sonora elevados.

Os critérios de exclusão estabelecidos foram:

- Histórico ou presença de alterações de orelha média;
- Presença de curva timpanométrica do Tipo B ou C (Jerger, 1970) e reflexos acústicos ipsilaterais e contralaterais ausentes bilateralmente nas frequências de 500, 1000 e 2000 Hz (Carvallo et al., 2003);
- Presença de perda auditiva neurosensorial de graus moderadamente severo, severo ou profundo (segundo Silman e Silverman, 1997).

### 5.3. Material

Para a realização deste estudo utilizou-se os seguintes materiais:

- Otoscópio marca Heine, modelo Mini Heine 2000, para visualização do meato acústico externo;
- Audiômetro marca Grason Standler, modelo GSI 61, para realização da Audiometria Tonal Liminar (ATL);
- Imitanciômetro marca Interacustics, modelo AT235H, para realização das Medidas de Imitância Acústica;
- Equipamento da Marca *Intelligent Hearing System*, modelo *Smart EP*, com fones de inserção, modelo ER 3A para realização dos PEATE e dos PEALL.

### 5.4. Procedimentos

---

Os procedimentos (para seleção da amostra) e os procedimentos da pesquisa propriamente ditos (PEATE e PEALL) foram aplicados em uma única sessão, compreendendo aproximadamente uma hora e meia de duração. O pesquisador inicialmente informou aos participantes sobre os procedimentos e iniciou a coleta dos dados apenas após a assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) (Anexo B), pelos indivíduos participantes da pesquisa. Nos casos em que os pacientes apresentavam fortes tremores, dificuldade na fala e/ou locomoção, foi necessário realizar a coleta em dois dias, com intervalo de no máximo uma semana. Nestes casos, as medidas de imitância acústica foram repetidas no segundo dia de avaliação, para confirmar a ausência de comprometimento de orelha média.

Inicialmente foram realizados os seguintes procedimentos para seleção da amostra:

- **Anamnese** para identificação dos critérios de inclusão e exclusão (Anexo C);
- **Inspeção do meato acústico externo** para identificação de alterações que impossibilitassem a realização dos demais testes (presença de cera ou corpo estranho no conduto auditivo externo);
- **Medidas de Imitância Acústica** para obtenção do traçado timpanométrico na modalidade de admitância compensada na altura da membrana timpânica ( $Y_{mt}$ ) estimada, em variação de volume em mililitros (ml) em relação à variação de pressão em decapascals (daPa), com o tom de sonda de 226Hz.



- 
- **Audiometria Tonal Liminar** nas frequências de 250, 500, 1000, 2000, 3000, 4000, 6000 e 8000 Hz, sendo os limiares auditivos obtidos variando-se a intensidade (dB NA) em degraus de variação descendente de 10 dB NA e, ascendente de 05 dB NA.
  - **Logaudiometria**, tendo sido pesquisados o Limiar de Reconhecimento de Fala (LRF) e o Índice Percentual de Reconhecimento de Fala (IPRF) com as listas de vocábulos propostas por Santos e Russo (1991), e o indivíduo foi orientado a repetir as palavras ditas pela pesquisadora.

Após a avaliação audiológica básica (Audiometria Tonal Liminar, Logaudiometria e Medidas de Imitação Acústica), foi realizada a avaliação eletrofisiológica da audição (composta por PEATE e PEALL) nos indivíduos selecionados para a composição da amostra.

Para a realização dos PEA, inicialmente foi realizada a limpeza da pele com pasta abrasiva e os eletrodos foram fixados à pele do indivíduo por meio de pasta eletrolítica e fita adesiva (micropore) em posições pré-determinadas de acordo com a norma *International Electrode System IES 10-20* (Jasper, 1958): o eletrodo terra foi posicionado na frente, os eletrodos de referência foram posicionados na mastoide esquerda (M1) e mastoide direita (M2), e o eletrodo ativo foi posicionado no vértex (Cz) para o registro do PEALL e na frente (Fz) para o PEATE.

Para captação dos PEALL, os estímulos acústicos (de fala e *tone burst*) foram apresentados na intensidade de 75 dBnNA.

Os estímulos acústicos de fala (sílabas /ba/ e /da/) e *Tone Burst* (frequências de 1000 e 2000 Hz) foram apresentados monoauralmente, em

---

uma velocidade de apresentação de 1,1 estímulos por segundo, totalizando 300 estímulos apresentados, sendo que 15 a 20% dos estímulos corresponderam ao estímulo raro. O estímulo de fala frequente foi a sílaba /ba/ e o raro a sílaba /da/; e o estímulo acústico *tone-burst* frequente foi a frequência de 1000 Hz e o raro a de 2000 Hz. O indivíduo foi orientado a prestar atenção nos estímulos raros que apareciam, aleatoriamente (paradigma *oddball*), dentro de uma série de estímulos frequentes, sendo solicitado a contar o número de vezes que o evento raro ocorreu (Musiek e Lee, 2001). Antes do exame foi realizado um treinamento para verificar se o paciente entendeu os comandos para responder.

Nesta investigação dos PEALL foram identificados e analisados os componentes P1, N1, P2, N2 e P3, em ambas as orelhas. Os componentes P1, N1, P2 e N2 foram identificados e analisados quanto à latência e amplitude (amplitudes P1-N1 e P2-N2) no traçado correspondente ao estímulo frequente, enquanto que o componente P3 foi identificado e analisado em relação à sua latência e amplitude (amplitude N2-P3) no traçado correspondente ao estímulo raro.

No PEATE foi utilizado o estímulo clique de polaridade rarefeita a 80 dBnNA, apresentado monoauralmente em uma velocidade de apresentação de 27,7 estímulos por segundo, totalizando 2000 estímulos. O traçado foi obtido duas vezes, verificando-se a reprodutibilidade do mesmo e, conseqüentemente, a presença de resposta. O indivíduo permaneceu sentado ou confortavelmente em uma poltrona reclinável, em uma sala tratada acústica e eletricamente. No traçado obtido foram analisadas as latências absolutas das ondas I, III e V e os interpicos I-III, III-V e I-V, analisando desta forma a integridade da via auditiva.

## 5.5. Análise dos resultados

Os resultados foram digitados em planilha específica e analisados.

---

Para a análise descritiva dos dados, foram calculados os valores de tendência central, tais como média, mediana, desvio padrão, mínimo e máximo.

Para a análise inferencial utilizou-se testes paramétricos, uma vez que a distribuição da amostra seguiu os padrões de normalidade. Assim, inicialmente

utilizou-se o teste T não pareado para comparar a idade entre ambos os grupos. Para comparar os resultados da ATL e do PEATE entre os grupos, utilizou-se o teste ANOVA mista de medidas repetidas, na qual a orelha foi considerada como fator de medida repetida e o grupo foi considerado como fator entre sujeitos. Finalmente, para comparar os resultados dos PEALL entre os grupos utilizou-se a ANOVA mista de medidas repetidas, na qual a orelha e estímulo foram considerados como fatores de medidas repetidas e o grupo foi considerado como fator entre sujeitos. O teste de Tukey foi utilizado para fazer a análise post hoc.

Em todas as análises, foi adotado o nível de significância de 5% ( $\alpha=0,05$ ).

# *Resultados*

6.

## RESULTADOS

### 6.1. Caracterização da amostra

Foram avaliados 16 indivíduos para compor o GE, oito do sexo feminino e oito do sexo masculino, com idades entre 40 e 81 anos ( $58,13 \pm 11,03$ ) e 16 indivíduos para compor o GC, pareados por sexo e faixa etária aos indivíduos do GE, com idades entre 42 e 81 anos ( $57,75 \pm 10,66$ ), sem diferença estatisticamente significativa entre os grupos para o fator idade ( $t = -0,098$ ;  $p$ -valor = 0,923).

Os indivíduos dos GE apresentaram tempo de diagnóstico entre 0,6 e 21,5 anos ( $7,22 \pm 6,40$ ) e tempo do tratamento entre 0,5 e 21,3 anos ( $7,12 \pm 6,39$ ), sendo que todos os indivíduos faziam uso de Prolopa (Quadro 1).

Quadro 1- Caracterização dos indivíduos do GE

Sujeito	Tempo de diagnóstico (anos)	Tempo de tratamento (anos)	Medicação utilizada para o Parkinson	Outra comorbidades	Outras medicações usadas
1	2,5	2,4	Prolopa	Nega	Nega
2	19,8	19,6	Prolopa	Pressão alta/diabetes	Losartana 25mg (há 5 anos) Metformina (há 6 anos)
3	21,5	21,3	Prolopa	Pressão alta	Losartana 50mg e Hidroclorotiazida 25mg (há 15 anos)
4	15,2	15,2	Prolopa	Pressão alta/diabetes	Clortalidona, Antodipino, Somalgin, Nesina e Metformina (há 2 anos)
5	8,4	8,3	Prolopa	Nega	Nega
6	7,4	7,4	Prolopa	Nega	Nega
7	6,8	6,6	Prolopa	Nega	Nega
8	2,4	2,3	Prolopa	Nega	Nega
9	5,6	5,4	Prolopa	Nega	Nega
10	2,3	2,3	Prolopa	Nega	Nega
11	10,1	10,0	Prolopa	Nega	Nega
12	3,0	2,8	Prolopa	Nega	Nega
13	3,9	3,6	Prolopa	Pressão alta	Sinvastatina e Losartana 50mg (há 3 anos)
14	4,0	3,9	Prolopa	Diabetes	Forxiga (há 8 anos)
15	0,6	0,5	Prolopa	Pressão alta	Atorvastatina 80mg e Atenolol 25mg (há 7 anos)
16	2,2	2,0	Prolopa	Nega	Nega

No que tange à caracterização audiológica por meio da ATL, foi realizada uma análise descritiva para os limiares obtidos em cada frequência (Tabela 1).

**Tabela 1-** Análise descritiva dos limiares auditivos obtidos na ATL para cada frequência em decibel Nível de Audição (dB NA)

	Grupo	Orelha	N	Mediana	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	
1	0,25 kHz	GE	OD	16	17,50	16,25	8,06	0,00	25,00
			OE	16	17,50	20,00	10,65	5,00	45,00
		GC	OD	16	12,50	14,38	7,04	5,00	25,00
			OE	16	15,00	14,37	6,55	5,00	25,00
	0,5 kHz	GE	OD	16	17,50	15,00	8,17	0,00	25,00
			OE	16	17,50	18,13	12,09	5,00	50,00
		GC	OD	16	15,00	15,63	5,12	5,00	25,00
			OE	16	15,00	15,63	6,55	5,00	25,00
	kHz	GE	OD	16	15,00	14,38	7,27	0,00	25,00
			OE	16	15,00	18,44	11,79	5,00	55,00
		GC	OD	16	15,00	15,63	5,12	5,00	25,00
			OE	16	20,00	18,44	6,25	5,00	25,00
2	kHz	GE	OD	16	20,00	17,81	8,94	5,00	40,00
			OE	16	17,50	21,56	13,75	10,00	55,00
		GC	OD	16	17,50	18,44	6,76	10,00	30,00
			OE	16	17,50	18,44	7,69	10,00	35,00
3	kHz	GE	OD	16	20,00	22,81	17,51	5,00	70,00
			OE	16	20,00	27,50	16,33	10,00	65,00
		GC	OD	16	17,50	19,06	6,12	10,00	35,00
			OE	16	15,00	18,44	8,70	10,00	40,00
4	kHz	GE	OD	16	15,00	25,63	20,89	10,00	85,00
			OE	16	22,50	29,38	19,23	10,00	70,00
		GC	OD	16	17,50	20,00	10,33	10,00	45,00
			OE	16	20,00	22,19	10,80	10,00	50,00
6 kHz	GE	OD	16	25,00	31,56	24,13	10,00	100,00	
		OE	16	25,00	34,38	24,69	15,00	95,00	
	GC	OD	16	20,00	21,25	10,08	10,00	50,00	
		OE	16	15,00	18,13	5,74	10,00	30,00	
8 kHz	GE	OD	16	25,00	33,13	26,26	10,00	105,00	
		OE	16	25,00	35,94	27,82	10,00	105,00	
	GC	OD	16	20,00	20,63	5,74	10,00	30,00	
		OE	16	20,00	20,00	5,77	10,00	35,00	

**Legenda:** OD- Orelha Direita; OE- Orelha Esquerda; GE- Grupo Estudo; GC Grupo Controle; N- Número amostral; kHz- kilo Hertz.

Após isto, foi realizada uma análise inferencial para comparar os limiares obtidos (Tabela 2).

**Tabela 2-** Comparação dos limiares auditivos obtidos em cada frequência de acordo com o grupo e a orelha

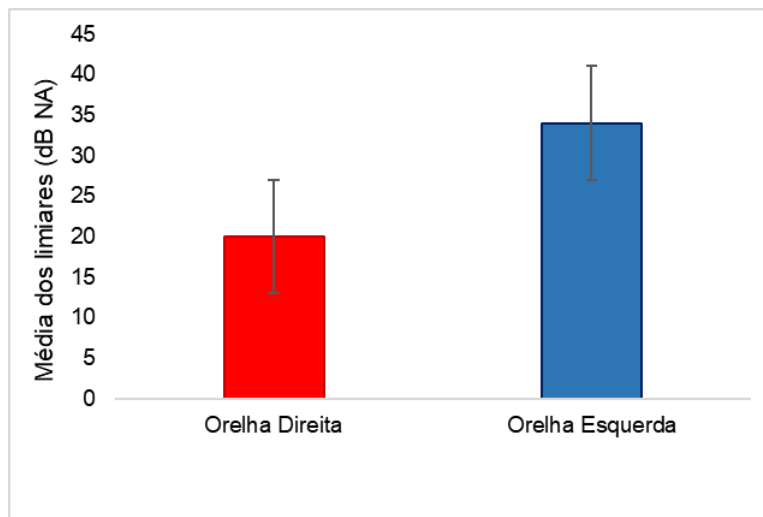
	Fator	Soma dos quadrados	Valor F	p-valor <sup>+</sup>	$\eta^2_p$
0,25 kHz	Grupo	225,00	2,00	0,168	0,062
	Orelha	56,25	2,46	0,128	0,076
	Grupo x Orelha	56,25	2,45	0,128	0,076
0,5 kHz	Grupo	14,06	0,11	0,742	0,004
	Orelha	39,06	2,78	0,106	0,085
	Grupo x Orelha	39,06	2,78	0,106	0,085
1 kHz	Grupo	6,25	0,06	0,811	0,002
	Orelha	189,06	9,01	0,005*	0,231
	Grupo x Orelha	6,25	0,06	0,811	0,010
2 kHz	Grupo	25,00	0,17	0,684	0,006
	Orelha	58,25	1,45	0,238	0,046
	Grupo x Orelha	25,00	0,17	0,684	0,046
3 kHz	Grupo	656,64	2,38	0,134	0,073
	Orelha	66,02	0,99	0,329	0,032
	Grupo x Orelha	112,89	1,69	0,204	0,053
4 kHz	Grupo	656,65	1,47	0,236	0,047
	Orelha	141,02	2,13	0,155	0,066
	Grupo x Orelha	9,77	0,15	0,704	0,005
6 kHz	Grupo	2822,27	4,763	0,037*	0,137
	Orelha	0,391	0,01	0,941	0,000
	Grupo x Orelha	141,02	1,99	0,168	0,062
8 kHz	Grupo	3234,77	4,52	0,042*	0,131
	Orelha	19,14	0,39	0,537	0,013
	Grupo x Orelha	47,27	0,96	0,334	0,013

**Legenda:** kHz- kilo Hertz; \*p-valor com diferença estatisticamente significativa;  $\eta^2_p$  Eta ao quadrado parcial referente ao tamanho do efeito.

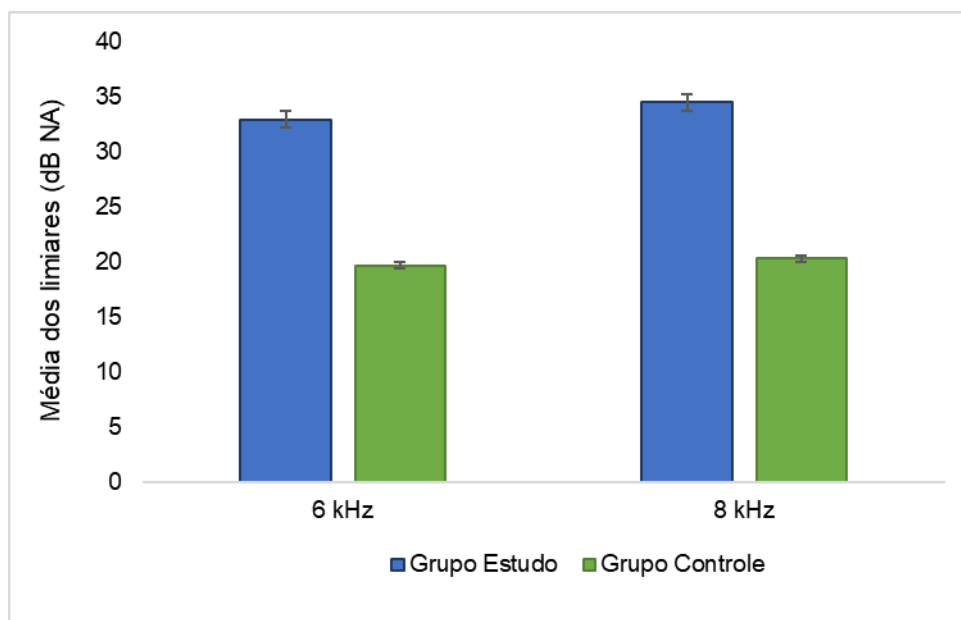
+p-valor obtido pelo teste ANOVA de medidas repetidas

Observou-se que a lateralidade da orelha foi significativa no resultado da frequência de 1 kHz, com efeito considerado grande ( $\geq 0,14$ ), sendo que a orelha esquerda apresentou limiares auditivos mais elevados em comparação com a orelha direita independente do grupo (Gráfico 1). Quanto ao grupo, limiares significativamente maiores, e de efeito moderado para grande (entre

0,06 e 0,13), foram observados no GE apenas para as frequências de 6 kHz e 8 kHz independente da orelha avaliada (Gráfico 2).



**Gráfico 1-** Comparação das médias dos limiares auditivos entre ambas as orelhas para a frequência de 1 kHz



**Gráfico 2-** Comparação das médias dos limiares auditivos entre ambos os grupos para as frequências de 6 e 8 kHz

## 6.2. Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico (PEATE)



Na análise do PEATE, foi realizada uma análise descritiva das latências absolutas das ondas I, III e V, e das latências dos interpicos I-III, III-V e I-V para cada grupo e para cada orelha (Tabela 3).

**Tabela 3-** Análise descritiva das latências absolutas das ondas I, III e V, e das latências dos interpicos I-III, III-V e I-V para cada grupo e para cada orelha em milissegundos (ms)

	Grupo	Orelha	N	Mediana	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
<b>Onda I</b>	GE	OD	16	1,59	1,63	0,14	1,40	1,83
		OE	16	1,65	1,68	0,16	1,50	1,98
	GC	OD	16	1,68	1,65	0,13	1,35	1,83
		OE	16	1,63	1,61	0,11	1,43	1,85
<b>Onda III</b>	GE	OD	16	3,69	3,71	0,19	3,45	4,15
		OE	16	3,75	3,76	0,12	3,56	3,98
	GC	OD	16	3,79	3,73	0,19	3,20	3,93
		OE	16	3,79	3,75	0,11	3,53	3,90
<b>Onda V</b>	GE	OD	16	5,62	5,58	0,21	5,30	6,10
		OE	16	5,73	5,67	0,18	5,35	5,95
	GC	OD	16	5,59	5,57	0,17	5,15	5,83
		OE	16	5,61	5,62	0,15	5,25	5,83
<b>Interpico I-III</b>	GE	OD	16	2,09	2,14	0,21	1,79	2,53
		OE	16	2,14	2,11	0,16	1,78	2,38
	GC	OD	16	2,14	2,09	0,22	1,48	2,38
		OE	16	2,18	2,17	0,09	2,03	2,33
<b>Interpico III-V</b>	GE	OD	16	1,84	1,85	0,14	1,63	2,10
		OE	16	1,91	1,91	0,15	1,55	2,13
	GC	OD	16	1,84	1,83	0,14	1,63	2,03
		OE	16	1,89	1,76	0,11	1,67	2,05
<b>Interpico I-V</b>	GE	OD	16	4,01	4,01	0,22	3,73	4,50
		OE	16	4,07	4,03	0,28	3,45	4,52
	GC	OD	16	3,98	3,93	0,174	3,43	4,13
		OE	16	4,05	4,02	0,12	3,80	4,20

**Legenda:** OD- Orelha Direita; OE- Orelha Esquerda; GE- Grupo Estudo; GC Grupo Controle; N- Número amostral.

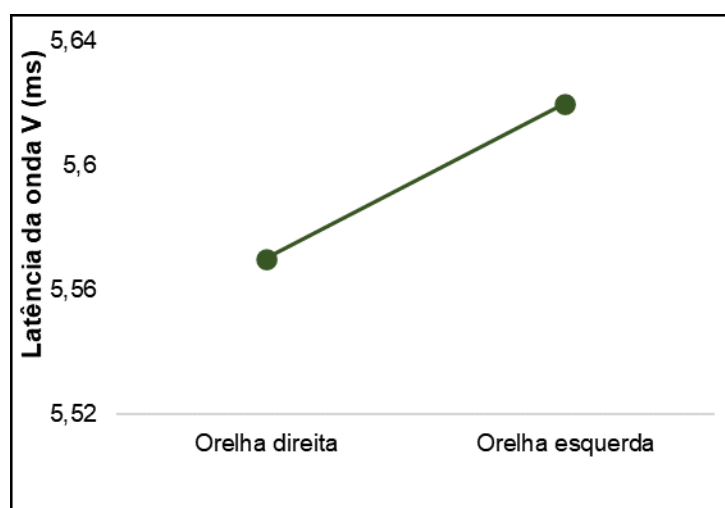
Após isto, foi realizada uma análise inferencial de comparação (Tabela 4). Foi observada diferença significativa na latência absoluta da onda V de acordo com a orelha avaliada, com efeito considerado grande ( $\geq 0,14$ ), sendo que maiores valores de latência foram obtidos na orelha esquerda independente do grupo avaliado (Gráfico 3).

**Tabela 4-** Comparação dos valores de latência absoluta e dos interpicos de acordo com o grupo e a orelha

	Fator	Soma dos quadrados	Valor F	p-valor <sup>+</sup>	$\eta^2_p$
<b>Onda I</b>	Grupo	0,011	0,363	0,551	0,012
	Orelha	0,000	0,037	0,849	0,001
	Grupo x Orelha	0,024	3,312	0,079	0,099
<b>Onda III</b>	Grupo	0,002	0,037	0,849	0,001
	Orelha	0,028	2,687	0,112	0,082
	Grupo x Orelha	0,003	0,273	0,605	0,009
<b>Onda V</b>	Grupo	0,014	0,270	0,607	0,009
	Orelha	0,082	8,317	0,007*	0,217
	Grupo x Orelha	0,010	1,041	0,316	0,034
<b>Interpico I-III</b>	Grupo	0,000	0,004	0,948	0,000
	Orelha	0,012	0,593	0,447	0,019
	Grupo x Orelha	0,040	1,980	0,170	0,062
<b>Interpico III-V</b>	Grupo	0,023	0,993	0,327	0,032
	Orelha	0,031	2,355	0,135	0,073
	Grupo x Orelha	0,007	0,564	0,458	0,018
<b>Interpico I-V</b>	Grupo	0,030	0,458	0,504	0,015
	Orelha	0,043	2,243	0,145	0,070
	Grupo x Orelha	0,022	1,172	0,288	0,038

**Legenda:** \*p-valor com diferença estatisticamente significante;  $\eta^2_p$ - Eta ao quadrado parcial referente ao tamanho do efeito.

+p-valor obtido pelo teste ANOVA de medidas repetidas

**Gráfico 3-** Comparação da latência a onda V entre as orelhas direita e esquerda

**Legenda:** ms- milissegundos.

### 6.3. Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência (PEALL)

Inicialmente foi realizada uma análise descritiva dos valores de latência dos componentes P1, N1, P2, N2 e P3 (Tabelas 5 e 6) e das amplitudes de P1-N1, P2-N2 e N2-P3 (Tabelas 7 e 8) para cada estímulo acústico.

**Tabela 5-** Análise descritiva das latências dos componentes dos PEALL obtidos pelo estímulo Tone Burst em milissegundos (ms)

	Grupo	Orelha	N	Mediana	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
<b>P1</b>	GE	OD	16	63,00	67,25	21,21	38,00	102,00
		OE	16	67,00	75,38	23,29	42,00	121,00
	GC	OD	16	54,00	58,86	16,01	38,00	93,00
		OE	16	56,00	58,69	18,57	39,00	115,00
<b>N1</b>	GE	OD	16	104,50	104,00	19,87	70,00	135,00
		OE	16	100,00	101,50	19,08	62,00	133,00
	GC	OD	16	98,00	102,19	23,43	84,00	122,00
		OE	16	103,00	99,06	22,71	39,00	140,00
<b>P2</b>	GE	OD	16	183,00	183,38	28,66	140,00	258,00
		OE	16	177,50	182,81	35,34	120,00	251,00
	GC	OD	16	185,00	181,56	31,33	140,00	255,00
		OE	16	172,50	173,13	20,64	146,00	212,00
<b>N2</b>	GE	OD	16	223,00	227,75	34,62	187,00	323,00
		OE	16	201,00	213,94	41,43	148,00	289,00
	GC	OD	16	261,50	249,38	37,06	179,00	311,00
		OE	16	217,50	228,06	38,03	148,00	289,00
<b>P3</b>	GE	OD	16	351,00	344,69	43,99	248,00	401,00
		OE	16	332,50	334,50	27,32	300,00	395,00
	GC	OD	16	346,00	349,13	40,93	288,00	416,00
		OE	16	317,00	326,00	37,77	245,00	373,00

**Legenda:** GC- Grupo Controle; GE-Grupo Estudo; OD- Orelha Direita; OE- Orelha Esquerda; N- Número amostral.

**Tabela 6-** Análise descritiva das latências dos componentes dos PEALL obtidos pelo estímulo de fala em milissegundos (ms)

Grupo	Orelha	N	Mediana	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	
P1	GE	OD	16	71,00	69,81	10,06	51,00	88,00
		OE	16	76,00	72,31	12,38	36,00	85,00
	GC	OD	16	72,00	70,25	16,49	43,00	100,00
		OE	16	70,00	70,31	18,47	36,00	120,00
N1	GE	OD	16	109,00	105,50	15,47	77,00	130,00
		OE	16	110,50	111,31	17,59	66,00	143,00
	GC	OD	16	114,00	112,88	17,84	81,00	153,00
		OE	16	115,50	115,19	23,54	66,00	179,00
P2	GE	OD	16	185,00	186,94	23,06	122,00	227,00
		OE	16	190,50	187,07	33,12	87,00	232,00
	GC	OD	16	78,50	188,19	35,81	121,00	269,00
		OE	16	189,00	189,88	42,12	87,00	260,00
N2	GE	OD	16	232,50	241,63	44,11	167,00	351,00
		OE	16	229,00	231,69	56,03	107,00	341,00
	GC	OD	16	232,50	245,25	42,30	165,00	326,00
		OE	16	260,50	251,81	50,99	107,00	312,00
P3	GE	OD	16	330,00	329,69	34,53	275,00	412,00
		OE	16	334,00	333,13	37,30	267,00	385,00
	GC	OD	16	343,50	346,93	45,05	272,00	456,00
		OE	16	323,50	321,31	29,06	281,00	386,00

**Legenda:** GC- Grupo Controle; GE-Grupo Estudo; OD- Orelha Direita; OE- Orelha Esquerda; N- Número amostral.

**Tabela 7-** Análise descritiva das amplitudes dos componentes dos PEALL obtidos pelo estímulo Tone Burst em microVolts ( $\mu\text{V}$ )

Grupo	Orelha	N	Mediana	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	
P1- N1	GE	OD	16	3,52	3,74	2,39	0,07	8,14
		OE	16	3,78	3,77	2,05	0,65	8,15
	GC	OD	16	3,94	4,72	3,13	0,68	11,40
		OE	16	4,53	5,24	2,59	2,42	11,79
P2-N2	GE	OD	16	2,49	2,60	1,24	0,80	4,93
		OE	16	1,89	2,24	1,17	0,95	4,47
	GC	OD	16	4,67	4,37	1,76	1,10	7,77
		OE	16	3,47	3,25	1,57	0,76	5,85
N2-P3	GE	OD	16	4,23	5,02	4,59	0,62	19,17
		OE	16	3,08	4,73	3,52	1,01	11,18
	GC	OD	16	5,74	6,89	4,87	1,97	20,13
		OE	16	7,45	7,38	4,05	1,39	15,80

**Legenda:** GC- Grupo Controle; GE-Grupo Estudo; OD- Orelha Direita; OE- Orelha Esquerda; N- Número amostral.

**Tabela 8-** Análise descritiva das amplitudes dos componentes dos PEALL obtidos pelo estímulo de fala em microVolts ( $\mu\text{V}$ )

	Grupo	Orelha	N	Mediana	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
<b>P1- N1</b>	GE	OD	16	2,24	2,83	1,87	0,93	7,12
		OE	16	2,52	3,26	1,87	0,71	7,60
	GC	OD	16	5,08	5,35	2,87	0,88	9,62
		OE	16	4,38	5,54	3,24	1,87	11,31
<b>P2-N2</b>	GE	OD	16	2,84	2,57	1,00	0,63	4,35
		OE	16	1,87	2,52	2,12	0,31	7,35
	GC	OD	16	2,67	2,84	1,00	1,60	5,49
		OE	16	2,50	2,82	2,02	0,42	8,07
<b>N2-P3</b>	GE	OD	16	5,07	5,04	3,36	0,76	10,99
		OE	16	5,47	4,90	3,52	0,32	11,77
	GC	OD	16	8,11	8,62	6,00	0,73	22,40
		OE	16	6,48	8,09	6,41	0,43	21,90

**Legenda:** GC- Grupo Controle; GE-Grupo Estudo; OD- Orelha Direita; OE- Orelha Esquerda; N- Número amostral.

A seguir, foi realizada uma estatística inferencial das latências e amplitudes dos componentes dos PEALL.

Para o componente P1, não foram observadas diferenças entre os grupos, as orelhas ou os estímulos, bem como, nenhum efeito de interação significativo foi observado para nenhum dos fatores (Tabela 9).

**Tabela 9-** Comparação dos valores de latência do componente P1 de acordo com o grupo, a orelha e o estímulo avaliado

Fator	Soma dos quadrados	Valor F	p-valor <sup>+</sup>	$\eta^2_p$
Grupo	1417,78	2,89	0,100	0,088
Orelha	220,50	1,01	0,322	0,033
Estímulo	1012,50	2,72	0,110	0,083
Grupo x Orelha	231,13	1,06	0,311	0,034
Grupo x Estímulo	1104,50	2,96	0,095	0,090
Orelha x Estímulo	57,78	0,38	0,541	0,013
Grupo x Orelha x Estímulo	69,03	0,46	0,504	0,015

**Legenda:**  $\eta^2_p$ -Eta ao quadrado parcial referente ao tamanho do efeito.  
+p-valor obtido pelo teste ANOVA de medidas repetidas

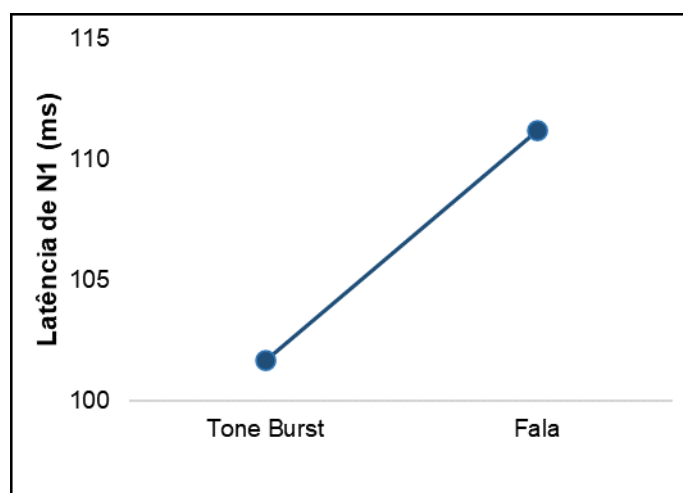
Para o componente N1, observou-se que de acordo com o estímulo as respostas foram significativamente diferentes, com efeito grande ( $\geq 0,14$ ), sendo que maiores valores de latências foram observados para o estímulo de fala. Não foram observadas diferenças entre os grupos ou as orelhas, bem como, nenhum efeito de interação significativo foi observado para nenhum dos fatores (Tabela 10; Gráfico 4).

**Tabela 10-** Comparação dos valores de latência do componente N1 de acordo com o grupo, a orelha e o estímulo avaliado

Fator	Soma dos quadrados	Valor F	p-valor <sup>+</sup>	$\eta^2_p$
Grupo	98,00	0,25	0,622	0,008
Orelha	12,50	0,04	0,836	0,001
Estímulo	2907,03	5,19	0,030*	0,147
Grupo x Orelha	34,03	0,12	0,732	0,004
Grupo x Estímulo	480,50	0,86	0,362	0,028
Orelha x Estímulo	378,13	1,92	0,177	0,060
Grupo x Orelha x Estímulo	16,53	0,084	0,774	0,003

**Legenda:** \*p-valor com diferença estatisticamente significante;  $\eta^2_p$ - Eta ao quadrado parcial referente ao tamanho do efeito.

+p-valor obtido pelo teste ANOVA de medidas repetidas



**Gráfico 4-** Comparação da latência do componente N1 entre os estímulos de Tone Burst e fala

**Legenda:** ms- milissegundos.

Para os componentes P2 e N2, não foram observadas diferenças entre os grupos, as orelhas ou os estímulos, bem como, nenhum efeito de interação significativo foi observado para nenhum dos fatores (Tabelas 11 e 12).

**Tabela 11-** Comparação dos valores de latência do componente P2 de acordo com o grupo, a orelha e o estímulo avaliado

Fator	Soma dos quadrados	Valor F	p-valor <sup>+</sup>	$\eta^2_p$
Grupo	110,63	0,06	0,807	0,002
Orelha	103,32	0,17	0,680	0,006
Estímulo	1945,32	2,00	0,168	0,062
Grupo x Orelha	79,90	0,13	0,717	0,004
Grupo x Estímulo	484,38	0,497	0,486	0,016
Orelha x Estímulo	233,82	0,34	0,566	0,011
Grupo x Orelha x Estímulo	178,13	0,257	0,616	0,008

**Legenda:**  $\eta^2_p$  Eta ao quadrado parcial referente ao tamanho do efeito.  
<sup>+</sup>p-valor obtido pelo teste ANOVA de medidas repetidas

**Tabela 12-** Comparação dos valores de latência do componente N2 de acordo com o grupo, a orelha e o estímulo avaliado

Fator	Soma dos quadrados	Valor F	p-valor <sup>+</sup>	$\eta^2_p$
Grupo	7080,50	2,10	0,158	0,065
Orelha	2964,50	2,18	0,150	0,068
Estímulo	5253,13	3,19	0,084	0,096
Grupo x Orelha	162,00	0,12	0,733	0,004
Grupo x Estímulo	288,00	0,18	0,679	0,006
Orelha x Estímulo	2016,13	1,65	0,209	0,052
Grupo x Orelha x Estímulo	1152,00	0,94	0,339	0,030

**Legenda:**  $\eta^2_p$  Eta ao quadrado parcial referente ao tamanho do efeito.  
<sup>+</sup>p-valor obtido pelo teste ANOVA de medidas repetidas

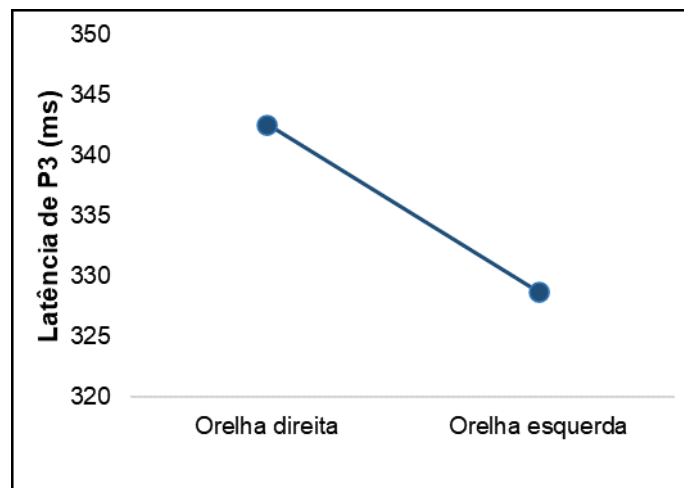
Para o componente P3, observou-se que as respostas foram significativamente diferentes de acordo com a lateralidade da orelha avaliada, com efeito médio (entre 0,01 e 0,06), sendo que maiores valores de latência foram observados para a orelha direita. Não foram observadas diferenças entre

os grupos ou os estímulos, bem como, nenhum efeito de interação significativo foi observado para nenhum dos fatores (Tabela 13; Gráfico 5).

**Tabela 13-** Comparação dos valores de latência do componente P3 de acordo com o grupo, a orelha e o estímulo avaliado

Fator	Soma dos quadrados	Valor F	p-valor*	$\eta^2_p$
Grupo	1250,00	0,61	0,442	0,020
Orelha	6160,50	5,05	0,032*	0,046
Estímulo	1081,13	0,71	0,407	0,023
Grupo x Orelha	675,28	0,55	0,463	0,018
Grupo x Estímulo	2194,53	1,43	0,240	0,046
Orelha x Estímulo	247,53	0,30	0,586	0,010
Grupo x Orelha x Estímulo	112,50	0,14	0,713	0,005

**Legenda:** \*p-valor com diferença estatisticamente significante;  $\eta^2_p$ - Eta ao quadrado parcial referente ao tamanho do efeito.  
+p-valor obtido pelo teste ANOVA de medidas repetidas



**Gráfico 5-** Comparação da latência do componente P3 entre as orelhas direita e esquerda  
**Legenda:** ms- milissegundos.

No que tange às medidas de amplitude, observou-se para a amplitude de P1-N1 efeito de interação entre grupo e estímulo, com efeito médio para grande (entre 0,06 e 0,13). No teste post hoc, observou-se diferença entre os grupos, sendo que o GE apresentou amplitude reduzida em comparação ao GC apenas para o estímulo de fala ( $t= 2,849$ ;  $p\text{-valor}= 0,034$ ) (Gráfico 6). Não



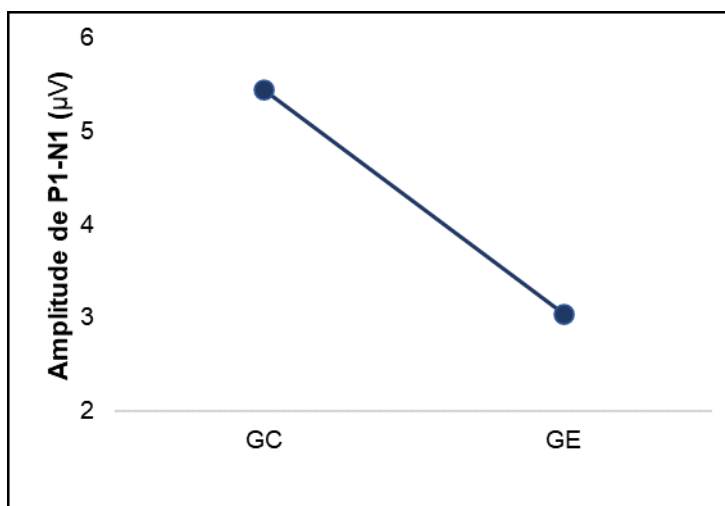
foram observadas diferenças entre as orelhas e os estímulos, bem como, nenhum outro efeito de interação significativo entre os fatores (Tabela 14).

**Tabela 14-** Comparação dos valores de amplitudes de P1-N1 de acordo com o grupo, a orelha e o estímulo avaliado

Fator	Soma dos quadrados	Valor F	p-valor*	$\eta^2_p$
Grupo	105,25	5,22	0,030*	0,148
Orelha	2,72	1,52	0,227	0,048
Estímulo	0,47	0,19	0,665	0,006
Grupo x Orelha	0,13	0,07	0,793	0,002
Grupo x Estímulo	10,84	4,40	0,045*	0,128
Orelha x Estímulo	0,01	0,01	0,945	0,000
Grupo x Orelha x Estímulo	1,08	0,66	0,423	0,022

**Legenda:** \*p-valor com diferença estatisticamente significativa;  $\eta^2_p$ - Eta ao quadrado parcial referente ao tamanho do efeito.

+p-valor obtido pelo teste ANOVA de medidas repetidas



**Gráfico 6-** Comparação dos valores de amplitudes de P1-N1 entre os grupos para o estímulo de fala

**Legenda:** GC- Grupo Controle; GE- Grupo Estudo; µV- microVolts.

Para a amplitude de P2-N2, observou-se efeito de interação entre grupo e estímulo, com efeito grande ( $\geq 0,14$ ). O teste post hoc demonstrou diferença estatisticamente significativa entre os grupos para o estímulo Tone Burst, sendo que o GE apresentou amplitude reduzida em comparação ao GC ( $t=2,910$ ;  $p\text{-valor}=0,027$ ). Além disso, observou-se diferença significativa de

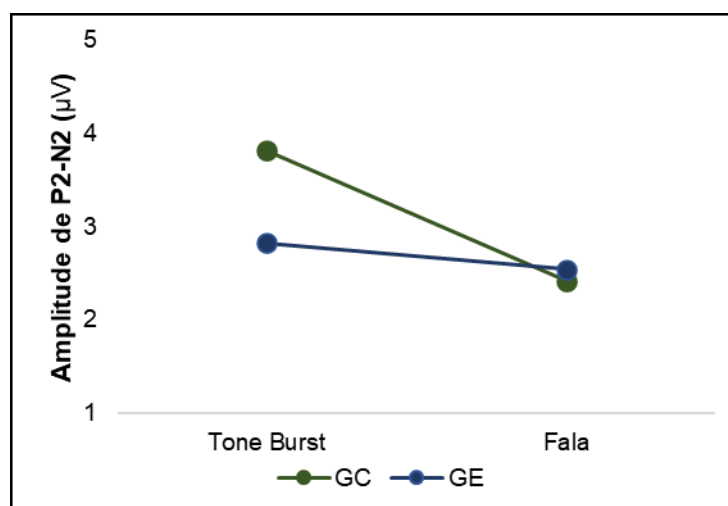
acordo com o estímulo apenas no GC, sendo que maiores amplitudes foram observadas com o estímulo de fala em comparação ao estímulo Tone Burst ( $t=3,084$ ;  $p\text{-valor}=0,021$ ). Além disso, observou-se uma diferença significativa entre as orelhas, sendo que as maiores amplitudes foram observadas na orelha direita independente do grupo ou do estímulo. Não foi observado efeito de interação significativo entre grupo e orelha, e entre grupo, orelha e estímulo (Tabela 15; Gráficos 7 e 8).

**Tabela 15-** Comparação dos valores de amplitudes de P2-N2 de acordo com o grupo, a orelha e o estímulo avaliado

Fator	Soma dos quadrados	Valor F	p-valor*	$\eta^2_p$
Grupo	22,65	3,96	0,056	0,117
Orelha	4,80	5,11	0,031*	0,145
Estímulo	5,96	3,65	0,066	0,108
Grupo x Orelha	1,048	1,12	0,299	0,036
Grupo x Estímulo	9,82	6,01	0,020*	0,167
Orelha x Estímulo	3,99	3,18	0,079	0,100
Grupo x Orelha x Estímulo	1,26	1,05	0,314	0,034

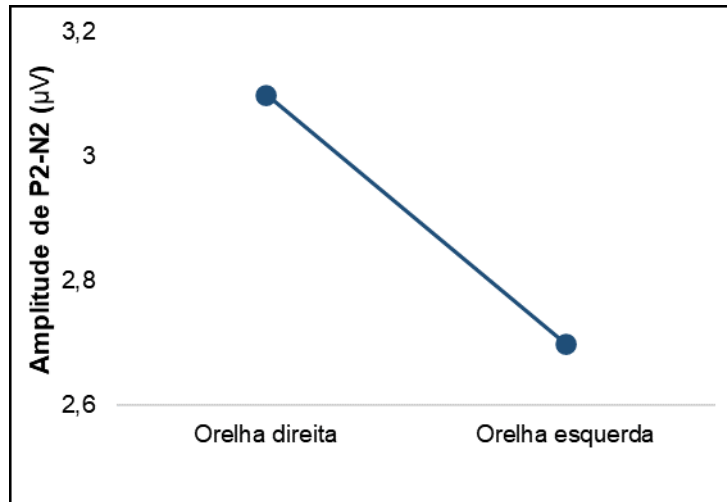
**Legenda:** \*p-valor com diferença estatisticamente significativa;  $\eta^2_p$ . Eta ao quadrado parcial referente ao tamanho do efeito.

+p-valor obtido pelo teste ANOVA de medidas repetidas



**Gráfico 7-** Comparação dos valores de amplitudes de P2-N2 entre os estímulos para cada grupo

**Legenda:** GC- Grupo Controle; GE- Grupo Estudo;  $\mu\text{V}$ - microVolts.



**Gráfico 8-** Comparação dos valores de amplitudes de P2-N2 entre as orelhas direita e esquerda

**Legenda:** µV- microVolts.

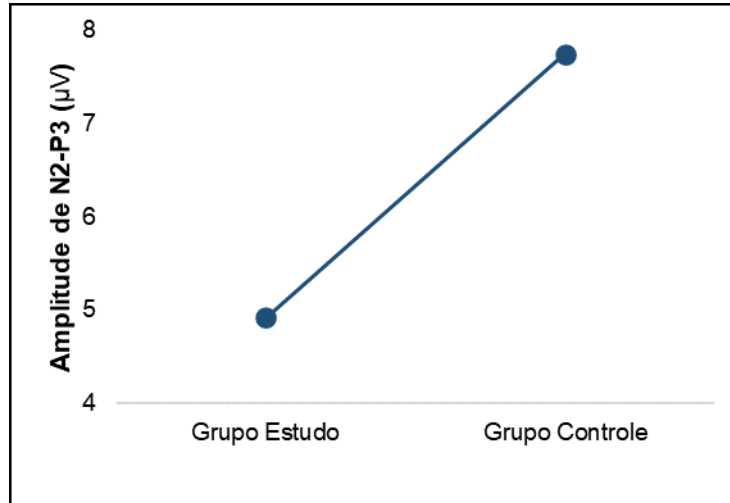
Quanto à amplitude N2-P3, observou-se diferenças significativas com efeito grande ( $\geq 0,14$ ) para o grupo, sendo que o GE apresentou amplitude menor em comparação ao GC. Não foram observadas diferenças entre as orelhas e os estímulos, bem como, nenhum efeito de interação significativo entre os fatores (Tabela 16; Gráfico 9).

**Tabela 16-** Comparação dos valores de amplitudes de N2-P3 de acordo com o grupo, a orelha e o estímulo avaliado

Fator	Soma dos quadrados	Valor F	p-valor <sup>+</sup>	$\eta^2_p$
Grupo	255,61	5,79	0,023*	0,162
Orelha	0,420	0,03	0,860	0,000
Estímulo	13,60	0,58	0,451	0,019
Grupo x Orelha	0,32	0,02	0,877	0,000
Grupo x Estímulo	10,13	0,44	0,515	0,014
Orelha x Estímulo	1,58	0,25	0,622	0,008
Grupo x Orelha x Estímulo	2,71	0,43	0,518	0,014

**Legenda:** \*p-valor com diferença estatisticamente significante;  $\eta^2_p$ - Eta ao quadrado parcial referente ao tamanho do efeito.

+p-valor obtido pelo teste ANOVA de medidas repetidas



**Gráfico 9-** Comparação dos valores de amplitudes de N2-P3 entre os grupos controle e estudo  
**Legenda:** GC- Grupo Controle; GE- Grupo Estudo; µV- microVolts.

***Discussão***

---

## 7. DISCUSSÃO

Mediante pesquisas na literatura e em bases de dados notou-se que há uma insuficiência de estudos que realizaram e analisaram as avaliações da via auditiva periférica e central na população com DP.

Desta forma, o objetivo do presente estudo foi caracterizar os Potenciais Evocados Auditivos de Tronco Encefálico (PEATE) e Potenciais Evocados Auditivos de Longa Latência (PEALL), tanto para o estímulo *Tone Burst* quanto para o estímulo de Fala, em adultos e idosos diagnosticados com DP (GE) em comparação com adultos e idosos sem diagnóstico de DP (GC).

A seguir serão apresentadas as discussões referentes à caracterização da amostra e às avaliações eletrofisiológicas da audição por meio dos PEATE e PEALL.

### 7.1. Caracterização da amostra

Para a presente pesquisa, foram avaliados 16 indivíduos para compor o GE, 50% do sexo feminino e 50% do sexo masculino, com idades entre 40 e 81 anos e 16 indivíduos para compor o GC, pareados por sexo aos indivíduos do GE, sem diferença estatisticamente significativa de idade entre os grupos.

Sabe-se que a resposta eletrofisiológica da audição é influenciada pela idade, e por este motivo, no presente estudo, teve-se o cuidado de realizar um pareamento de idade entre os grupos a fim de minimizar os efeitos desta variável.

Os indivíduos dos GE apresentaram tempo de diagnóstico entre 0,6 e 21,5 anos, e haviam iniciado o tratamento entre 0,5 e 21,3 anos, sendo que todos os indivíduos faziam uso de Prolopa (Quadro 1). O presente estudo

---

esteve de acordo com outros estudos que também verificaram que a medicação mais usada pelos pacientes diagnosticados com DP foi Prolopa (Ferraz, 1999; Clementino et al., 2021).

De acordo com Ferraz (1999) o uso da levodopa é uma das formas mais efetiva e viável para se restaurar a neurotransmissão, visto que a levodopa penetra no sistema nervoso central e, por ação da enzima dopadescarboxilase, é convertida em dopamina, auxiliando nos sintomas motores. Apesar do surgimento de novas alternativas terapêuticas, a levodopa permanece até hoje como a droga mais eficaz no tratamento da DP.

No que tange à caracterização audiológica dos pacientes com DP, é importante destacar que, considerando que a perda auditiva elevada influencia na captação dos potenciais evocados auditivos, visto que quanto maior o grau da perda de audição menor a detecção do som para avaliação do PEALL, foi estabelecido como critério de inclusão o grau da perda auditiva de leve a moderado (Freitas, 2014).

Ainda no que diz respeito aos limiares obtidos por meio da ATL, observou-se que indivíduos com DP apresentaram limiares auditivos mais elevados em comparação ao GC para as frequências de 6 e 8 kHz. Apesar desta diferença, acredita-se que este fator não influenciou as respostas eletrofisiológicas, visto que as frequências do clique utilizado para o registro do PEATE compreendem às frequências entre 2 a 4 kHz; da mesma forma, para os PEALL com Tone Burst utilizou-se tons de 1 e 2 kHz, e para o estímulo de fala o espectro compreende as principais frequências da fala, entre 0,5 e 4 kHz.

Este resultado é compatível com outros estudos que encontraram, em pacientes com DP, alteração dos limiares auditivos principalmente nas

---

frequências altas. Esta perda auditiva pode ser decorrente da idade ou da DP em si (Yılmaz et al., 2009; Vitale et al., 2012; Rabelo et al., 2014).

Em pesquisa na qual foram analisados os resultados da ATL, observou-se a presença de alterações no sistema auditivo periférico e central em indivíduos com DP, sendo que a perda auditiva em indivíduos com DP se assemelha a presbiacusia (Rabelo et al., 2014).

Yılmaz et al. (2009), estudando pacientes com DP também analisaram os resultados obtidos na ATL, e observaram resultados significativamente elevados para pacientes com DP em 4.000 e 8.000 Hz, sugerindo que os limiares auditivos podem estar afetados pela DP.

Em outro estudo com sujeitos com DP, observou-se piores limiares audiométricos nas frequências altas em comparação aos controles saudáveis da mesma faixa etária, sugerindo que os níveis de sensibilidade para estas frequências estão mais comprometidos entre os pacientes do DP (Vitale et al., 2012).

## **7.2. Potenciais Evocados Auditivos de Tronco Encefálico (PEATE)**

No presente estudo, foram analisadas as latências absolutas das ondas I, III e V, e as latências dos interpicos I-III, III-V e I-V do PEATE.

Não foi observada diferença entre os grupos tanto para as latências absolutas quanto para as latências interpicos, o que sugere que o tempo de condução neural ainda estava preservado para a população estudada e similar aos indivíduos do GC. Por outro lado, quanto à lateralidade da orelha avaliada, observou-se que os valores de latência absoluta da onda V encontraram-se aumentados na orelha esquerda com relação à orelha direita (Gráfico 3). Não



---

foi encontrado estudos na literatura consultada que comparassem os resultados obtidos entre as orelhas direita e esquerda.

Os resultados encontrados no presente estudo corroboram os obtidos no estudo de Pineroli et al. (2002), que também observaram, em pacientes com diagnóstico de DP, valores de latência do PEATE normais, sugerindo integridade das vias auditivas em nível de tronco encefálico em pacientes portadores de DP.

Segundo Fradis et al. (1988), sabe-se que o tratamento com L-Dopa causa uma vasodilatação dos vasos sanguíneos, levando a um aumento na velocidade de condução neural (de transmissão do estímulo) e, conseqüentemente, uma diminuição das latências dos componentes do PEATE. Sendo assim, como no presente estudo todos os pacientes faziam uso de medicação para DP (Prolopa), iniciada logo depois do diagnóstico com DP, pode-se inferir que talvez não tenha sido observada diferença significativa entre os grupos devido ao fato dos pacientes com DP fazerem uso de tal medicação.

Por outro lado, diferentemente do encontrado no presente estudo, alguns autores evidenciaram lentidão das respostas eletrofisiológicas das vias auditivas neurais na região do tronco encefálico na DP, em estudos conduzidos com a pesquisa dos PEATE, sugerindo que os processos degenerativos das vias auditivas estão fortemente associados ao envelhecimento (Podoshin et al., 1987; Fradis et al., 1988; Tachibana et al., 1989; Chia et al., 1995; Yılmaz et al., 2009; Liu et al., 2017).

O estudo de Fradis et al. (1988) avaliou pacientes com DP por meio do PEATE comparando a um GC pareado por idade e limiar auditivo, sendo observada diferença significativa entre os grupos com e sem DP. Ainda neste estudo, ao realizar a comparação dos resultados obtidos no PEATE entre

---

pacientes com DP tratados e não tratados com L-dopa, observou-se envolvimento subclínico do tronco encefálico auditivo em pacientes com DP, possivelmente devido à influência da dopamina sobre os vasos sanguíneos. Ressalta-se que tal comparação não foram investigados no presente estudo, principalmente devido ao fato de todos os pacientes com DP avaliados já utilizarem como medicação o Prolopa (dopamina).

Tachibana et al. (1989), ao avaliarem pacientes com DP com e sem demência e indivíduos sem DP, com idades médias de 67 a 69 anos, por meio do PEATE, verificaram que a latência interpico I-V em pacientes com DP foram significativamente maiores do que as dos indivíduos sem DP. Além disso, pacientes com demência apresentaram prolongamento significativo do interpico I-V, demonstrando que as vias auditivas do tronco encefálico estão comprometidas em pacientes com DP com demência.

Chia et al. (1995) e Yılmaz et al. (2009) também observaram, em seus estudos com PEATE em indivíduos com DP, prolongamento da latência da onda V e do interpico I-V, sugerindo comprometimento da transmissão do estímulo acústico no tronco encefálico nesta população.

O estudo realizado por Liu et al. (2017) também investigou a condução neural no tronco encefálico em pacientes com DP (idade média de 69,24 anos) utilizando o PEATE, verificando que as latências das ondas III e V, e as latências interpicos III-V e I-V encontravam-se significativamente aumentadas, comparadas com as obtidas em sujeitos do GC, enquanto nenhuma diferença significativa foi observada na onda I e para o interpico I-III. Desta forma, os resultados demonstraram que o processamento auditivo em nível do tronco encefálico pode estar prejudicado em pacientes com DP.

---

Santos et al. (2023) realizaram uma revisão de literatura dos resultados do PEATE na DP e pontuaram que há descrito na literatura a presença de aumento da latência de todas as ondas, principalmente das ondas III e V, e aumento dos interpicos I-V e III-V, ressaltando que indivíduos com DP podem apresentar alteração na velocidade de transmissão neural dos estímulos acústicos pelas vias auditivas do tronco encefálico. No mesmo estudo, apenas em dois artigos (Rossi et al, 1985; Kodama et al.,1999) analisaram as medidas de amplitude, apontando resultados dentro dos padrões de normalidade, porém tal parâmetro (amplitude) não foi analisado na presente pesquisa.

Compilando os diversos resultados elencados na literatura especializada, observa-se frequentemente o relato que em indivíduos com DP apresentam uma alteração no processamento da informação acústica a nível do tronco encefálico, alterações estas que podem ser visualizadas mais frequentemente pelo aumento das latências absolutas das ondas III e V ou aumento das latências interpicos I-III e I-V. Embora o aumento da latência desses interpicos seja o mais descrito na literatura, não se pode desconsiderar também o aumento do interpico I-III descrito em alguns estudos, sugerindo que indivíduos com DP podem apresentar tanto alteração da via auditiva em tronco encefálico alto como em tronco encefálico baixo. Ainda em alguns trabalhos justifica-se que o aumento das latências dos componentes do PEATE possa estar relacionado com a diminuição dos níveis de dopamina no cérebro, o que causaria uma vasoconstrição dos vasos sanguíneos, ocasionando uma diminuição na velocidade de condução neural e, conseqüentemente, um aumento da latência dos componentes do PEATE.

Verifica-se que, na literatura especializada, a incidência e prevalência da DP aumenta progressivamente após os 60 anos (Clementino et al., 2021). No

---

presente estudo, mais da metade dos pacientes avaliados tinham menos de 60 anos, visto que a mediana para o fator idade foi de 58 anos. Isto ocorreu pois os pacientes mais jovens e menos comprometidos tinham maior facilidade de locomoção e, assim, aceitavam com mais facilidade comparecerem ao local do exame para participar da pesquisa, sendo está uma limitação do presente estudo. Desta forma, sugere-se que novos estudos sejam desenvolvidos considerando a avaliação de sujeitos com idade superior a 60 anos.

### **7.3. Potenciais Evocados Auditivos de Longa Latência (PEALL)**

Quanto à análise dos PEALL, foram analisados os valores de latência dos componentes P1, N1, P2, N2 e P3 bem como os valores das amplitudes P1-N1, P2-N2 e N2-P3 dos PEALL obtidos com estímulo Tone Burst e com estímulo de fala.

Em relação à latência, não foram observadas diferenças significativas entre os pacientes com DP e os indivíduos do GC (sem DP) para nenhum dos componentes avaliados, tanto para o estímulo tone burst como para o estímulo de fala.

Este resultado corrobora o estudo de Pineroli et al. (2002), que ao avaliar o componente P3 dos PEALL em pacientes com diagnóstico prévio de DP, não observaram latências diferentes dos limites de normalidade para a idade. Estes autores observaram, também, integridade das vias auditivas em pacientes portadores de DP.

Assim como mencionado anteriormente, ressalta-se que todos os pacientes com DP no presente estudo faziam uso de medicação dopaminérgica (Prolopa), tendo iniciado o uso desta medicação assim que foi concluído o diagnóstico de DP. Diversos estudos na literatura (Stanzione et al., 1991;

---

Lukhanina et al., 2009; Georgiev et al., 2015) referiram que pode haver uma melhora na latência dos componentes do PEALL (principalmente o componente P3) frente à terapia dopaminérgica, devido à vasodilatação dos vasos sanguíneos e, conseqüentemente, ao aumento na velocidade de condução neural do estímulo acústico. Tais aspectos podem, portanto, ter interferido nos resultados do presente estudo, fazendo com que não pudéssemos observar diferenças entre os grupos de indivíduos com e sem DP no que diz respeito às latências dos componentes dos PEALL.

Em outra pesquisa, na qual foram analisados os resultados da avaliação audiológica básica e testes de processamento auditivo central em indivíduos com DP, observou-se a presença de alterações no sistema auditivo periférico e central, sendo que a percepção das dificuldades auditivas e do handicap não se relacionou com alterações audiológicas em indivíduos com DP (Rabelo et al., 2014).

Por sua vez, no estudo de Chia et al. (1995) ao estudarem pacientes com DP, os quais foram avaliados por meio de avaliação clínica, avaliação de cognição e depressão, bem como exames eletrofisiológicos como PEALL, os resultados demonstraram que os pacientes com DP apresentaram latências mais prolongadas no P3. Estes achados também foram observados nos estudos de O'Donnell et al. (1987), Hayashi et al. (1996), Jiang et al. (2000), Tsuchiya et al. (2000), Katsarou et al. (2004), Matsui et al. (2007), Lopes et al. (2014) e Pauletti et al. (2019). Estes autores correlacionaram que as deficiências dopaminérgicas em pacientes com DP podem justificar o aumento de latência deste componente.

Ainda no que tange às medidas de latência, observou-se diferença estatisticamente significativa para a latência de N1, sendo que maiores valores

---

de latência foram observados para o estímulo de fala, sugerindo uma diminuição da velocidade de processamento neural não atencional para estímulo verbal, que é mais complexo, em comparação ao estímulo verbal. Além disso, observou-se aumento dos valores de latência do componente P3 na estimulação da orelha direita em comparação à orelha esquerda.

Com relação às medidas de amplitude observou-se uma redução dos valores de amplitudes nos pacientes com DP em comparação aos indivíduos sem DP. Para a amplitude de P1-N1, observou-se redução de amplitude para o estímulo de fala; para a amplitude de P2-N2 observou-se amplitude reduzida para o estímulo Tone Burst; e para a amplitude de N2-P3, observou-se uma redução para ambos os estímulos.

Estes resultados corroboraram outros estudos na literatura, que também evidenciaram redução da amplitude dos componentes dos PEALL, principalmente da amplitude de P3 (Raudino et al., 1997; Schomaker et al., 2014; Jiang et al., 2000; Tsuchiya et al., 2000; Sólis-Vivanco et al., 2015; Pauletti et al., 2019; Jafari et al., 2020) e da amplitude de P2 (Schomaker et al., 2014), justificando que a DP, sua duração e severidade, bem como a presença de disfunção atencional e cognitiva, podem prejudicar o processamento/habituação de novos estímulos acústicos, o que ocasionaria uma diminuição do número de neurônios responsivos e, conseqüentemente, uma diminuição da amplitude das ondas.

Sabe-se que a amplitude dos componentes dos PEALL é uma medida que está relacionada com a quantidade de neurônios ativados para conduzir e processar a informação acústica. Desta forma, a diminuição na amplitude de todos os componentes dos PEALL observada no presente estudo indica uma redução no número de neurônios recrutados, sugerindo um déficit no

---

processamento tanto automático quanto atencional dos sons em indivíduos com DP.

Segundo Picton (1992), quando a amplitude do componente P300 encontra-se menor é possível que exista algum déficit no processamento cognitivo.

Apesar do estudo de Georgiev et al. (2015) referir melhora na amplitude dos componentes dos PEALL, principalmente o P3 (aumento da amplitude), em indivíduos com DP frente ao tratamento medicamentoso com Dopamina, no presente estudo isto não pode ser observado, tendo em vista que mesmo fazendo uso de terapia medicamentosa os pacientes com DP continuaram apresentando uma redução das amplitudes P2-N2 e N2-P3 (comparado a indivíduos sem DP), corroborando os achados de Schomaker et al. (2014) que não evidenciaram melhora na amplitude de P2 e P3 frente ao uso de medicação.

De acordo com Galhardo et al. (2009), diante da revisão de literatura realizada, foi detectada que as alterações das funções cognitivas estão presentes na DP, sendo que algumas alterações se refletem significativamente na linguagem. Os estudos que relacionam as funções cognitivas e a DP demonstraram alterações na memória, linguagem, capacidade visuo-espacial e funções executivas, e caracterizaram a DP como uma demência, que muitas vezes irá manifestar os seus sintomas no decorrer de alguns anos após o paciente ser diagnosticado.

Sabe-se que os PEALL são vastamente utilizados e estudados em diversos perfis populacionais com o objetivo de investigar possíveis alterações

---

no processamento da informação auditiva, especialmente em indivíduos com dificuldades em testes comportamentais devido aos diversos comprometimentos físicos e cognitivos. Apesar do registro dos PEALL ser de suma importância, na literatura consultada foram encontrados poucos estudos mencionando esta avaliação em indivíduos com DP.

Tais achados enfatizam a importância da realização de mais estudos utilizando os PEA na avaliação de indivíduos com DP, visto que por meio destas avaliações eletrofisiológicas pode-se detectar disfunções neurológicas nestes indivíduos, sendo úteis também na detecção de perdas auditivas e na identificação de alterações da percepção auditiva, informações essas imprescindíveis para se realizar um bom diagnóstico e auxiliar na reabilitação desta população, visando uma melhor comunicação e qualidade de vida.



***Conclusão***

**8.**

---

**CONCLUSÃO**

Frente aos resultados obtidos no presente estudo, pôde-se concluir que adultos e idosos com DP, comparados a adultos e idosos sem DP:-

- Não demonstraram alteração em nível de tronco encefálico evidenciado pelo PEATE.
- Apresentaram redução das medidas de amplitude para todos os componentes dos PEALL, sugerindo um déficit no processamento tanto automático quanto atencional dos estímulos acústicos.

***Referências Bibliográficas***

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Boi R, Racca L, Cavallero A, Carpaneto V, Racca M, Dall' Acqua F, et al. Hearing loss and depressive symptoms in elderly patients. *Geriatr Gerontol Int.* 2012;12(3):440-5.
- Braak H, Ghebremedhin E, Rüb U, Bratzke H, Tredici KD. Stages in the development of Parkinson's disease related. *Cell Tissue Res.* 2004;318(1):121-34.
- Calais LL, Russo ICP, Borges ACLC. Desempenho de idosos em um teste de fala na presença de Ruído. *Pró-Fono R Atual Cient.* 2008;20(3):147-52.
- Carvallo RMM. Medidas eletroacústicas da audição. In: Carvallo RMM. *Fonoaudiologia: Informação para a formação – Procedimentos em Audiologia.* Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p.1-41; 2003.
- Chaudhuri KR, Schapira AHV. Non-motor symptoms of Parkinson's disease: dopaminergic pathophysiology and treatment. *Lancet neurol.* 2009;8(5):464-74.
- Chia LG, Cheng LJ, Chuo LJ, Cheng FC, Cu JS. Studies of dementia, depression, electrophysiology and cerebrospinal fluid monoamine metabolites in patients with Parkinson's disease. *J Neurol Sci.* 1995;133(1-2):73-8.
- Clementino ACCR, Ferreira NCP, Borges NMS, Fernandes GN, Fonseca LS, Salustino WB, et al. Epidemiological profile of people with parkinson's disease. *BJS.* 2021;7(12):115963-75.
- Cruz MS, Lima MCP, Santos JLF, Duarte YAO, Lebrão ML, Ramos-Cerqueira ATA, et al. Self-reported hearing loss among elderly individuals in the city of São Paulo, Brazil: prevalence and associated factors (SABE Study, 2006). *Cad. saúde pública.* 2012;28(8):1479-92.

- 
- Curado, NRPV, Muniz LF, Silveira AK, Silva ARA, Griz SMS. Bone-conducted brainstem auditory evoked response: an integrative review. *Rev CEFAC*. 2015;17(2):635-47.
  - De Lau LM, Breteler MM. Epidemiology of Parkinson's disease. *Lancet neurol*. 2006;5(6):525-35.
  - Dias AE, Limongi JCP. Tratamento dos distúrbios da voz na doença de Parkinson. *Arq Neuro-Psiquiatr*. 2003;1(61):61-6.
  - Didoné DD, Garcia, MV, Opptiz SJ, Silva TFF, Santos SN, Bruno RS, et al. Potencial evocado auditivo P300 em adultos: valores de referência. *Einstein (Sao Paulo)*. 2016;14(2):208-12.
  - Duarte JL, Alvarenga KF, Costa OA. P300 cognitive potential in free field: test applicability. *Rev Bras Otorrinolaringol*. 2004;70(6):781-6.
  - Ferraz HB. Tratamento da Doença de Parkinson. *Rev Neurocienc*. 1999;7(1):06–12.
  - Fonseca CBF, Lório MCM. Application of the lateralization sound test in elderly individuals. *Pró-Fono R Atual Cient*. 2006;18(2):197- 206.
  - Fradis M, Samet A, Ben-David J, Podoshin L, Sharf B, Wajsbort J, et al. Brainstem auditory evoked potentials to different stimulus rates in parkinsonian patients. *Eur Neurol*. 1988;28(4): 181-6.
  - Freitas TVD. Potencial evocado auditivo de longa latência em crianças com deficiência auditiva sensorioneural e usuárias de aparelhos de amplificação Sonora individual. Dissertação. Faculdade de Fonoaudiologia da PUCSP, São Paulo, 2014.
  - Galhardo, MMAMC, Amaral AKFJ, Vieira ACC. Characterizing cognitive disorders in Parkinson's disease. *Rev CEFAC*. 2009;11(2):251-7.

- 
- GBD Causes of Death Collaborators. Global, regional, and national age-sex-specific mortality for 282 causes of death in 195 countries and territories, 1980-2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study. *Lancet*. 2018;392(10159):1736-88.
  - Geiser E, Kaelin-Lang A. The function of dopaminergic neural signal transmission in auditory pulse perception: evidence from dopaminergic treatment in Parkinson's patients. *Behav Brain Res*. 2011;225(1):270-5.
  - Georgiev D, Jahanshahi M, Dreo J, Cus A, Pirtosek Z, Repovs G. Dopaminergic medication alters auditory distractor processing in Parkinson's disease. *Acta Psychol*. 2015;156:45–56.
  - Golo M, Lightfoot LA, Hnath-Chisolm T. Hearing loss in a memory disorders clinic. *Arch. Neurol*. 1996;53(9):922-8.
  - Gondim LMA, Balen SA, Zimmermann KJ, Pagnossin DF, Fialho IM, Roggia SM. Study of the prevalence of impaired hearing and its determinants in the city of Itajaí, Santa Catarina state Brasil. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2012;78(2):27-34.
  - Guehl D, Burbaud P, Lorenzi C, Ramos C, Bioulac B, Semal C, et al. Auditory temporal processing in Parkinson's disease. *Neuropsychologia*. 2008;46(9):2326-35.
  - Hall J. *New handbook of auditory evoked responses*. Boston: Allyn & Bacon, 2006.
  - Hayashi R, Hanyu N, Kurashima T, Tokutake T, Yanagisawa N. Relationship between cognitive impairments, event-related potentials, and motor disability scores in patients with Parkinson's disease: 2-year follow-up study. *J Neurol Sci*. 1996;141:45–8.
  - Hirayasu Y, Samura M, Ohta H, Ogura C. Sex effects on rate of change of P300 latency with age. *Clin Neurophysiol*. 2000;111(2):187-94.

- 
- Horton R. Hearing loss: an important global health concern. *Lancet*. 2016;387(10036):2351.
  - Hughes AJ, Daniel SE, Kilford L, Lees AJ. Accuracy of clinical diagnosis of idiopathic Parkinson's disease: a clinico-pathological study of 100 cases. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 1992;55(3):181-4.
  - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Indicadores IBGE : pesquisa nacional por amostra de domicílios contínua [mensal]. 2023. Acessado em junho de 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/trabalho/9171-pesquisa-nacional-por-amostra-de-domicilios-continua-mensal.html?=&t=publicações>.
  - Jafari Z, Kolb BE, Mohajerani MH. Auditory Dysfunction in Parkinson's Disease. *Mov Disord*. 2020;35(4):537-50.
  - Jasper HA. The ten-twenty system of the International Federation. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*. 1958;10:371-5.
  - Jerger J. Clinical experience with impedance audiometry. *Arch Otolaryngol*. 1970;92(4):311-24.
  - Jiang C, Kaseda Y, Kumagai R, Nakano Y, Nakamura S. Habituation of event-related potentials in patients with Parkinson's disease. *Physiol Behav*. 2000;68:741-7.
  - Jones CRG, Malone TJL, Dirnberger G, Edwards M, Jahanshahi M. Basal ganglia, dopamine and temporal processing: Performance on three timing tasks on and off medication in Parkinson's disease. *Brain Cogn*. 2008;68(1)30-41.
  - Katsarou Z, Bostantjopoulou S, Kimiskidis V, Rossopoulos E, Kazis A. Auditory event-related potentials in Parkinson's disease in relation to cognitive ability. *Percept Mot Skills*. 2004;98:1441-8.



- 
- Kodama Y, Ieda T, Hirayama M, Koike Y, Ito H, Sobue G. Auditory brainstem responses in patients with autonomic failure with Parkinson's disease and multiple system atrophy. *J Auto Nerv Syst*. 1999;77(2-3):184-9.
  - Kraus N, Mc Gee. Potenciais auditivos evocados de longa latência (MLR). In: Katz T. *Tratado de Audiologia Clínica*. 4ª Ed. São Paulo: Manole. 1999. p. 403-20.
  - Krishnan S, Sarma G, Sarma S, Kishore A. Do nonmotor symptoms in Parkinson's disease differ from normal aging? *Mov Disord*. 2011;26(11):2110-3.
  - Lai SW, Liao KF, Lin CL, Lin CC, Sung FC. Hearing loss may be a non-motor feature of Parkinson's disease in older people in Taiwan. *Eur J Neurol*. 2014;21(5):752-7.
  - Leme MS. Função coclear na doença de Parkinson. Dissertação (Mestrado em Ciências da Reabilitação) - Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2021.
  - Li-Korotky HS. Age-related hearing loss: quality of care for quality of life. *Gerontologist*. 2012;52(2):265-71.
  - Lin FR, Thorpe R, Gordon-Salant S, Ferrucci L. Hearing loss prevalence and risk factors among older adults in the United States. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2011;66(5):582-90.
  - Lopes MS, Melo AS, Nobrega AC. Delayed latencies of auditory evoked potential P300 are associated with the severity of Parkinson's disease in older patients. *Arq Neuropsiquiatr*. 2014;72(4):296–300.
  - Lopes MS, Rabelo M, Corona AP, Nobrega AC, Araújo RPC. Potenciais evocados auditivos do tronco encefálico na doença de Parkinson: revisão sistemática. *Rev Ciên Méd Biol*. 2013;12(4):492-500.

- 
- Lopes MS. Doença de Parkinson e Alterações Auditivas. Tese (doutorado) – Universidade Federal da Bahia. Instituto de Ciências da Saúde, Salvador, 2016.
  - Lukhanina EP, Kapustina MT, Berezetskaya NM, Karaban IN. Reduction of the postexcitatory cortical inhibition upon pairedclick auditory stimulation in patients with Parkinson's disease. *Clin Neurophysiol.* 2009;120:1852–8.
  - Matas CG, Magliaro FCL. Introdução aos Potenciais Evocados Auditivos e Potencial Evocado de Tronco Encefálico. In: Bevilacqua MC, Martinez MAN, Balen SA, Pupo AC, Reis ACMB, Frota S (editores). *Tratado de Audiologia.* São Paulo: Santos. 2011.p. 181-95.
  - Matsui H, Nishinaka K, Oda M, Kubori T, Udaka F. Auditory event-related potentials in Parkinson's disease: prominent correlation with attention. *Parkinsonism Relat Disord.* 2007;13(7):394–8.
  - McPherson DL. Late potentials of the auditory system (evoked potentials). San Diego: Singular Press; 1996.
  - Misulis KE. *Essentials of clinical neurophysiology.* Butterworth-Heinemann; 2ª edição. 2003. 378p.
  - Musiek FE, Berge BE. How electrophysiologic tests of central auditory processing influence management. In: Bess F (Org). *Children with hearing impairment.* Nashville, Nanderbelt: Bill Wilkerson Center Press. 1998. p. 145-62.
  - Musiek FE, Lee WW. Potenciais auditivos de média e longa latência. In: Musiek FE, Rintelmann WF. *Perspectivas atuais em avaliação auditiva.* São Paulo: Manole (1ª edição). 2001; p. 239-67.
  - National Research Council. Committee on Hearing, Bioacoustics and Biomechanics, Commission on Behavioral and Social Sciences and and

---

Education. Working Group on Speech Understanding and Aging. *J Acoust Soc Am.* 1988;83(3):859-95.

- O'Donnell BF, Squires NK, Martz MJ, Chen JR, Phay AJ. Evoked potential changes and neuropsychological performance in Parkinson's disease. *Biol Psychol.* 1987;24:23–37.
- OMS. Organização Mundial da Saúde. Resumo. Relatório mundial de envelhecimento e saúde; 2015. Acessado em: setembro de 2022. Disponível em: <https://sbgg.org.br/oms-divulga-relatorio-sobre-envelhecimento-e-saude/>.
- Paiva KM, Cesar CLG, Alves MCGP, Barros MBA, Carandina L. Aging and self-reported hearing loss: a population-based study. *Cad Saúde Pública.* 2011;27(7):1292-300.
- Parkinson J. An essay on the shaking palsy. *J Neuropsychiatry Clin Neurosci.* 200;14(2):223-36.
- Pauletti C, Mannarelli D, Locuratolo N, Curra A, Marinelli L, Fattapposta F. Central fatigue and attentional processing in Parkinson's disease: an event-related potentials study. *Clin Neurophysiol.* 2019;130:692–700.
- Pineroli JCA, Campos DS, Wiemes GR, Meneses MS, Mocellin M. Auditory central evaluation in Parkinson Disease with BERA and P300. *Rev Bras Otorrinolaringol.* 2002;68(4):462-6.
- Pisani V, Sisto R, Moleti A, Di Mauro R, Pisani A, Brusa L, et al. An investigation of hearing impairment in de-novo Parkinson's disease patients: a preliminary study. *Parkinsonism Relat Disord.* 2015;21(8):987-91.
- Podoshin L, Ben-David J, Fradis M, Pratt H. Brainstem Auditory Evoked Potentials with and without Increased Stimulus Rate as Diagnostic Tool in

---

Brainstem Minor Transient Changes. *ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec.* 1987;49(6):287-93.

- Poewe W. Non-motor symptoms in Parkinson's disease. *Eur J Neurol.* 2008;15(1):14-20.
- Polich J. P300 in clinical applications: meaning, method, and measurement. *Am J EEG Technol.* 1991;31(3):201-31.
- Rabelo MB, Lopes MS, Corona AP, Araújo RPC, Nóbrega AC. Hearing handicap perception and hearing alterations in individuals with Parkinson's disease. *Rev CEFAC.* 2018;20(2):135-44.
- Rabelo MB, Lopes MS, Corona AP, Araújo RPC. Alterações auditivas em indivíduos com doença de Parkinson. *Rev Ciên Méd Biol.* 2014;13(3):319-24.
- Raudino F, Garavaglia P, Beretta S, Pellegrini G. Auditory event related potentials in Parkinson's disease. *Electromyogr Clin Neurophysiol* 1997;37:409–13.
- Rossi L, Benvenuti F, Pantaleo T, Bindi A, Costantini S, De Scisciolo G et al. Auditory and somatosensory evoked potentials (AEPs and SEPs) and ballistic movements in Parkinson disease. *Ital J Neurol Sci.* 1985;6(3):329-37.
- Ruth RA, Lambert PR. Auditory evoked potentials. *Otolaryngol Clin North Am.* 1991;24(2):349-70.
- Santos MO, Silva LAF, Samelli AG, Matas CG. Brainstem auditory evoked potentials in individuals with Parkinson's Disease: Literature Review. *Rev Bras Neurol.* 2023;59(1):5-10.
- Santos TMM, Russo ICP. Logaudiometria. In: Santos TMM, Russo ICP. *A prática da audiologia clínica.* Cortez. São Paulo; 1991. p.73-88.

- 
- Schochat E. Medidas Eletrofisiológicas da Audição - Respostas de Longa Latência. In: Carvallo RMM. Fonoaudiologia Informação para a Formação: Procedimentos em Audiologia. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2003. p.71-85.
  - Schomaker J, Berendse HW, Foncke EM, van der Werf YD, van den Heuvel OA, Theeuwes J, et al. Novelty processing and memory formation in Parkinson's disease. *Neuropsychologia*. 2014;62:124–36.
  - Schramm, JMA, Oliveira AF, Leite IC, Valente JG, Gadelha AMJ, Portela MC, et al. Epidemiological transition and the study of burden of disease in Brazil. *Ciênc Saúde Coletiva*.2004;9(4):897-908.
  - Shalash AS, Hassan DM, Elrassas HH, Salama MM, Hernández EM, Pacheco JMS, et al. Auditory-and Vestibular-Evoked Potentials Correlate with Motor and Non-Motor Features of Parkinson's Disease. *Front Neurol*. 2017;8(55):1-8.
  - Silman S, Silverman CA. Basic Audiologic Testing. In: Silman S, Silverman CA. *Auditory Diagnosis: principles and applications*. San Diego: Singular Publishing Group. 1997. p.44-52; 1997.
  - Sleifer P, Gorsky NS, Goetze TB, Rosa RFM, Zen PRG. Audiological findings in patients with oculoauriculo-vertebral spectrum. *Int Arch Otorhinol*.2015;19(1):5-9.
  - Solis-Vivanco R, Rodriguez-Violante M, Rodriguez-Agudelo Y, Schilman A, Rodriguez-Ortiz U, Ricardo-Garcell J. The P3a wave: a reliable neurophysiological measure of Parkinson's disease duration and severity. *Clin Neurophysiol*. 2015;126(11):2142–9.
  - Sousa, LCA. *Eletrofisiologia da audição e emissões otoacústicas: princípios e aplicações clínicas*. São Paulo: Tecmedd.2008.372p.

- 
- Souza, GV. Potenciais evocados auditivos de longa latência em adultos pré e pós adaptação do AASI. Dissertação (Mestrado em Ciências da Reabilitação) - Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.
  - Stanzione P, Fattapposta F, Giunti P, D'Alessio C, Tagliati M, Africano C, et al. P300 variations in parkinsonian patients before and during dopaminergic monotherapy: a suggested dopamine component in P300. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol.* 1991;80(5):446–53.
  - Sutton S, Braren M, Zubin J, John ER. Evoked-potential correlates of stimulus uncertainty. *Science.* 1965;150:1187-8.
  - Tachibana H, Takeda M, Sugita M. Short-latency somatosensory and brainstem auditory evoked potentials in patients with Parkinson's disease. *Int J Neurosci.*1989;44(3-4):321-6.
  - Tanaka H, Koenig T, Pascual-Marqui RD, Hirata K, Kochi K, Lehmann D. Event-related potential and EEG measures in Parkinson's disease without and with dementia. *Dement Geriatr Cogn Disord.* 2000;11:39–45.
  - Tsuchiya H, Yamaguchi S, Kobayashi S. Impaired novelty detection and frontal lobe dysfunction in Parkinson's disease. *Neuropsychologia.* 2000;38:645–54.
  - Verleger R, Neukäter W, Kömpf D, Vieregge P. On the reasons for the delay of P3 latency in healthy elderly subjects. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol.*1991;79(6):488-502.
  - Vitale C, Marcelli V, Abate T, Pianese A, Allocca R, Moccia M, et al. Speech discrimination is impaired in parkinsonian patients: Expanding the audiologic findings of Parkinson's disease. *Parkinsonism Relat Disord.* 2016;22(1):138-43.

- 
- Vitale C, Marcelli V, Allocca R, Santangelo G, Riccardi P, Erro R, et al. Hearing Impairment in Parkinson's disease: expanding the nonmotor phenotype. *Mov Disord.* 2012;27(12):1530-5.
  - World Health Organization. Good health adds life two years: global brief for world health day 2012. Geneva; 2012. Acessado em: setembro 2021. Disponível em: <[http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/70853/1/WHO\\_DCO\\_WHD\\_2012.2\\_eng.pdf](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/70853/1/WHO_DCO_WHD_2012.2_eng.pdf)>.
  - Yılmaz S, Karalý E, Tokmak A, Güçlü E, Koçer A, Oztürk O. Auditory evaluation in Parkinsonian patients. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2009;266(5):669-71.

***Anexos***



## ANEXOS

## Anexo A

USP - FACULDADE DE  
MEDICINA DA UNIVERSIDADE  
DE SÃO PAULO - FMUSP



## PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

## DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** POTENCIAIS EVOCADOS AUDITIVOS EM INDIVÍDUOS ADULTOS E IDOSOS DIAGNOSTICADOS COM DOENÇA DE PARKINSON

**Pesquisador:** CARLA GENTILE MATAS

**Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 10021219.5.0000.0065

**Instituição Proponente:** Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

**Patrocinador Principal:** FUNDACAO FACULDADE DE MEDICINA

## DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 3.241.829

**Apresentação do Projeto:**

Trata-se de projeto de mestrado onde a pesquisadora executante (Rafaela Valiengo de Souza) utilizará dois potenciais evocados auditivos denominados Potenciais Evocados Auditivos de Tronco Encefálico (PEATE) e de Longa Latência (PEALL) como meio de exploração do Sistema Nervoso Central em pacientes com Doença de Parkinson (DP), com o objetivo de estabelecer uma correlação entre alterações dos referidos potenciais e o diagnóstico de DP, uma vez que tal correlação está bem estabelecida com envelhecimento e o desenvolvimento de presbiacusia. Para tal serão estudados 20 pacientes adultos e idosos, com idade maior ou igual a 40 anos que forem admitidos no Laboratório de Investigação Fonoaudiológica em Potenciais Evocados Auditivos do Centro de Docência e Pesquisa da Faculdade de Medicina da USP. Todos os indivíduos serão submetidos à meatoscopia, avaliação audiológica (por Audiometria Tonal Liminar e Logaudiometria), avaliação eletroacústica por meio das Medidas de Imatância Acústica e por meio da avaliação eletrofisiológica da audição, esta última por meio dos potenciais PEATE e PEALL.

**Objetivo da Pesquisa:**

Caracterizar comprometimento da via auditiva central em adultos e idosos diagnosticados na DP por meio de PEATE e PEALL, por métodos bem estabelecidos para avaliação destes parâmetros.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Não há riscos importantes

**Endereço:** DOUTOR ARNALDO 251 21º andar sala 36  
**Bairro:** PACAEMBU **CEP:** 01.246-903  
**UF:** SP **Município:** SAO PAULO  
**Telefone:** (11)3893-4401 **E-mail:** cep.fm@usp.br

USP - FACULDADE DE  
MEDICINA DA UNIVERSIDADE  
DE SÃO PAULO - FMUSP



Continuação do Parecer: 3.241.829

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Estudo descritivo simples, de natureza exploratória para avaliar a associação entre alterações de potenciais evocados acústicos (PEATE e PEALL) e o diagnóstico de DP.

Julgamos importante salientar que, por se tratar de estudo de não intervenção e sem grupo controle, trata-se estudo essencialmente descritivo e não prospectivo, uma vez que estes últimos pertencem a categoria dos estudos analíticos, pressupõe a presença de um grupo controle, e se caracterizam por avaliações dos desfechos longo do tempo (e.g. estudo de coorte). Assim, como não há descrição no projeto de um grupo controle, nem de avaliações ao longo do tempo, recomendamos adequar a terminologia.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

O TCLE está adequado a proposta de pesquisa.

**Recomendações:**

Adequar a terminologia: definir o estudo como descritivo, e não prospectivo.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Projeto aprovado

**Considerações Finais a critério do CEP:**

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1317578.pdf	19/03/2019 15:46:09		Aceito
Outros	COMITE_ETICA.pdf	19/03/2019 15:45:11	CARLA GENTILE MATAS	Aceito
Folha de Rosto	FOLHA_ROSTO.pdf	19/03/2019 15:43:12	CARLA GENTILE MATAS	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	P_.pdf	19/03/2019 15:00:20	CARLA GENTILE MATAS	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	T_.pdf	19/03/2019 13:04:57	CARLA GENTILE MATAS	Aceito

**Situação do Parecer:**

Endereço: DOUTOR ARNALDO 251 21ª andar sala 36  
 Bairro: PACAEMBU CEP: 01.246-903  
 UF: SP Município: SAO PAULO  
 Telefone: (11)3893-4401 E-mail: cep.fm@usp.br

USP - FACULDADE DE  
MEDICINA DA UNIVERSIDADE  
DE SÃO PAULO - FMUSP



Continuação do Parecer: 3.241.829

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

SAO PAULO, 03 de Abril de 2019

---

**Assinado por:**

**Maria Aparecida Azevedo Koike Folgueira  
(Coordenador(a))**

**Endereço:** DOUTOR ARNALDO 251 21º andar sala 36

**Bairro:** PACAEMBU

**CEP:** 01.246-903

**UF:** SP

**Município:** SAO PAULO

**Telefone:** (11)3893-4401

**E-mail:** cep.fm@usp.br

**Anexo B**

**HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA FACULDADE DE MEDICINA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO-HCFMUSP  
TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO  
GRUPO ESTUDO**

**DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DO PARTICIPANTE DA PESQUISA OU RESPONSÁVEL LEGAL**

1. NOME: .....  
DOCUMENTO DE IDENTIDADE Nº: ..... SEXO: M  F   
DATA NASCIMENTO: ...../...../.....  
ENDEREÇO: ..... Nº..... APTO: .....  
BAIRRO: .....CIDADE: .....  
CEP:.....TELEFONE: DDD (.....) .....

2. RESPONSÁVEL LEGAL: .....  
NATUREZA (grau de parentesco, tutor, curador etc.) .....  
DOCUMENTO DE IDENTIDADE Nº: ..... SEXO: M  F   
DATA NASCIMENTO: ...../...../.....  
ENDEREÇO: ..... Nº..... APTO: .....  
BAIRRO:..... CIDADE: .....  
CEP:..... TELEFONE: DDD (.....) .....

**DADOS DA PESQUISA**

1. TÍTULO DA PESQUISA: Potenciais Evocados Auditivos em indivíduos adultos e idosos diagnosticados com Doença de Parkinson

PESQUISADOR PRINCIPAL: Carla Gentile Matas

CARGO/FUNÇÃO: Docente INSCRIÇÃO CONSELHO REGIONAL nº:2-04927-7

DEPARTAMENTO: Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional da FMUSP

2. AVALIAÇÃO DO RISCO DA PESQUISA:

RISCO MÍNIMO           X                   RISCO MÉDIO   
RISCO BAIXO                    RISCO MAIOR

3. DURAÇÃO DA PESQUISA: 2 anos

---

**FACULDADE DE MEDICINA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**

Convidamos o(a) senhor(a) para participar desta pesquisa como voluntário. O presente estudo pretende avaliar como está sua audição, sendo realizado aqui no Centro de Docência e Pesquisa da FMUSP.

Serão realizados os seguintes exames para avaliar a via auditiva:

- Audiometria Tonal e Vocal: em uma cabina acústica o(a) senhor(a) escutará alguns apitos por meio de fone de ouvido e terá que levantar a mão toda vez que escutar o apito. Posteriormente escutará algumas palavras, também por meio de um fone de ouvido, e terá que repetí-las da forma que entender.

- Medidas de Imitância Acústica: sentado em uma poltrona, o(a) senhor(a) deverá permanecer quieto e irá escutar alguns apitos por meio de um fone de ouvido.

- Potenciais Evocados Auditivos: serão fixados na pele, com esparadrapo, alguns fios que irão captar as ondas cerebrais relacionadas à audição.

Os exames realizados apresentam risco mínimo. Caso o(a) senhor(a) apresente algum desconforto ou incômodo com os apitos apresentados durante a realização do exame, o exame será interrompido imediatamente. Será utilizado micropore para conectar os eletrodos na pele, com o objetivo de evitar irritações na pele. Se houver necessidade, o exame poderá ser reagendado para outra data, dando continuidade nos exames. Caso o(a) senhor(a) precise de algum atendimento durante a realização da presente pesquisa, será atendido pela equipe médica e multiprofissional do Hospital Universitário ou Hospital das Clínicas, garantindo deste modo a assistência integral à saúde.

O benefício desse estudo é dar informações sobre a sua audição, verificando precocemente se ocorre alguma alteração auditiva em indivíduos com diagnóstico da Doença de Parkinson.

Em qualquer etapa do estudo, você terá acesso à Dra Carla Gentile Matas, profissional responsável pela pesquisa, para esclarecimento de

---

eventuais dúvidas. A Dra. Carla Gentile Matas pode ser encontrada na Rua Cipotânea, 51 - telefone: 3091-8411 das 8:00 às 12:00 hs e das 13:00 às 17:00 hs de segunda a sexta-feira.

Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) – Av. Dr. Arnaldo, no. 251, 21º. Andar, sala 36, fones: 3893-4401 / 3893-4407, de 2ª. a 6ª. feira das 10 às 17 hs; e-mail: cep.fm@usp.br .

É garantida a liberdade para o(a) senhor(a) se recusar a participar da pesquisa ou se retirar dela a qualquer momento, sem penalização alguma e sem qualquer prejuízo à continuidade do seu tratamento na Instituição.

As informações obtidas serão analisadas em conjunto com as informações dos outros pacientes. Não será divulgada a sua identificação, bem como os dados serão confidenciais e mantidos em sigilo absoluto, garantindo assim a privacidade dos seus dados pessoais.

Não há despesas pessoais para o(a) senhor(a) em qualquer fase do estudo, incluindo exames e consultas. Também não há compensação financeira relacionada à sua participação, porém o(a) senhor(a) tem direito a indenização por eventuais danos decorrentes da presente pesquisa.

O presente termo será preenchido e assinado em duas vias, sendo que uma delas ficará com o(a) senhor(a).

Ressalto que cada página do TCLE será rubricada e datada pelo pesquisador e pelo senhor(a) participante da pesquisa.

Acredito ter sido suficientemente informado a respeito das informações que li ou que foram lidas para mim, descrevendo o estudo “**Potenciais Evocados**

---

**Auditivos em indivíduos adultos e idosos diagnosticados com Doença de Parkinson”**

Eu discuti com a **Dra. Carla Gentile Matas** sobre a minha decisão de participar desse estudo. Ficaram claros para mim quais são os propósitos do estudo, os procedimentos a serem realizados, seus desconfortos e riscos, as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes. Ficou claro também que a minha participação é isenta de despesas e que tenho garantia do acesso a tratamento hospitalar quando necessário. Concordo voluntariamente em participar deste estudo e poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, antes ou durante o mesmo, sem penalidades ou prejuízo ou perda de qualquer benefício que eu possa ter adquirido, ou no meu atendimento neste Serviço.

-----  
Assinatura do paciente

Data \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

*(Somente para o responsável do projeto)*

Declaro que obtive de forma apropriada e voluntária o Consentimento Livre e Esclarecido deste paciente ou representante legal para a participação neste estudo.

-----  
Assinatura do pesquisador

Data \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

**Anexo C**

Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo  
Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional

**ANAMNESE ADULTO**

Nome:.....  
Sexo:.....RG.....  
Fone.....

**Histórico do paciente**

- Acidentes     Diabetes     Hipertensão     Parkinson     Meningite  
 Outra. Qual?

**Diagnóstico do Parkinson**

- Firmado por um neurologista

**Tempo de diagnóstico**

- 1 ano     mais de 1 ano     menos de 1 ano

**Sintomas**

- tremor de repouso     rigidez muscular     bradicinesia     alterações posturais  
 comprometimento demencial exuberante

**Medicamentos**

- Levodopa     Amantadina     Apomorfina     Outros. Quais?

**Audição**

- Fala alto     Ouve mal     Reclama de barulho     Dificuldade para ouvir ao telefone     dificuldade para entender conversa     Outros.  
Especifique  sem dificuldades