



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**  
**“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”**  
Campus de Marília

**ANA LUIZA DE FARIA LUIZ**

**N400: UMA PROPOSTA DE AVALIAÇÃO ELETROFISIOLÓGICA AUDITIVA  
FONOLÓGICA**

Marília - SP

2021

Ana Luiza de Faria Luiz

**N400: UMA PROPOSTA DE AVALIAÇÃO ELETROFISIOLÓGICA AUDITIVA  
FONOLÓGICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fonoaudiologia da Faculdade de Filosofia e Ciências, da Universidade Estadual Paulista – UNESP – Campus de Marília, para obtenção do título de Mestre em Fonoaudiologia.

Área de Concentração: Distúrbios da Comunicação Humana.

Orientadora: Dra. Ana Claudia Figueiredo Frizzo.

Coorientadora: Dra. Kelly Cristina Lira de Andrade

Apoio: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES)

Marília - SP

2021

|       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| L953n | <p>Luiz, Ana Luiza de Faria</p> <p>N400: uma proposta de avaliação eletrofisiológica auditiva fonológica / Ana Luiza de Faria Luiz. -- Marília, 2021<br/>74 f. : tabs.</p> <p>Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Filosofia e Ciências, Marília<br/>Orientadora: Ana Claudia Figueiredo Frizzo<br/>Coorientadora: Kelly Cristina Lira de Andrade</p> <p>1. Eletrofisiologia. 2. Dislexia. 3. N400. 4. Potencial Relacionado a Evento. I. Título.</p> |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Filosofia e Ciências, Marília. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

ANA LUIZA DE FARIA LUIZ

N400: UMA PROPOSTA DE AVALIAÇÃO ELETROFISIOLÓGICA AUDITIVA  
FONOLÓGICA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação e Fonoaudiologia, Área de  
Concentração Distúrbios da Comunicação Humana, da Faculdade de Filosofia e Ciências –  
UNESP, para exame de defesa.

BANCA EXAMINADORA

Orientador: \_\_\_\_\_

Prof. Dra. Ana Cláudia Figueiredo Frizzo

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – UNESP – Faculdade de Filosofia e  
Ciências – Marília – SP

2º Examinador: \_\_\_\_\_

Prof. Dra. Simone Aparecida Capellini

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – UNESP – Faculdade de Filosofia e  
Ciências – Marília – SP

3º Examinador: \_\_\_\_\_

Prof. Dra. Aline Tenório Lins Carnaúba

Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas – UNCISAL - Maceió – AL

Marília, 28 de maio de 2021

Dedico este trabalho à minha família que nunca mediu esforços para me ver feliz e realizada em todos os meus sonhos. O apoio incondicional recebido me fez chegar até aqui e ainda me levará muito mais adiante.

## **AGRADECIMENTOS**

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

Primeiramente agradeço a Deus e meus guias que me acompanharam durante todo o caminho que percorri e por me apontarem sempre o caminho da luz.

Aos meus pais Sandra e Edson que em momento algum me viraram as costas, sempre me apoiaram incondicionalmente e nunca mediram esforços para me fornecer meios para chegar, estar e permanecer aqui. Minha eterna gratidão e amor as pessoas que nunca me abandonaram. Bem como meus pais, meu agradecimento a minha irmã Bruna que desde sempre cuidou de mim, acreditou e me apoiou, sendo sempre meu porto seguro e minha inspiração. Minha família tem posse de todo meu amor, admiração, respeito e é por eles que sonho e realizei tantas coisas até hoje.

Minha orientadora, Ana Claudia Figueiredo Frizzo, minha gratidão e amor por, além da relação profissional onde me ensinou muito mais do que podia imaginar, pelo cuidado que me ofereceu e o aconchego que sempre senti compartilhando lugares e experiências com você. Obrigada por não medir esforços para alavancar as pessoas ao seu redor e por sempre ter uma palavra de carinho que me faziam querer sempre mais e, principalmente, nunca me deixavam desistir. O tempo compartilhado com você me tornou uma fonoaudióloga melhor. Ter compartilhado esses anos do seu lado me tornou mais humana e sensível. Minhas palavras não conseguiriam expressar o quanto aprendi sobre a pesquisa e sobre as relações interpessoais. Obrigada por tudo e por tanto.

À Dr.<sup>a</sup> Kelly Cristina Lira de Andrade por desde o início ter acreditado em mim e nesta pesquisa e por ceder momentos que me ensinaram muito e por ter aceito ser minha co-orientadora, bem como as professoras Dr.<sup>a</sup> Simone Aparecida Capellini e Dr.<sup>a</sup> Aline Tenório Lins Carnaúba por aceitarem fazer parte da banca examinadora deste trabalho.

Minha gratidão também aos funcionários do CER-II que sempre se disponibilizaram e foram tão prestativos durante toda a minha passagem pelo centro. Sem vocês todo o processo teria se tornado muito mais difícil e trabalhoso. Obrigada por todo suporte.

Aos meus amigos do grupo de pesquisa Yara Bagali, Willians Todelo, Karoline Lima, Milena Sonsini, Carolina Vieira, Viviane Borim, Vanessa Pereira e Leticia Israel. Vocês trouxeram luz e diversão mesmo em meio aos problemas e dificuldades. Obrigada pelas experiências, viagens e conhecimento que pudemos compartilhar. Levarei todos na minha memória e no meu coração onde quer que eu esteja.

Aos meus amigos que fisicamente longe de mim se fizeram presente em meu coração e no cuidado que sempre prestaram a mim por meio de palavras de carinho e horas a fio oferecidas de ombro amigo, Vanessa Oliveira, Michel Martins, Renata Vital e Flávia Couto. É inexplicável o amor que sinto por vocês e a felicidade que sinto por poder compartilhar a vida há tantos anos.

Também aos amigos que Marília que trouxe e hoje sei que são presentes que eu jamais abriria mão. Elissa Cremasco, Heloisa dos Anjos, Mylena Malavazi e Rita Giriboni. Algumas ainda em Marília, outras seguindo o caminho natural da vida que pode nos afastar fisicamente, mas todas sempre me fizeram acreditar que por mais árdua que fosse a caminhada no final teriam flores, um jardim cheio delas. Mas com o tempo aprendi que meu jardim sempre foram minhas amizades, amizades que trouxe de anos e amizades que fiz na faculdade, levarei vocês pela eternidade e assim sempre terei flores na minha caminhada.

Não deixaria de agradecer também as minhas amigas Isabela Pires, Isabela Tiezi e Jamila Romanha. Vocês foram amigas que a faculdade me trouxe e que sempre levarei comigo porque vocês iluminam a minha jornada.

Aos meus amigos e colegas de mestrado, obrigada pela companhia e pela oportunidade de dividir ciência e experiência com vocês.

Ao meu companheiro Bruno, pessoa que nunca me abandonou e hoje, parte da minha família, que me ajudou a finalizar este trabalho sem medir esforços e sempre acreditou em mim, me fazendo acreditar quando eu mesma duvidava. Seu apoio e amor me ensinaram que qualquer problema ou

insegurança se tornam insignificantes quando temos um ao outro. Obrigada por tudo e por sempre estar presente na minha vida e no meu coração, até mesmo nos momentos mais difíceis e nas maiores distâncias entre nós.

Ao Programa de Pós-Graduação em Fonoaudiologia da Unesp de Marília e aos docentes que tanto me ensinaram durante esses anos.

Para finalizar meus agradecimentos, este parágrafo é para todos que citei acima: amigos, família, equipe. Se não fosse por vocês eu estaria sozinha e sei que não teria conseguido caminhar metade deste caminho. É incontestável que uma caminhada acompanhada por pessoas como vocês traz leveza à vida. A luz de cada um de vocês me acendeu e me fez brilhar. Ofereço como gratidão a vocês que fizeram e fazem tanto por mim todo meu amor, cuidado e verdade.

*“Compartilhar conhecimento, para mim, é o mesmo que manter o seu legado. É plantar uma semente com seu nome no coração de outra pessoa.”*

## RESUMO

LUIZ, A.L.F. **N400**: uma proposta de avaliação eletrofisiológica auditiva fonológica. 2021. Dissertação (Mestrado em Fonoaudiologia) – Faculdade de Filosofia e Ciências, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Marília, 2021.

**Objetivos:** propor uma nova ferramenta de avaliação eletrofisiológica auditiva fonológica para investigar o componente neural tardio N400 do Potencial Relacionado a Evento em adultos sem dislexia e crianças com e sem dislexia. **Método:** o estudo do tipo analítico transversal foi avaliado e aprovado pelo comitê de ética da instituição de origem sob parecer nº 4.565.753 e contou com 25 participantes. Foi desenvolvido em duas fases, sendo a primeira etapa a elaboração científica e criação técnica de um aplicativo móvel para a realização de duas tarefas: Congruente e Incongruente no aspecto fonológico, a segunda fase foi a realização da tarefa auditiva-linguística por meio de estímulos acústicos frequentes (/ba/) e raros (/da/) e co-ocorrência com a tarefa linguística fonológica-sintático-semântica gerada no aplicativo. Na primeira etapa foi realizado levantamento bibliográfico de lista de palavras e não palavras e elaborado a lista e posteriormente o aplicativo móvel associado à leitura, integração sintático semântica, relação letra-som e acesso a memória lexical. Essa fase conta com a etapa de coleta de dados. O estudo se dividiu em três grupos. O Grupo Estudo (GE): composto por dez escolares de 9 anos a 10 anos e 11 meses, de ambos os sexos, com diagnóstico interdisciplinar de dislexia. O Grupo Controle Infantil (GC-i): composto por cinco escolares sem diagnóstico interdisciplinar de dislexia, de 9 anos a 10 anos e 11 meses, de ambos os sexos. O Grupo Controle Adulto (GC-a): composto por dez adultos, de ambos os sexos, de 20 anos a 24 anos e 2 meses, sem diagnóstico de qualquer transtorno de aprendizagem. Todos os sujeitos foram submetidos à aplicação e registro do potencial relacionado a evento com estimulação binaural e paradigma oddball, concomitante a realização das tarefas congruentes e incongruentes apresentadas no aplicativo. O pico de onda do potencial relacionado a evento N400 com latência ao redor de 400 milissegundos, foi analisado a partir dos resultados obtidos por meio do equipamento *Biologic's Evoked Potential System (EP)* em dois momentos: durante a tarefa congruente e, no outro momento, durante a tarefa incongruente. **Resultados:** Em relação à latência, os resultados mostraram diferença significativa entre a média do GE e GC-a para a tarefa incongruente. O GE apresentou latência aumentada em relação ao GC-a para a mesma tarefa. Os resultados referentes a latência mostraram ainda que apenas o GC-a mostrou diferença significativa entre fatores, o fator incongruência mostrou diminuição da latência. Em relação a amplitude não houve diferença significativa fatores congruência e incongruência ou para o grupo. **Conclusão:** O aplicativo com as tarefas fonológicas congruente e incongruente foi capaz de eliciar e evidenciar o potencial relacionado a evento – N400 nos três grupos. Foi possível observar também que o N400 foi gerado com latência mais curta no grupo de adultos em comparação às crianças disléxicas e com desenvolvimento normal.

**Palavras-chave:** Potencial Relacionado a Evento. N400. Dislexia.

## **ABSTRACT**

**LUIZ, A.L.F. N400: A PROPOSAL FOR PHONOLOGICAL AUDITORY ELECTROPHYSIOLOGICAL EVALUATION, 2021.** Dissertation (Master's) – Post-graduation in Speech Therapy. Paulista State University – Júlio de Mesquita Filho. UNESP. FFC/Marília – SP, Brazil.

**Objectives:** to propose a new linguistic auditory phonological assessment tool to investigate the late neural component N400 of Event-Related Potential in adults without dyslexia and children with and without dyslexia. **Method:** the cross-sectional analytical study was evaluated and approved by the ethics committee of the institution of origin under opinion No. 4,565,753 and had 25 participants. The study was developed in two phases, the first stage being the scientific elaboration and technical creation of a mobile application for the accomplishment of two tasks: Congruent and Incongruent in the phonological aspect, the second phase was the accomplishment of the auditory-linguistic task through frequent (/ ba /) and rare (/ da /) acoustic stimuli and co-occurrence with the phonological-syntactic-semantic linguistic task generated in the application. In the first stage, a bibliographic survey of the list of words and not words was carried out and the list was elaborated, and then the mobile application associated with reading, semantic syntactic integration, letter-sound relation and access to lexical memory. This phase includes the data collection stage. The study was divided into three groups. The Study Group (GE): composed of ten students from 9 years to 10 years and 11 months, of both sexes, with an interdisciplinary diagnosis of dyslexia. The Child Control Group (GC-i): composed of five students without an interdisciplinary diagnosis of dyslexia, from 9 years to 10 years and 11 months, of both sexes. The Adult Control Group (GC-a): composed of ten adults, of both sexes, from 20 years to 24 years and 2 months, with no diagnosis of any learning disorder. All subjects were submitted to the application and registration of event-related potential with binaural stimulation and oddball paradigm, concomitant with the accomplishment of the congruent and incongruous tasks presented in the application. The wave peak of the N400 event-related potential N400 with latency around 400 milliseconds were analyzed from the results obtained using the Biologic's Evoked Potential System (EP) equipment in two moments: during the congruent task and, in the other moment, during the incongruous task. **Results:** Regarding latency, the results showed a significant difference between the mean of the EG and GC-a for the incongruous task. The GE presented increased latency in relation to the GC-a for the same task. The results referring to latency also showed that only the GC-a showed a significant difference between factors, the incongruence factor showed a decrease in latency. Regarding the amplitude, there was no significant difference between congruence and incongruence factors or for the group. **Conclusion:** The application with the congruent and incongruous phonological tasks was able to elicit and highlight the event-related potential - N400 in the three groups. It was also possible to observe that N400 was generated with shorter latency in the adult group compared to dyslexic children and with normal development.

**Keywords:** Event-Related Potential. N400. Dyslexia.

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                                                                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 1.</b> Áreas cerebrais envolvidas no processo de leitura e suas funções segundo a Teoria do déficit fonológico ..... | 24 |
| <b>Figura 2.</b> Tarefas para automatização da decodificação segundo a Teoria do déficit da automatização .....                | 25 |
| <b>Figura 3.</b> Subtipos da dislexia .....                                                                                    | 27 |
| <b>Figura 4.</b> Posicionamento dos eletrodos para registro do PEA .....                                                       | 29 |
| <b>Figura 5.</b> Componentes do PEALL.....                                                                                     | 30 |
| <b>Figura 6.</b> Paradigma oddball.....                                                                                        | 32 |
| <b>Figura 7.</b> Exemplificação de tarefa auditiva-linguística congruente incongruente .....                                   | 34 |
| <b>Figura 8.</b> Casos acumulados de COVID-19 por data de notificação .....                                                    | 38 |
| <b>Figura 9.</b> Telas iniciais do APP <i>FONONSENSE</i> .....                                                                 | 42 |
| <b>Figura 10.</b> Exemplificação da tela de tarefas e tela de contagem de sílabas selecionadas .....                           | 43 |
| <b>Figura 11.</b> Posicionamento dos eletrodos .....                                                                           | 45 |
| <b>Figura 12.</b> Procedimentos da pesquisa .....                                                                              | 47 |
| <b>Figura 13.</b> Grande média dos registros do exame PRE-N400 para os 3 grupos .....                                          | 50 |

## LISTA DE TABELAS

|                                                                                                                                                                   |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabela 1.</b> Descrição do Perfil da amostra.....                                                                                                              | 49 |
| <b>Tabela 2.</b> Comparação da média e intervalo de confiança de 95% (IC95%) para a latência do componente N400 entre os grupos e por tipo de tarefa.....         | 52 |
| <b>Tabela 3.</b> Comparação da média e intervalo de confiança de 95% (IC95%) para a amplitude do componente neural N400 entre os grupos e por tipo de tarefa..... | 53 |

## LISTA DE QUADROS

|                                                     |    |
|-----------------------------------------------------|----|
| <b>Quadro 1.</b> Parâmetros de registro do PRE..... | 46 |
|-----------------------------------------------------|----|

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

|       |                                                                                             |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| %     | Porcentagem                                                                                 |
| μV    | Microvolts                                                                                  |
| Ad    | Curva timpanométrica mostrando hipermobilidade do sistema tímpano-ossicular                 |
| APP   | Aplicativo móvel                                                                            |
| Ar    | Curva timpanométrica mostrando mobilidade reduzida do sistema tímpano-ossicular             |
| B     | Curva timpanométrica mostrando ausência de mobilidade do sistema tímpano-ossicular          |
| C     | Curva timpanométrica mostrando pressão de ar da orelha média desviada para pressão negativa |
| EP    | EvokedPotential                                                                             |
| GC-a  | Grupo Controle Adulto                                                                       |
| GC-i  | Grupo Controle Infantil                                                                     |
| GE    | Grupo Estudo                                                                                |
| Hz    | Hertz                                                                                       |
| IPRF  | Índice Percentual de Reconhecimento de Fala                                                 |
| Kohms | Quilo-ohms                                                                                  |
| Ms    | Milissegundos                                                                               |
| N     | Negativo                                                                                    |

|       |                                              |
|-------|----------------------------------------------|
| P     | Positivo                                     |
| PA    | Processamento Auditivo                       |
| PEA   | Potencial Evocado Auditivo                   |
| PEALL | Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência |
| PRE   | Potencial Relacionado a Evento               |
| PT-BR | Português Brasileiro                         |
| SNC   | Sistema Nervoso Central                      |

## SUMÁRIO

|                                                           |           |
|-----------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. INTRODUÇÃO .....</b>                                | <b>19</b> |
| <b>2. REVISÃO DE LITERATURA .....</b>                     | <b>22</b> |
| 2.1 DISLEXIA .....                                        | 22        |
| 2.2 POTENCIAL EVOCADO AUDITIVO .....                      | 28        |
| 2.3 POTENCIAL RELACIONADO A EVENTO: N400 EM CRIANÇAS..... | 33        |
| <b>3. OBJETIVO .....</b>                                  | <b>35</b> |
| <b>4. MÉTODO .....</b>                                    | <b>35</b> |
| 4.1 TIPO DE ESTUDO .....                                  | 35        |
| 4.2 ASPÉCTOS ÉTICOS .....                                 | 35        |
| 4.3 CAUSUÍSTICA .....                                     | 36        |
| 4.4 CUIDADOS E PARAMENTAÇÃO E PARAMENTAÇÃO .....          | 40        |
| 4.5 MATERIAIS.....                                        | 40        |
| 4.6 PRODEDIMENTO DE COLETA DE DADOS.....                  | 40        |
| 4.7 CRIAÇÃO DO APP MÓVEL .....                            | 40        |
| 4.8 EXAME DO PRE .....                                    | 48        |
| 4.9 ANÁLISE ESTATÍSTICA .....                             | 48        |
| <b>5. RESULTADOS.....</b>                                 | <b>48</b> |

|                                    |           |
|------------------------------------|-----------|
| 5.1 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA..... | 49        |
| 5.2 ANÁLISE DOS DADOS.....         | 49        |
| <b>6. DISCUSSÃO .....</b>          | <b>54</b> |
| <b>REFERÊNCIAS.....</b>            | <b>59</b> |
| <b>ANEXO .....</b>                 | <b>67</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

O reconhecimento auditivo de estímulos sonoros está diretamente ligado aos processos de percepção e cognição do indivíduo. A fase do reconhecimento dos estímulos permite que os traços distintivos entre eles sejam percebidos pelo sujeito em favor da comunicação. A percepção e o processamento dos sons exercem papel preditor na aquisição na leitura e da escrita. Para que estes processos ocorram adequadamente é necessário que haja a decodificação e a codificação dos estímulos auditivos, desta forma, escolares que apresentam dificuldade em processar tais estímulos têm grande probabilidade de apresentarem dificuldades de aprendizagem (ASHA, 2005)

A dislexia é um distúrbio que abrange as áreas envolvidas na aprendizagem, estando entre elas, principalmente, a leitura e a escrita e também, outro aspecto de suma importância, a discriminação dos sons. Este transtorno possui uma base neurológica e existem duas teorias que buscam explicar a etiologia, a linha que será adotada nesta pesquisa afirma que a dificuldade de processamento advém de uma alteração de processamento auditivo (PA). A deficiência nessa habilidade afetaria a percepção de sons da fala e, conseqüentemente, a consciência fonológica, ocasionando posteriores problemas de leitura. Estudos de neuroimagem mostram que em tarefas de congruência e incongruência semântica de sentenças o padrão de ativação cerebral nestes indivíduos apresenta padrões diferentes quando comparados a indivíduos sem a dislexia (MARTIN; KRONBICHLER; RICHLAN, 2016).

Sabe-se ainda que, na leitura, os disléxicos se baseiam mais na representação semântica e no contexto semântico da palavra para a compreensão e que um caminho preditor para a aprendizagem da leitura passa pela etapa do desenvolvimento da consciência fonêmica (MANN; FOY, 2007). Com o aumento da competência da leitura e do léxico ortográfico e semântico, a leitura passa a ser rápida e automática. Assim, se a associação grafema-fonema for deficiente, todo o processo de desenvolvimento da leitura especialmente do ponto de vista lexical será comprometido (YGUAL-FERNÁNDEZ et al., 2010).

Já no aspecto de compreensão da linguagem falada, o indivíduo passa por três diferentes etapas no processamento da informação, sendo elas a relação acústico-fonológico, semântico

primário e semântico secundário, o qual permite por meio do significado de cada palavra específica a integração e entendimento do contexto específico (LINDAU *et al*, 2017)

As crianças com dislexia apresentam um déficit em decorrência de uma carência no processamento dos sons de fala e por isso têm dificuldades quanto à discriminação, memória e percepção auditiva, aspectos diretamente ligados ao processamento auditivo. A discriminação auditiva é responsável por agrupar sons de acordo com a similaridade ou diferença, a memória auditiva é responsável por armazenar ou recuperar a informação auditiva, enquanto que a percepção auditiva é responsável por receber e interpretar os sons combinados e a percepção das palavras. (DALLY, 2006; KUJALA *et al.*, 2006; OLIVARES-GARCÍA., COLS., 2005).

Para avaliar o processamento de informações auditivas e linguísticas, um dos métodos mais utilizados na pesquisa científica para estudar o sistema auditivo e seu funcionamento é o Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência (PEALL). O PEALL faz o registro de atividades elétricas corticais que ocorrem frente a estímulos acústicos durante esse processamento. Esses potenciais estão diretamente ligados às funções corticais superiores como atenção do cérebro ao som, discriminação auditiva, memória imediata e tomadas de decisão e raciocínio intrínsecos à cognição. Esse tipo de potencial cortical depende da ativação de áreas neurais distintas, tálamo e córtex (KRAUS; McGEE, 1999; HALL, 2006).

Os componentes tardios do PEA, obtidos por meio do PEALL são divididos em componentes exógenos, incluindo P1, N1 e P2, e são assim consideradas pois são influenciadas por eventos extrínsecos relacionados às características físicas do estímulo acústico. E em componentes endógenos, as quais incluem N2, P3 e N400, que por sua vez, revelam a ação ou contribuição dos processos *top-down* sobre o processamento auditivo, por isso são consideradas relacionadas a eventos e designadas em conjunto na literatura como “Potencial Evocado Auditivo Relacionado a Eventos” ou Potencial Evocado Auditivo Cognitivo (McPHERSON, 1996; PATEL; AZZAM, 2005; MARTIN; TREMBLAY; STAPELLS, 2007).

Um dos tipos de PEALL, o Potencial Relacionado a Evento (PRE), citado acima, permite que seja identificada a atividade cerebral relacionada a um evento auditivo no cérebro. Nessa proposta de avaliação eletrofisiológica auditiva linguística, um componente neural auditivo é gerado o N400.

O PEALL – N400, objeto de estudo desta pesquisa, é uma resposta da atividade neuro elétrica dado em uma deflexão negativa que tem a formação de seu pico em torno de 400 ms após o início do estímulo e pode ser observado entre 250 e 550 ms em adultos e jovens. Este componente é relativo à integração auditivo-linguística dentro de um contexto fonológico e semântico, descrito pela primeira vez em 1980 por KUTAS e HILLYARD durante tarefa incongruente de leitura associada a um contexto linguístico. Atualmente sabe-se que este componente atua minimamente sobre dois aspectos: integração semântica e acesso à informação de memória a longo prazo (KUTAS., FEDERMEIER, 2000).

Essa pesquisa parte do pressuposto que há uma restrição de tecnologias nos equipamentos de registro dos potenciais evocados auditivos disponíveis aos profissionais no Brasil para a medida do N400. Desta forma propôs-se um aplicativo móvel (*APP*) que tem como principal proposta auxiliar a gerar, por meio de tarefas linguísticas, componentes relacionados a evento, como o N400. O *APP FONO SENSE* foi desenvolvido pois não existem tecnologias disponíveis que permitem gerar estímulos sonoros linguísticos integrados com estímulos visuais nos equipamentos de medida eletrofisiológica auditiva comumente utilizados, o que inviabiliza a geração do componente auditivo linguístico N400, clinicamente. Sendo assim, foi desenvolvido um novo recurso tecnológico, uma *APP* que trabalha em conjunto aos equipamentos clínicos de eletrofisiologia em geral já existente no mercado. Esse *APP* mostra visualmente os estímulos de fala no display de um *Tablet*, sincronizado com o sistema dos equipamentos de potenciais evocados, onde se dá a estimulação auditiva fonológica e a somação e controle da resposta eletrofisiológica.

Apesar da robusta busca em bases de dados e na literatura existente, não foram encontrados estudos correlatos entre o N400 e o aspecto fonológico na dislexia, bem como os meios para se obter o registro desse potencial tardio nesta população. Atualmente a maioria dos estudos existentes mostram a relação do *priming* semântico na população disléxica, e não do aspecto fonológico. O N400 é frequentemente considerado como indexador de como as representações do som de uma

palavra (fonologia), do seu significado (semântica) e dos pedaços que a formam (morfologia) (DEACON et al., 2004). Diante desse pressuposto torna-se necessária e de extrema importância a busca por métodos eficazes para avaliar a população proposta nesta pesquisa, uma vez que a dislexia é um transtorno específico de leitura enquanto aprendizagem e mostra dificuldade para reconhecer, soletrar e decodificar palavras. Tais fatos corroboram com a necessidade de uma avaliação objetiva do aspecto fonológico na dislexia.

A partir desse estudo propostas futuras de avaliação e tratamento às crianças com dificuldade específicas de leitura poderão ser uma realidade para os clínicos de fonoaudiologia e áreas afins.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

Este capítulo aborda os seguintes temas: Dislexia; Potenciais Evocados Auditivos; Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência; Potencial Relacionado a Evento - N400 em crianças.

### **2.1 DISLEXIA**

Foi descrito por Pringle Morgan (1896) um caso de um sujeito de 14 anos que apresentava enorme dificuldade na leitura e na escrita embora em outros vieses, como por exemplo a matemática, apresentava inteligência normal e denominou seu caso como *cegueira verbal*. Tal problema passou por várias denominações até em 1968 ser chamada pela primeira vez de Dislexia do Desenvolvimento pela Federação Mundial de Neurologia que a definiu como um transtorno que se manifesta por dificuldades na aprendizagem da leitura, mesmo em situações onde há ensino por método convencional e quesito sociocultural adequado.

O Manual de Diagnóstico e Estatística de Doenças Mentais DSM-IV incluiu a dislexia em sua lista de perturbações de aprendizagem e estabeleceu critérios diagnósticos que foram atualizados na versão atual do Manual (DSM-V).

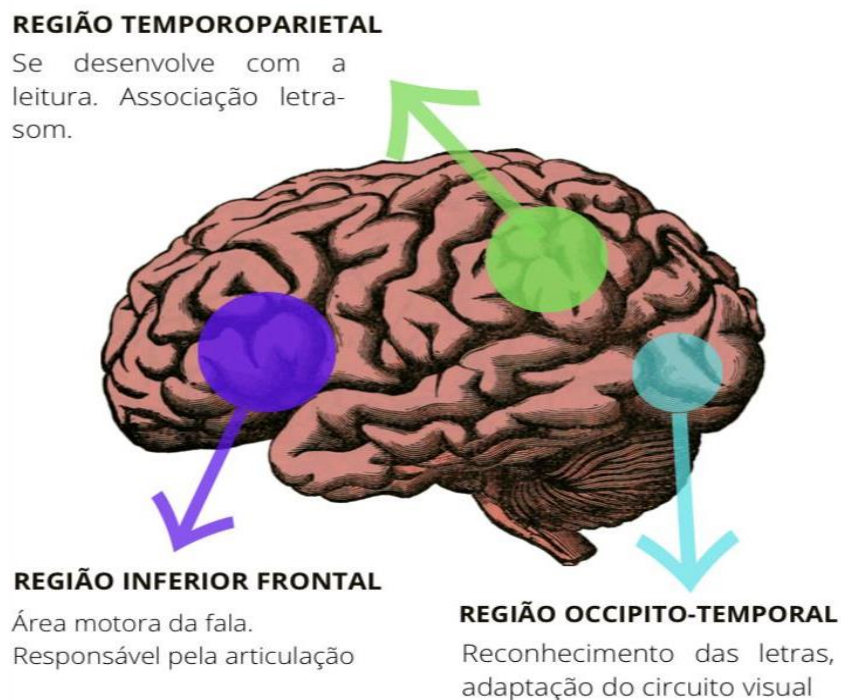
Segundo o DSM-V, a dislexia do desenvolvimento é caracterizada por uma desordem específica de aprendizado de decodificação fonêmica e dificuldade de leitura. Indivíduos com dislexia têm dificuldades em dominar as relações entre os padrões de escrita de palavras e suas pronúncias. Geralmente essas crianças leem de forma imprecisa e lenta, e também apresentam problemas na ortografia. A dislexia também é caracterizada por dificuldades na fluência de leitura, dificuldades de decodificação e soletração, e além disso, apresentam déficits cognitivos e déficits no desempenho acadêmico em outras áreas, como por exemplo: matemática e português (CAPELLINI e CONRADO, 20009; CAPELLINI, GERMANO e PADULA, 2010). Diante disto, a dislexia é considerada um transtorno específico de leitura, caracterizado pela dificuldade com a fluência correta na leitura e dificuldade na habilidade de decodificação e soletração, resultantes de um déficit no componente fonológico da linguagem (LYON; SHAYWITZ; SHAYWITZ, 2003). Esses autores afirmam ainda que a dislexia é resultado de um déficit primário, ligado a uma deficiência sensorial (auditiva ou visual) ou uma disfunção cerebelar-motora. No entanto, a teoria centrada em um déficit específico explica a dislexia como sendo causada por déficits da velocidade do processamento, duplos déficits ou déficits do processamento fonológico. A deficiência nessa habilidade afetaria a percepção de sons da fala e, conseqüentemente, a consciência. *Livingstone* e Hubel (1987) desenvolveram a teoria visual ou de persistência visual que foi baseada nos estudos dos sujeitos com dislexia que apresentavam alterações em tarefas visuais, como por exemplo, a busca e a localização visual, o processamento visual temporal. Assim, os disléxicos necessitam de um intervalo maior para perceber como os estímulos sequenciais de baixa frequência espacial se separam, em baixo contraste ou luminosidade.

Durante anos houve uma lacuna sobre a causa da dislexia e, para sanar estas questões, foram criadas algumas teorias, as quais serão descritas a seguir:

1. Teoria do déficit fonológico: a dislexia é causada por um défire no sistema de processamento fonológico motivado interrupção no funcionamento normal do sistema neurológico cerebral, ao nível do processamento fonológico (BRADLEY *et al.*, 2000.; ZEFFIRO; EDEN,

2000). Esta interrupção afeta a discriminação e o processamento dos sons. Partindo desse pressuposto sabe-se que tal déficit acarreta em problemas na leitura. A leitura por sua vez consiste em dois processos cognitivos que funcionam necessariamente juntos, sendo eles o processo de decodificação e a compreensão da escrita. Sally Shaywitz e colaboradores (1998) descreveram que durante a leitura o cérebro se ativa principalmente em três áreas no hemisfério esquerdo, o giro inferior frontal, a área temporoparietal e a área occipital-temporal (Figura 1). Respectivamente as áreas são responsáveis pela linguagem oral, a análise das palavras utilizada por leitores iniciantes e disléxicos e, por fim, a última área é responsável pela leitura automatizada.

**Figura 1.** Áreas cerebrais envolvidas no processo de leitura e suas funções segundo a Teoria do déficit fonológico<sup>1</sup>.



**Fonte:** Adaptado de Sally Shaywitz, 2006.

<sup>1</sup>Teoria mais aceita hoje em dia pelos cientistas (RACK, 1999). Este déficit dificulta a discriminação e processamento dos sons da linguagem, a consciência de que a linguagem é formada por palavras, as palavras por sílabas, as sílabas por fonemas e o conhecimento de que os caracteres do alfabeto são a representação gráfica desses fonemas. (SHAYWITZ, 2003).

2. Teoria do déficit de automatização: afirma que manifesta dificuldades características e persistentes como a dificuldade em automatizar o processo de decodificação das palavras e de realizar leitura eficiente (FAWCETT; NICOLSON, 1992) As implicações educacionais desta teoria propõem a realização de várias tarefas para automatizar a decodificação das palavras (Figura 2) (FAWCETT; NICOLSON, 1990).

**Figura 2.** Tarefas para automatização da decodificação segundo a Teoria do déficit da automatização<sup>2</sup>.



**Fonte:** Próprio Autor, 2021.

---

<sup>2</sup>Refere-se a dificuldade em automatizar o processo de decodificação e realizar a leitura de forma correta, fluente e que seja capaz de gerar compreensão. Esta teoria propõe que treinos de leitura funcionem para automatizar a decodificação de palavras (NICOLSON; FAWCETT, 1990).

3. Teoria magnocelular: Corresponde a um déficit específico na transferência das informações sensoriais visuais para as áreas primárias do córtex. Esta por sua vez não é comumente utilizada pelos cientistas e pesquisadores, uma vez que os resultados não podem ser reproduzidos (FAWCETT; NICOLSON, 1992).

Quando se fala sobre bases neurológicas da dislexia sabe-se hoje que pode ser parcialmente herdada e hoje muitas pesquisas possuem enfoque em encontrar o gene responsável por ela, bem como a incidência na hereditariedade (HALLGREN, 1950). As pesquisas mais recentes feitas pós-mortem referem cinco localizações potencialmente de risco na dislexia, encontradas de forma semelhante em cérebros vivos, estando nos cromossomos 2p, 3p-q, 6p, 15q e 18p18 (GALABURDA *et al.*, 1985; GALABURDA, 1989; SHERMAN; CAROLINE, 2003).

Existem três diferentes tipos de dislexia: visual, fonológica e mista (Figura 3). Respectivamente, o primeiro tipo não apresenta alterações fonológicas, mas traz com ela processamento visual rebaixado, leitura lentificada e dificuldade em perceber detalhes em relação às letras, como posição e rotação.

Já a dislexia fonológica tem a memória operacional afetada, bem como habilidades metafonológicas, aumento de tempo no acesso ao léxico e dificuldade na fase alfabética de leitura e escrita, com dificuldades na relação letra/som. Por outro lado, a dislexia mista tem como característica alguns componentes da dislexia visual e também da dislexia fonológica, ou seja, a dislexia mista apresenta déficit visual e fonológico (GERMANO *et al.*, 2014; KIBBY *et al.*, 2015; KIBBY *et al.*, 2014; ZOUBRINETZKY *et al.*, 2016).

**Figura 3.** Subtipos da dislexia.



**Fonte:** Próprio Autor, 2021.

Na literatura consta que sujeitos com dislexia apresentam déficit em processar pistas auditivas, resultando em um rendimento abaixo do esperado em tarefas de percepção e discriminação auditiva de fonemas, fazendo com que aconteça uma falha no desenvolvimento do aspecto fonológico, que posteriormente leva a problemas no desenvolvimento da leitura e da escrita (HEIM *et al.*, 2008; BOETS *et al.*, 2007).

Germano e Capellini (2011; 2015) afirmam que existem características que obrigatoriamente apareceram no momento em que acontece a avaliação interdisciplinar, sendo eles: alteração quanto ao equilíbrio estático e à coordenação apendicular, persistência motora, equilíbrio dinâmico, coordenação tronco-membro e sensibilidade no exame neurológico evolutivo; nível cognitivo normal, alteração quanto à memória na bateria neuropsicológica; alterações de consciência fonológica, velocidade de leitura oral abaixo do esperado para idade e escolaridade, desempenho considerado inferior em provas de leitura de palavras isoladas e textos seriados, desempenho abaixo do esperado em provas de escrita sob ditado e compreensão de leitura considerada parcial do texto lido.

Estudos afirmam que o déficit fonológico tem um papel importante e fundamental nos problemas que envolvem a leitura nos disléxicos (HAAGER; VAUGHN, 2013), mas além da leitura, há também a dificuldade na compreensão textual devido à uma insuficiência no quadro primário da decodificação (FLETCHER, 2009). Os estudos mostram que a capacidade de manipular fonemas dentro de palavras e a consciência fonológica são os aspectos mais comprometidos na população disléxica. Há também evidências mostradas por meio de exames de neuroimagem, que mostram que existem diferenças no desenvolvimento e no funcionamento cerebral destes sujeitos, bem como a presença de um componente genético. Este componente mostra que mais de 50% de crianças com dislexia têm familiares próximos com o mesmo transtorno (FERNANDES *et al.*, 2013; GAYAN; OLSON; 2003; SARTORATO; 2015; SHAYWITZ, 2003; SHAYWITZ *et al.*, 2016).

Visto que o déficit fonológico é especificamente correlacionado à dislexia, Shaywitz, Mody e Shaywitz (2006) afirmaram que intervenções de bases fonológicas são mais eficazes para a melhoria da leitura dos sujeitos com dislexia, uma vez que estes sujeitos apresentam dificuldades na consciência fonológica, importante para o desenvolvimento da leitura e posteriormente da escrita (JOANISSE *et al.*, 2000; SALGADO; CAPELLINI, 2008). Neste estudo a literatura adotada é que trata este transtorno como Dislexia, por ser uma tecnologia mais universal e adotada também IDA – International Dyslexia Association, em 2002.

## 2.2 POTENCIAL EVOCADO AUDITIVO

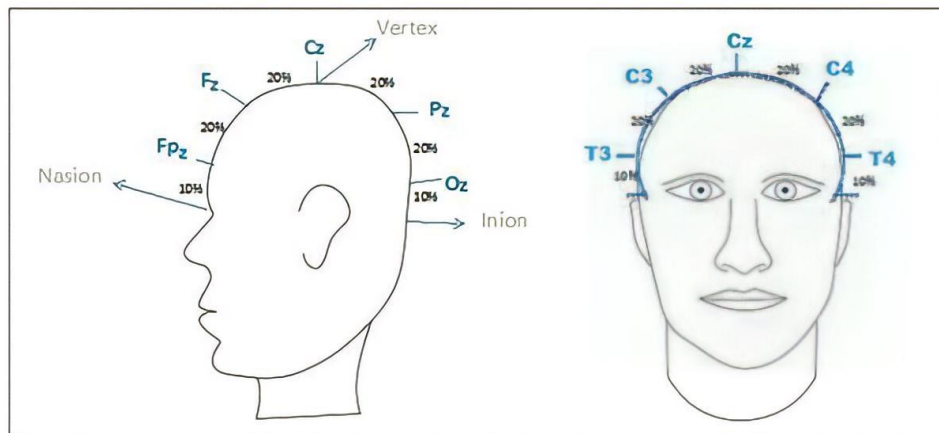
Para avaliar o processamento de informações auditivas e linguísticas um dos métodos mais utilizados na pesquisa científica para estudar o sistema auditivo e seu funcionamento é o Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência (PEALL). O PEALL faz o registro de atividades elétricas corticais que ocorrem frente a estímulos acústicos durante esse processamento.

Os Potenciais Evocados Auditivos (PEA) são métodos objetivos e não invasivos de avaliação da atividade neural e elétrica da via auditiva, do nervo auditivo até córtex cerebral (JUNQUEIRA; FRIZZO, 2002). A atividade gerada acontece em resposta a um estímulo acústico oferecido por um meio, podendo ser ele em campo aberto, utilizado caixas de som, ou por meio de

fonos de ouvido supra ou intra aural, e captados por eletrodos posicionados na superfície do couro cabeludo, fronte e mastoides ou lóbulo, segundo o padrão do Sistema Internacional 10/20, que simbolizam a divisão e identificação das regiões do crânio em porções de 10% e 20% (KLEM et al.,1999) (figura 4).

Um dos aspectos estudados no PEA é o processamento auditivo, que se refere ao processamento auditiva no sistema nervoso central (SNC) e origina os potenciais eletrofisiológicos auditivos (ASHA, 2005). Este processamento também está envolvido com a linguagem, atenção e função executiva (AMERICAN ACADEMY OF AUDIOLOGY, 2010), sendo estes considerados de domínio cognitivo (AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION, 2013). Os PEA podem ser classificados referindo-se ao tempo em que a via auditiva leva para gerar a atividade elétrica, podendo dessa forma ser dividida em curta, média e longa latência (HALL, 2006; MCPHERSON, 1996).

**Figura 4.** Posicionamento dos eletrodos para registro do PEA.

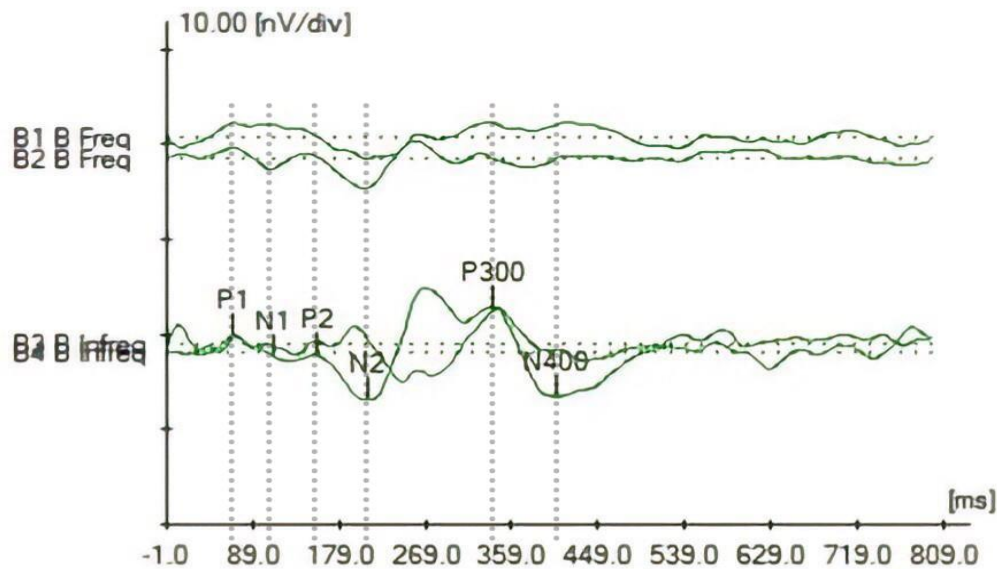


**Fonte:** Tratado de Eletrofisiologia para Audiologia, 2018

Os PEALL refletem a atividade do tálamo e do córtex e permite que seja mensurado em ms a atividade neural elétrica de cada sítio da via auditiva (REIS; FRIZZO, 2012). Tais procedimentos

têm sido enfatizados nas pesquisas atuais como um instrumento de investigação do processamento da informação, nas habilidades de codificação, discriminação, integração, memória, tomada de decisão e atenção do cérebro ao som e são os chamados PRE (COLAFÊMINA *et al.*, 2000; REIS; FRIZZO, 2012). O registro do PEALL conta com a formação de picos sequências, sendo eles de deflexão com polaridade positiva e negativa (P - positiva; N - negativa), acima e abaixo da linha de base, gerados em um tempo de 80 a 600 ms após estimulação acústica (KRAUS; MCGEE, 2002; MCPHERSON, 1996). Dessa maneira, os componentes do PEALL são representados na sequência como P1, (P100), N1 (N100), P2 (P200), N2 (N200), P3 (P300) e, o componente tardio que é foco nesta pesquisa, N4 (N400). A nomeação dos componentes acontece devido ao tempo que aproximadamente é processado e ocorre a formação de seu pico (HALL, 2006; MCPHERSON, 1996) (Figura 5).

**Figura 5.** Componentes do PEALL.



**Fonte:** Próprio Autor, 2021.

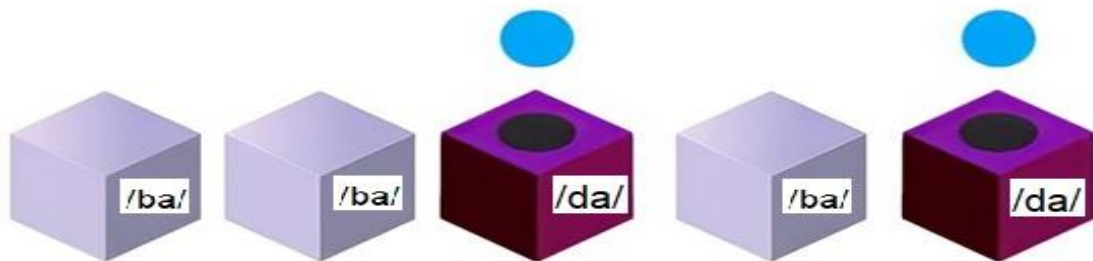
O componente P1 aparece com sua latência em torno de 50 ms após o estímulo acústico. N1 apresenta latência entre 80 e 150 ms após estímulo acústico. O N1 reflete à atenção e decodificação inicial do processamento sonoro, bem como a capacidade de detectar mudanças que possam ocorrer dentro de um som contínuo (HALL, 2006; MCPHERSON, 1996; WAGNER *et al.*, 2013). Suas possíveis fontes geradoras neurais são o córtex auditivo primário e secundário (partes superior e lateral do lobo temporal) (KADNER *et al.*, 2002; PICTON, 2013), e substrato neural gerado no córtex associativo frontal, em comum com o componente P2 (PICTON; HILLYARD, 1974; PICTON, 2013). O componente P2 apresenta latência entre 145 e 200 ms após estímulo acústico, seguido de N1, e sua amplitude varia de 3 a 6  $\mu$ V. Sendo um componente exógeno, junto com N1, o P2 reflete o processo modulado em atenção necessária para o desempenho de uma tarefa de discriminação auditiva (HALL, 2006; MCPHERSON, 1996; NOVAK *et al.*, 1992). Devido a isso, estudos sugerem que a ocorrência de P2 é pré-requisito para a geração posterior de P3, ou seja, para que ocorra a discriminação do estímulo alvo ou raro, é necessário primeiro que o estímulo seja identificado (GARCÍA-LARREA *et al.*, 1992). O P2 também é responsável pela memória auditiva acumulada ao longo do tempo de experiência sonora (NORDBY *et al.*, 1996). Suas possíveis fontes geradoras neurais são o córtex auditivo anterior lateral do lobo temporal, no giro de *Heschl*, na área de *Brodman* e áreas associativas (CROWLEY; COLRAIN; 2004; PICTON, 2013). O componente N2 apresenta latência entre 180 e 250 ms e sua amplitude varia de 3 a 6  $\mu$ V. É considerado um componente misto, pois possui tanto fatores exógenos, que depende das características físicas e temporais do estímulo, quanto fatores endógenos, relacionado ao processamento da informação auditiva, resposta passiva e automática pré-atencional ao estímulo sonoro (HALL, 2006; MCPHERSON, 1996). Por essa razão, é influenciado pela atenção do sujeito, onde a amplitude será maior se o mesmo não estiver atento ao estímulo e será menor se o estímulo for esperado. Sua possível fonte geradora neural é o córtex supratemporal (DUARTE *et al.*, 2009).

O componente P3 apresenta latência entre 220 e 400 ms e sua amplitude varia de 8 a 15  $\mu$ V, sendo o terceiro pico positivo, seguido do complexo N1-P2-N2. Por ser um componente endógeno, envolvendo a realização de uma tarefa cognitiva, também pode ser chamado de PRE. Dessa maneira, o P3 ocorrerá somente se o sujeito estiver engajado na tarefa de detectar os sons alvos (HALL, 2006; MCPHERSON, 1996; REIS; FRIZZO, 2015). Além disso, o P3 reflete atividades auditivas em níveis corticais responsáveis pela habilidade de atenção (HALL, 2006).

Diversas são as fontes geradoras desse potencial, sendo elas o tálamo, hipocampo, córtex auditivo e o córtex frontal de maior contribuição (HALL, 2006; PICTON *et al.*, 1999) e o lobo parietal inferior (SMITH *et al.*, 1990). Por último, o componente N400 apresenta sua latência em torno de 400 ms, podendo variar entre 350 e 500 ms, sendo o quarto pico negativo. Este componente, segundo a literatura, está relacionado a processos semânticos e está sendo muito utilizado para estudar equivalência sonora e tarefas de escolha (BARNES-HOLMES *et al.*, 2005; ALMEIDA *et al.*, 2014; HAIMSON *et al.*, 2009; TABULLO *et al.*, 2015).

Os estímulos sonoros utilizados para gerar o PEALL precisam ter diferenças acústicas, podendo ser em relação a sua frequência, intensidade ou duração, de modo que o indivíduo avaliado deve realizar a discriminação entre os dois estímulos sonoros diferentes. Esses estímulos são apresentados num paradigma *oddball* (HALL, 2006) (Figura 6). Ou seja, de forma aleatória e randomizada distribuída entre os dois estímulos. Um dos estímulos aparece sempre de forma frequente (Exemplo: som da sílaba /ba/) e o outro estímulo de maneira rara (Exemplo: som da sílaba /da/), fazendo com que seja eliciada a tarefa cognitiva e gerado à resposta de discriminação auditiva e associação linguística. O estímulo alvo é prioritariamente o raro, que precisa ser detectado, discriminado e reconhecido em meio aos estímulos frequentes oferecidos.

**Figura 6.** Paradigma *oddball*.



**Fonte:** Próprio autor, 2021

### 2.3 POTENCIAL RELACIONADO A EVENTO: N400 EM CRIANÇAS

O N400 tem relação direta com o processamento das características da linguagem. O N400 foi descrito pela primeira vez por Marta Kutas e Steven Hillyard em 1980, que continuaram estudando por anos esse componente e sua relação com a linguagem, incluindo em tarefas de incongruência semântica (KUTAS, HILLYARD, 1980; 1984). Durante uma tentativa de evidenciar o P300 por meio de estímulos raros, porém ao invés de um pico positivo maior, o que apareceu foi um pico negativo em evidência. Este componente sofre influência quanto a sua amplitude e latência de acordo com a característica do estímulo. Estímulos frequentes mostram amplitude reduzida (VAN PETTEN; KUTAS, 1990), já durante tarefas que envolvem palavras e não palavras observou-se latência e amplitude maiores (FONSECA *et al.*, 2006).

Friedrich e Friederici (2010) trouxeram à literatura informações de que o N400 fornece indícios da relação à linguagem e as representações neurais/funções que suportam seu processamento. Nessa direção, esse efeito pode ser usado como ferramenta metodológica para estudar aspectos específicos da linguagem, por subsidiar a investigação de diferenças sutis no processamento das informações que não podem ser detectadas por meio de medidas comportamentais, tanto em populações típicas, quanto de risco ou transtornos da comunicação.

O N400 capta informações sobre aspectos psicolinguísticos que não são possíveis de avaliação em nenhuma outra abordagem ou avaliação comportamental e/ou auditiva. Por isso, esse componente é tido como um marcador neurofisiológico da discriminação de sons/palavras e de sua relação de congruência semântica de um estímulo linguístico (KUTAS; FEDERMEIER, 2011).

A geração do componente tardio N400 requer atenção auditiva e consciência. É sabido que este componente pode ser obtido mesmo quando os estímulos necessitam de pouca percepção consciente, como no caso do *priming* semântico. É sabido também que as manipulações que afetam a extensão na qual a atenção é alocada aos estímulos eliciadores do N400 influenciam o tamanho dos efeitos do N400 em relação à sua amplitude (HOLCOMB, 1988), explicitando que este processo não deve descartar a atenção.

Alguns dos estudos que envolvem o PRE – N400 relatam os registros relacionados à linguagem em tarefas de incongruência semântica. Um destes estudos trouxe a proposta de avaliações pareadas congruentes e incongruentes. Em todas as tarefas de comparação de anáforas congruentes e incongruentes os resultados trazidos mostraram que a amplitude nas anáforas incongruentes foi maior e sua latência variou de acordo com a natureza da tarefa (FRANÇA; SOTO; GESUALDI, 2012).

**Figura 7.** Exemplificação de tarefa auditiva linguística congruente e incongruente.



**Fonte:** Próprio autor, 2021.

Quanto ao tempo de latência do N400 em crianças observa-se um maior tempo de latência, tendo seu pico por volta de 420 ms, e que esta, por sua vez, diminui com a idade, devido a maturação e experiencição da linguagem (HOLCOMB; COFFEY; NEVILLE, 1992). Já para jovens adultos o pico se encontra próximo a 375 ms. Este tempo de latência é referente ao método onde se utiliza palavras apresentadas visualmente (KUTAS; IRAGUI, 1998).

Foram realizados também estudos de comparação entre grupos típicos e com alguma alteração de cunho linguístico foi realizado outro estudo (JUOTTONEN; REVONSUO; LANG, 1996) que teve por sua vez o objetivo identificar a presença do efeito N400 em crianças de 5 a 11 anos com desenvolvimento típico de linguagem e adultos. A metodologia do trabalho incluiu a utilização de 200 frases, sendo 100 delas congruentes e as outras 100 incongruentes, apresentadas de forma randomizada. O resultado mostrou que para os adultos o pico do N400 ocorreu entre 400 e 500ms e apenas nas frases incongruentes, enquanto para as crianças o pico ocorreu entre 500 e 600ms em ambas as apresentações, congruente e incongruente (JUOTTONEN; REVONSUO; LANG, 1996).

### **3 OBJETIVO**

Propor uma nova ferramenta tecnológica de avaliação eletrofisiológica auditiva fonológica para investigar o componente neural tardio N400 do PRE em adultos com desenvolvimento normal e crianças com e sem dislexia e verificar a formação do N400 em relação a sua latência e amplitude.

### **4 MÉTODO**

#### **4.1 TIPO DE ESTUDO**

O presente estudo é do tipo analítico transversal.

#### **4.2 ASPÉCTOS ÉTICOS**

Este estudo foi realizado na Faculdade de Filosofia e Ciências da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP Marília-FFC) em parceria com a Clínica de Educação e Estudos – CEES-CER II. (UNESP). O estudo foi realizado de acordo com a instrução normativa 466/2012 e foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Filosofia e Ciências da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP) - Marília, sob o protocolo CAAE n.º 43381620.8.00005406 e parecer n.º 4.565.753 (Anexo 1).

### **4.3 CAUSUÍSTICA**

Inicialmente o objetivo era uma coleta total com 45 indivíduos, sendo 15 adultos e 15 crianças sem dislexia ou qualquer outro transtorno de aprendizagem e/ou outras comorbidades e 15 crianças com diagnóstico de dislexia do subtipo fonológico. Durante o processo de coleta de dados foram convidados 76 indivíduos, sendo 20 para compor o grupo adulto e 55 crianças, sendo 27 com diagnóstico de dislexia e 29 sem dislexia. Durante o processo de coleta de dados, em razão a pandemia, o número de indivíduos faltosos fez com que a quantidade final de crianças e adultos coletados resultasse em 25, sendo assim uma amostra de conveniência.

Dentre os grupos, o grupo com menor número de desistência ou faltas foi o grupo composto por adultos. Após o grupo de adultos, o grupo de crianças com diagnóstico de dislexia apresentou menos faltas e desistências, tendo em vista que há uma demanda de cuidados, diagnóstico e tratamento por parte desta população, e dentro do centro onde foram realizados os procedimentos de coleta de dados há o tratamento necessário.

Já no grupo composto por crianças sem dislexia, houve dificuldade para encontra-las e leva-las ao centro de avaliação. Das 29 crianças convidadas, apenas cinco compareceram. Esta dificuldade pode ser justificada pela pandemia de COVID-19 vivida durante esta pesquisa e que se fez presente durante os anos de coleta. Desta forma, as famílias e responsáveis legais não consideravam de importância imediata expor as crianças sem dificuldades escolares e com desenvolvimento normal ao risco inerente a sair de casa.

Por estes motivos, ao final da coleta de dados, participaram 25 indivíduos, subdivididos em três grupos:

- Grupo Estudo (GE): 10 escolares com diagnóstico interdisciplinar de Dislexia do subtipo fonológico;
- Grupo Controle Adulto (GC-a): 10 adultos sem dislexia, sem quaisquer alterações de aprendizagem e/ou outras comorbidades;
- Grupo Controle Infantil (GC-i): cinco escolares sem dislexia, sem quaisquer alterações de aprendizagem e/ou outras comorbidades.

Entre os critérios de inclusão, os escolares deviam estar matriculados no ensino regular na cidade de Marília - SP no fundamental I, de ambos os sexos, com idade entre 9 anos e 10 anos e 11 meses de idade para o adequado pareamento de idade e sexo. Para o grupo composto por adultos a idade variou de 20 anos a 24 anos e 2 meses de idade e participaram indivíduos de ambos os sexos.

Os escolares com diagnóstico de dislexia têm, obrigatoriamente, diagnóstico interdisciplinar, que inclui avaliação fonoaudiológica, neurológica, neuropsicológica e pedagógica, feito pelo Laboratório de Investigação dos Desvios da Aprendizagem – LIDA/FFC/UNESP.

O critério de exclusão principal válido para os três grupos foram: alteração de limiar audiológico, curva timpanométrica dos tipos Ad, Ar, B ou C e/ou IPRF abaixo de 92% (OMS, 2014; JERGER, 1970; JERGER, SPEAKS, & TRAMMELL, 1968); apresentarem outras comorbidades associadas evidenciadas pela anamnese.

Tanto o GC-a quanto o GC-i não poderiam ter dislexia, outras alterações de aprendizagem ou outras comorbidades de cunho físico ou intelectual.

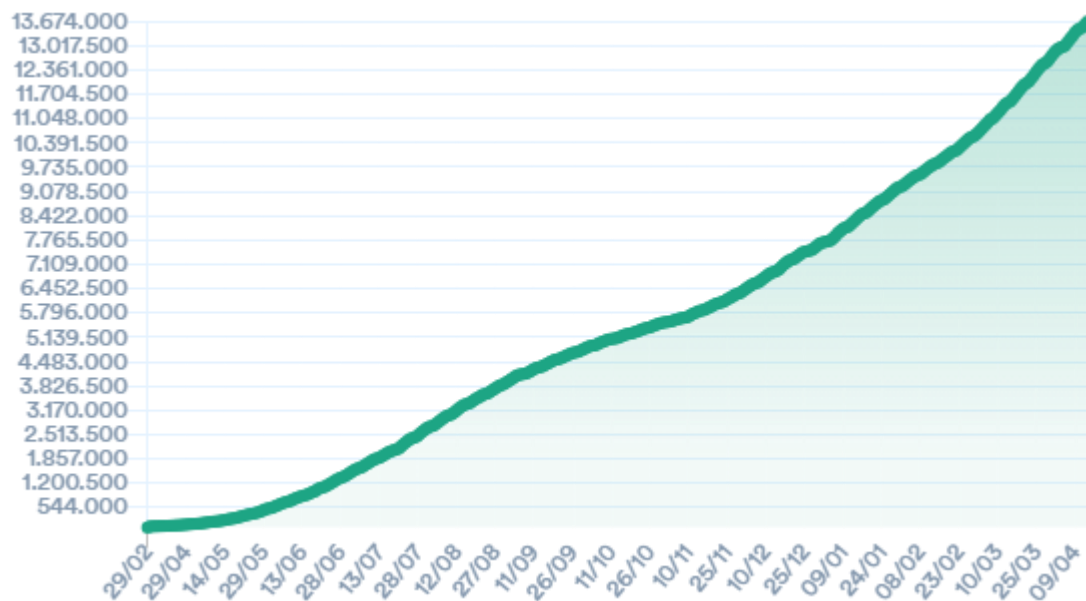
Para participar do estudo os escolares deviam estar matriculados no ensino regular na cidade de Marília - SP no fundamental I, de ambos os sexos, para um dos grupos deveriam ter diagnóstico de dislexia do subtipo fonológico e para outro grupo não, sendo estas com desenvolvimento típico.

Todos os participantes e responsáveis legais assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para que pudesse ser iniciado o processo de coleta de dados desta pesquisa (Anexos 2 e 3).

#### 4.4 CUIDADOS E PARAMENTAÇÃO

Em fevereiro de 2020 foi notificado o primeiro caso de COVID-19 no Brasil, após um teste positivo para o SARS-CoV-2. Logo após, iniciou-se uma Pandemia de nível mundial que vem até os dias atuais em uma crescente preocupante (Figura 8) Durante este período muito foi falado sobre os cuidados necessários para prevenir a doença, entre esses cuidados foi evidenciada a importância do distanciamento social, da higienização das mãos e dos ambientes e do uso de máscara, uma vez que este vírus é transmitido entre pessoas e através de gotículas expelidas da boca ou nariz que entram em contato com o outro por meio da propagação no ar, por exemplo durante tosse ou espirro. Essas gotículas pairam em superfícies que entram em contato com o indivíduo, que posteriormente toca os olhos, nariz e/ou boca (BRASIL, 2021).

**Figura 8:** Casos acumulados de COVID-19 por data de notificação (abril, 2021)



**Fonte:** Secretarias Estaduais de Saúde. Brasil, 2021.

Sabendo disso, os cuidados tiveram que ser adotados em todos os âmbitos, inclusive na pesquisa. Para realizar os procedimentos inclusos neste estudo, todas as medidas de cuidado foram tomadas, a saber:

- Ao entrar em contato com cada indivíduo inicialmente eram explicados todos os procedimentos e questionado sobre contato com pessoas que testaram positivo para a COVID-19 ou se estava apresentando alguns dos sintomas. Quando havia resposta positiva para qualquer destas perguntas o indivíduo foi orientado quanto aos cuidados e acompanhamento de sua saúde, evidenciando a importância do distanciamento social e do uso de máscara em todos os ambientes, bem como a higienização correta das mãos e objetos levados para a vivência e não era realizado nenhum agendamento uma vez que não permitidos atendimentos de casos positivos no CEES-CER-II. Nos casos os quais a resposta era negativa era feito o agendamento do indivíduo, seguindo o Plano de Retomada do Centro fundamento das normas nacionais de vigilância sanitária vigentes.
- Os agendamentos foram realizados com intervalo de uma hora entre cada indivíduo, levando em conta que o processo de coleta de dados levava uma média de 25 minutos para ser finalizada. A sala foi higienizada antes de cada agendamento com álcool, bem como a poltrona que o indivíduo era posicionado e todos os equipamentos utilizados. O tablet foi higienizado com álcool isopropílico a cada coleta.
- O aplicador das atividades e responsável pela pesquisa permaneceu munido com todos os equipamentos de proteção individual (EPIs), como máscara PFF2 – AURA 3M, *face shield*, luvas, touca e avental descartável por cima no jaleco convencional. Na sala onde foi realizada a coleta de dados havia um lavatório para realizar a higienização adequada das mãos.
- Os indivíduos que participaram da coleta de dados, antes de entrar para o atendimento, tiveram sua temperatura aferida e foram feitos questionamentos sobre sintomas e contato com positivados para o COVID-19. Após este processo o paciente recebia uma máscara descartável, além da que já estava munido e fazia a colocação para proteção dupla, uma vez que a maioria dos indivíduos fazia uso de máscara de tecido. Os adultos entraram sem

acompanhante na sala e as crianças eram acompanhadas pelo responsável até a parte externa da sala, onde este aguardava até o término da coleta.

- Já dentro da sala, era feita a higienização do tablet novamente para a segurança do indivíduo e iniciada a coleta de dados.

Vale ressaltar que não houve casos de contaminação relatados durante o período da pesquisa.

#### **4.5 MATERIAIS**

Foi utilizado o equipamento de PEA de dois canais *Biologic's Evoked Potential System (EP)* (Seattle, WA/ USA) e devidos materiais de consumo como pasta abrasiva, pasta eletrolítica e eletrodos de cobre. Para a tarefa fonológica foi utilizado tablet com tela de 7 polegadas para rodar o aplicativo desenvolvimento para a pesquisa.

#### **4.6 PROCEDIMENTOS DE COLETA DE DADOS**

O estudo foi desenvolvido em duas fases, sendo a primeira etapa a elaboração científica e criação técnica de um APP móvel para a realização de duas tarefas: Congruente e Incongruente no aspecto fonológico, a segunda fase foi a realização da tarefa auditiva-linguística por meio de estímulos acústicos frequentes (/ba/) e raros (/da/) e co-ocorrência com a tarefa linguística fonológica gerada no APP. Na primeira etapa foi realizado levantamento bibliográfico de lista de palavras e não palavras e elaborado a lista e posteriormente o aplicativo móvel associado à leitura, integração ao aspecto fonológico, relação letra-som e acesso a memória lexical. Essa fase conta com a etapa de coleta de dados.

#### **4.7 CRIAÇÃO DO APP MÓVEL**

Foi criado em março de 2020 aplicativo (APP) denominado *FONO SENSE*, compatível com sistema operacional ANDROID, na linguagem *Flutter* para uso em plataforma móvel tendo a sua

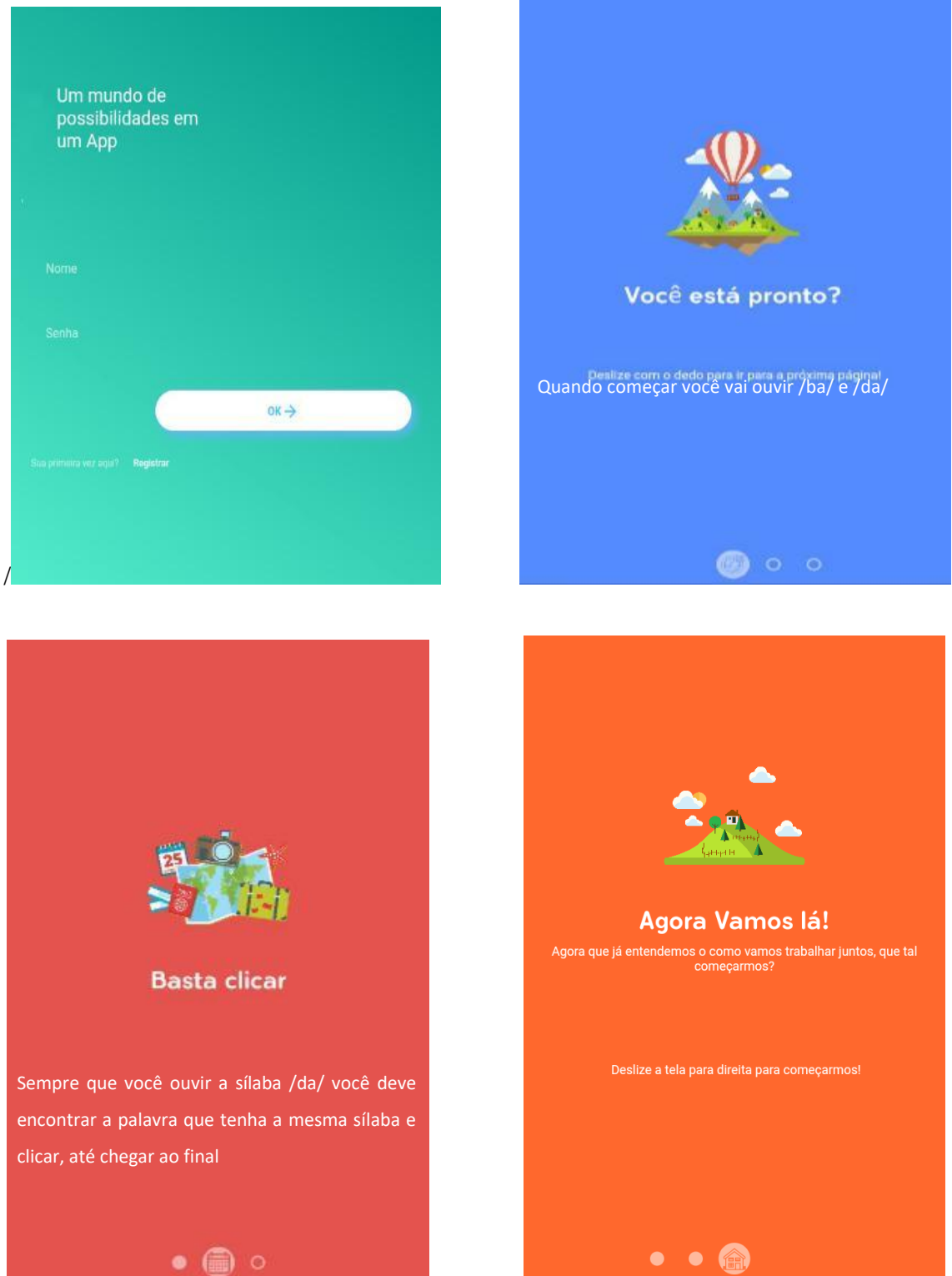
primeira versão liberada em maio de 2020 e em processo de registro na Agência Unesp de Inovação desde fevereiro de 2021.

Durante a criação do programa, foram realizados testes de mesa através de *debug* da própria IDE de desenvolvimento *Visual Studio Code* e testes funcionais junto à tarefa auditiva-fonológica gerada com estímulos de fala frequentes e infrequentes no equipamento de aquisição dos potenciais evocados auditivos do laboratório de pesquisa da instituição.

A interface foi criada para ser usada na área da saúde humana, nesta pesquisa especificamente para a área da fonoaudiologia, para avaliar aspectos fonológicos durante tarefa dupla de atenção e discriminação auditiva combinada à escolha forçada de um estímulo visual que requer reconhecimento auditivo e visual.

A interface do aplicativo, em suas telas iniciais, contou com instruções básicas (Figura 9), uma vez que todos os indivíduos foram orientados verbalmente sobre as tarefas e como proceder para sua realização. Após receberem as orientações, tanto as crianças quanto os adultos, não houveram dúvidas sobre como realizar.

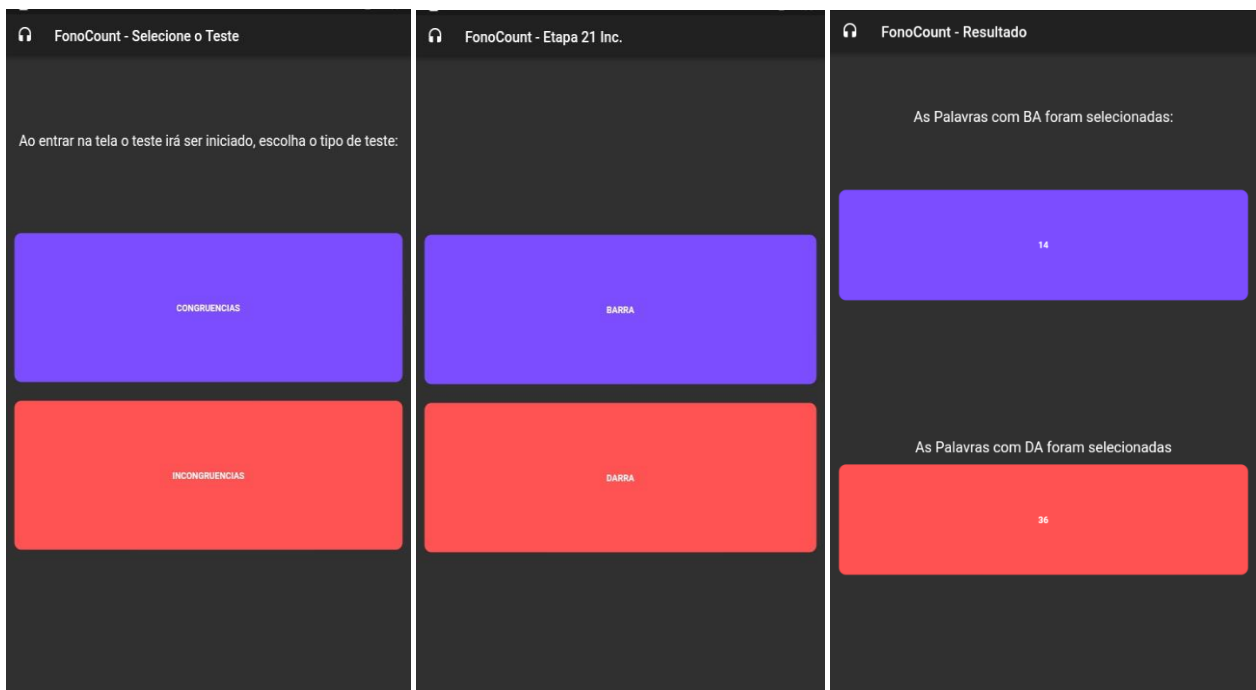
**Figura 9:** Telas iniciais do APP *FONO SENSE*.



**Fonte:** APP *FONO SENSE*, 2021.

As tarefas do APP foram compostas sempre por pares de palavras que contenham em uma a sílaba /ba/ e noutra a sílaba /da/ em diferentes posições dentro das palavras. A palavra é a representação semântica do som que será ouvido através do fone de ouvido gerada pelo equipamento de PEA e sua devida programação para o registro do PRE auditivo. O APP conta com duas atividades diferentes onde eram geradas palavras sempre em pares, de acordo com o grau de dificuldade, congruente e incongruente começando por sílabas, seguidas por dissílabas e polissílabas até chegar em sua tela final, onde havia a contagem de sílabas selecionadas (figura 10).

**Figura 10:** Exemplificação da tela de tarefas e tela de contagem de sílabas selecionadas.



**Fonte:** APP *FONO SENSE*, 2021.

As atividades eram:

1. Escolha Forçada - Congruente: nessa etapa o APP gerava, sempre em pares, palavras por ordem de complexidade e, nesta tarefa, palavras existentes no português brasileiro (PT-BR). Obrigatoriamente uma das palavras contemplava o fonema /ba/,

independentemente da posição na palavra e outra o fonema /da/. O escolar deverá selecionar a palavra que contemple o fonema alvo infrequente /da/ toda vez que o mesmo for ouvido por meio do fone.

2. Escolha Forçada - Incongruente: nessa etapa o APP gerava, sempre em pares, palavras e não palavras. Dentro do par, uma era palavra existente no PT-BR e outra não palavra. De forma aleatória, a sílaba alvo infrequente /da/ poderia aparecer dentro da palavra ou da não palavra.

O intervalo entre um estímulo e outro foi de 1 ms. O *software* registrava a quantidade de vezes em que foi apertada a opção correspondente a sílaba /da/ em sincronia com os estímulos gerados no fone de ouvido do equipamento.

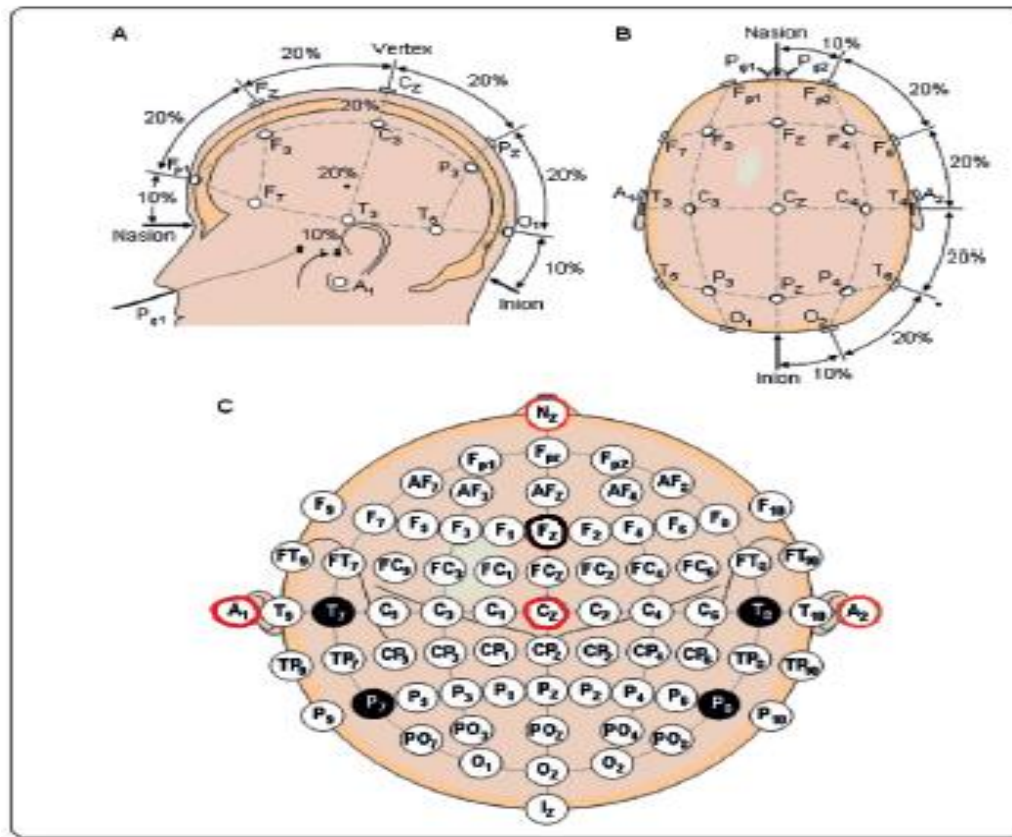
O APP conta com 100 pares de palavras selecionadas respeitando um balanceamento fonético, sendo estes divididos igualmente para as duas tarefas: congruente e incongruente, com a mesma quantidade de pares em cada atividade, 50. A quantidade de pares de palavras em cada tarefa é a mesma de estímulos raros (ANEXO 4 e 5).

Ao chegar ao fim de cada atividade, o APP fornecia a informação de quantas vezes foram selecionadas as palavras contendo a sílaba alvo e se em algum momento foi selecionada a sílaba não alvo, o que garante o total controle da resposta do paciente.

#### **4.8 EXAME DO PRE**

Para a realização da avaliação eletrofisiológica auditivo linguística, foi realizada a limpeza da pele com pasta abrasiva nos pontos onde os eletrodos foram posicionados de acordo com o padrão Internacional 10-20 (Jasper, 1958). Os eletrodos foram preenchidos com pasta abrasiva para proporcionar melhor condução elétrica e foram fixados para obter registro contra e ipsilateral a partir de Cz e os eletrodos de referência se localizavam nas mastoides esquerda e direita, bem como o eletrodo terra que foi posicionado na lateral da testa. Após a colocação dos eletrodos foram colocados os fones de inserção (figura 11).

**Figura 11.** Posicionamento dos eletrodos durante realização do PEALL.



**Fonte:** Adaptado de Tratado de Eletrofisiologia para a Audiologia, 2018.

As respostas foram registradas no equipamento *Biologic Navigator Pro*, em dois momentos: durante a tarefa congruente e, no outro momento, durante a tarefa incongruente, utilizando o *paradigma Oddball* e o quadro a seguir apresenta os parâmetros utilizados para sua aquisição.

**Quadro 1.** Parâmetros de registro do PRE.

|                  | <b>PARÂMETROS</b>              |                                                                                   |
|------------------|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ESTÍMULO</b>  | Bilateral via fone de inserção |                                                                                   |
|                  | Taxa                           | 0.9 estímulos por segundo                                                         |
|                  | Polaridade                     | Alternada                                                                         |
|                  | Intensidade                    | 70dB                                                                              |
|                  | Tipo                           | Estímulos de fala frequente /ba/ e infrequente /da/                               |
| <b>AQUISIÇÃO</b> | Canais                         | Cz ipsilateral e contralateral                                                    |
|                  | Eletrodos                      | Cz(+)<br>Commom<br>A1 (-), A2 (-)<br>Jumper conectado nas entradas referência (-) |
|                  | Filtro                         | 1-30 Hz                                                                           |
|                  | Amostra                        | 200 estímulos - 150 estímulos frequentes e 50 estímulos infrequentes (75% - 25%)  |
|                  | Amplificação do sinal          | 30.000 vezes                                                                      |
|                  | Impedância                     | $\leq 5$ Kohms                                                                    |
|                  | Paciente                       | Estado de alerta                                                                  |
|                  | Artefatos                      | Aceito até 10% da quantidade total de estímulos                                   |

O experimento ocorreu numa sala com tratamento acústico e proteção elétrica. O indivíduo foi posicionado e orientado a permanecer sentado, em uma poltrona confortável, mantendo-se relaxado, porém em estado de alerta.

As formas de onda do EEG foram registradas numa janela de tempo de -100 a 1000 ms. E foram feitas as marcações dos pontos P1, N1, P2, N2, P3 e posterior identificação do N400.

O procedimento de coleta de dados de avaliação eletrofisiológica auditiva e linguística foi realizado mediante a realização de uma tarefa cognitiva de escolha forçada usando o APP. O indivíduo recebeu um tablet de 7 polegadas, utilizado um APP criado para a pesquisa. Dentro do APP terão duas opções de teste, a primeira sendo com contexto sintático semântico congruente e a segunda incongruente, ambas contemplando os estímulos auditivos /ba-/da/. Ao exame, aos participantes a instrução dada foi de que sempre que o indivíduo ouvisse o estímulo infrequente /da/ ele deveria selecionar no tablet a sílaba ou palavra que contenha esse fonema alvo, estando este em posições alternadas dentro da palavra.

Na figura 12 apresenta-se uma figura explicativa que sintetiza dos procedimentos da pesquisa.

**Figura 12.** Procedimentos da pesquisa.



**Fonte:** Próprio Autor, 2021.

#### 4.9 ANÁLISE ESTATÍSTICA

As variáveis qualitativas foram descritas pela distribuição de frequência relativa (%) e intervalo de confiança de 95% (IC95%). A relação entre as variáveis qualitativas foi analisada pelo teste Exato de *Fisher*. As variáveis quantitativas foram descritas pela média e IC95%. A homogeneidade das variâncias foi analisada pelo teste de *Levene*. Para comparação da média entre os grupos, foi realizada uma *Anova-one-way* seguida do teste *Post-hoc de Bonferroni*. Para analisar o efeito do grupo e fator (congruente e incongruente), como também a interação (grupo versus fator) foi realizada uma Anova Mista de Medidas Repetidas baseada no pressuposto da homogeneidade das matrizes de covariância pelo teste de Box seguida por comparações *Post-hoc de Bonferroni*. O nível de significância adotado foi de 5% e os dados foram analisados no software SPSS (versão 24.0).

### 5 RESULTADOS

## 5.1 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

A Tabela 1 descreve o perfil da amostra dos participantes da pesquisa que realizaram a avaliação do PRE, mais especificamente a medida do componente neural N400.

Tabela 1 – Descrição do Perfil da amostra.

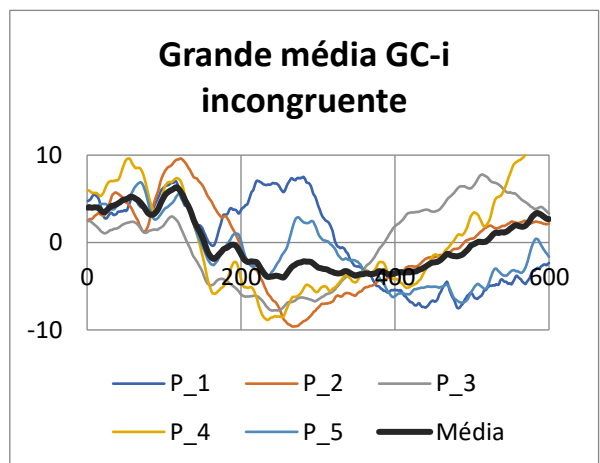
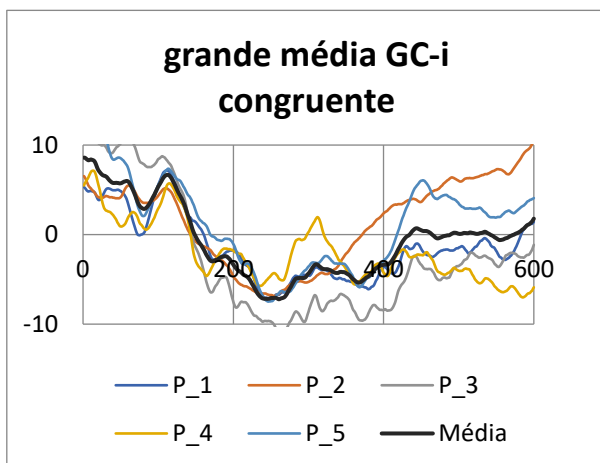
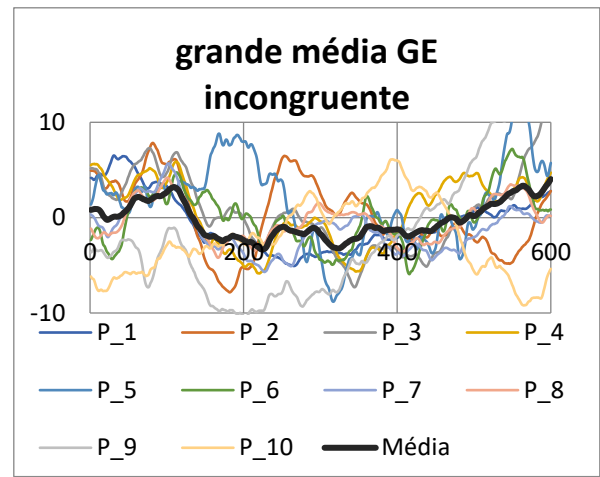
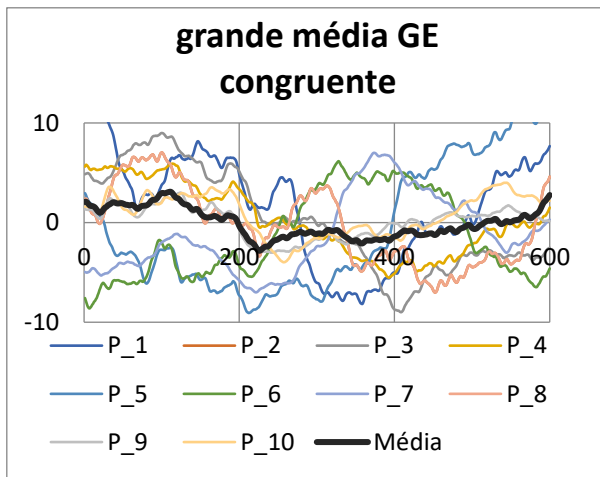
| Variável     | Categoria                    | GE<br>(n=10) | GC-i<br>(n=5) | GC-a<br>(n=10) |
|--------------|------------------------------|--------------|---------------|----------------|
|              |                              | <i>F</i>     | <i>F</i>      | <i>F</i>       |
| Idade        | Entre 9 e 10 e 11 meses      | 10           | 5             | 0              |
|              | Entre 20 e 24 anos e 2 meses | 0            | 0             | 10             |
| Sexo         | Feminino                     | 5            | 3             | 5              |
|              | Masculino                    | 5            | 2             | 5              |
| Escolaridade | Fundamental completo         | 0            | 0             | 0              |
|              | Fundamental incompleto       | 10           | 5             | 0              |
|              | Superior completo            | 0            | 0             | 10             |
|              | Superior incompleto          | 0            | 0             | 0              |

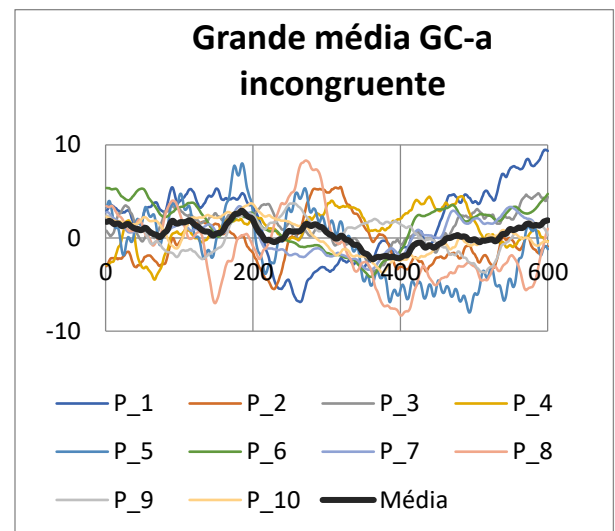
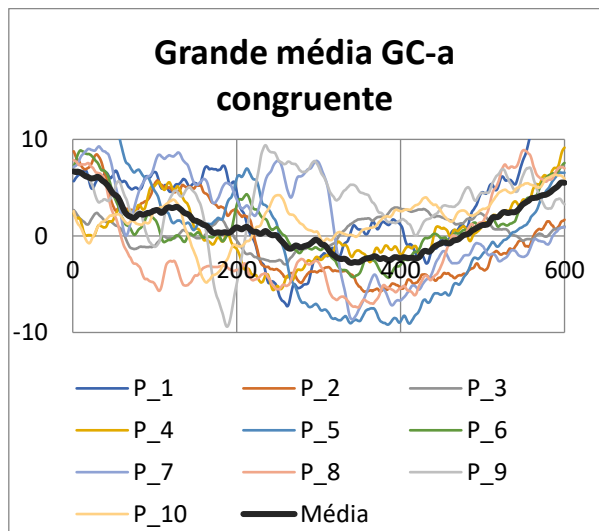
Legenda: GE = Grupo estudo; GC-a = grupo controle adulto; GC-i = Grupo controle infantil; F = frequência.

## 5.2 ANÁLISE DOS DADOS

A figura 13 mostra o registro dos exames PRE, na qual se pode observar a presença do componente N400 para os três grupos da pesquisa, GE, GC-i e GC-a para ambas tarefas congruentes e incongruentes.

**Figura 13.** Grande média dos registros do exame PRE-N400 para os três grupos.





A tabela 2 apresenta a comparação da média e intervalo de confiança de 95% (IC95%) para a latência do componente N400 entre os grupos e por tipo de tarefa. Os resultados indicam diferenças significativa entre os grupos ( $p = 0,005$ ) e interação significativa entre grupo e tipo de tarefa ( $p = 0,0039$ ). Um valor mais curto de latência do N400 foi observado para o grupo de adultos.

**Tabela 2:** Comparação da média e intervalo de confiança de 95% (IC95%) para a latência do componente N400 entre os grupos e por tipo de tarefa.

| Variável   | Grupo | Tarefa     |                     | Anova            |                   |                      |
|------------|-------|------------|---------------------|------------------|-------------------|----------------------|
|            |       | Congruente | Incongruente        | Grupo<br>p-valor | Tarefa<br>p-valor | Interação<br>p-valor |
| N400<br>LT | GE    | Média      | 491,55              | 0,005**          | 0,291             | 0,039*               |
|            |       | LI         | 506,17 <sup>a</sup> |                  |                   |                      |
|            |       | IC 95%     | 468,77              |                  |                   |                      |
|            |       | LS         | 495,21              |                  |                   |                      |
|            | GC-a† | Média      | 474,32              |                  |                   |                      |
|            |       | LI         | 453,23 <sup>b</sup> |                  |                   |                      |
|            |       | IC 95%     | 455,81              |                  |                   |                      |
|            |       | LS         | 430,94              |                  |                   |                      |
|            | GC-i  | Média      | 491,79              |                  |                   |                      |
|            |       | LI         | 477,64              |                  |                   |                      |
|            |       | IC 95%     | 467,52              |                  |                   |                      |
|            |       | LS         | 446,87              |                  |                   |                      |
|            | Total | Média      | 484,71              |                  |                   |                      |
|            |       | LI         | 479,29              |                  |                   |                      |
|            |       | IC 95%     | 473,25              |                  |                   |                      |
|            |       | LS         | 465,36              |                  |                   |                      |
|            |       |            | 496,16              |                  |                   |                      |
|            |       |            | 493,23              |                  |                   |                      |

Nota: LI limite inferior para IC95%; LS limite superior para IC95%.

\*\* indica diferença significativa entre os grupos independentemente do tipo de tarefa pela Anova mista de medidas repetidas para  $p\text{-valor} \leq 0,05$ .

\* indica interação significativa entre grupo e tipo de tarefa pela Anova mista de medidas repetidas para  $p\text{-valor} \leq 0,05$ .

Letras diferentes indicam diferenças significativas entre os grupos pelo teste Post-hoc de Bonferroni para  $p\text{-valor} \leq 0,05$ .

† indica diferença significativa entre os fatores dentro do grupo pelo teste Post-hoc de Bonferroni para  $p\text{-valor} \leq 0,05$ .

Legenda: LT = latência; GE = Grupo estudo; GC-a = grupo controle adulto; GC-i = Grupo controle infantil; IC = intervalo de confiança; LI = Limite inferior; LS = Limite superior.

A tabela 3 apresenta a comparação da média e intervalo de confiança de 95% (IC95%) para a amplitude do componente N400 entre os grupos e por tipo de tarefa. Em relação a amplitude não houve diferença significativa entre os grupos e fatores congruência e incongruência para os grupos GC-a, GC-i e GE.

Tabela 3: Comparação da média e intervalo de confiança de 95% (IC95%) para a amplitude do componente neural N400 entre os grupos e por tipo de tarefa.

| Variável   | Grupo | Tipo de Tarefa |              | Anova   |         |           |
|------------|-------|----------------|--------------|---------|---------|-----------|
|            |       |                |              | Grupo   | Tarefa  | Interação |
|            |       | Congruente     | Incongruente | p-valor | p-valor | p-valor   |
| N400<br>AT | GE    | Média          | -3,47        | 0,308   | 0,232   | 0,926     |
|            |       | IC 95% LI      | -5,65        |         |         |           |
|            |       | LS             | -1,28        |         |         |           |
|            |       |                |              |         |         |           |
|            | GC-a  | Média          | -2,33        |         |         |           |
|            |       | IC 95% LI      | -3,09        |         |         |           |
|            |       | LS             | -1,57        |         |         |           |
|            |       |                |              |         |         |           |
|            | GC-i  | Média          | -3,73        |         |         |           |
|            |       | IC 95% LI      | -4,85        |         |         |           |
|            |       | LS             | -2,61        |         |         |           |
|            |       |                |              |         |         |           |
|            | Total | Média          | -3,07        |         |         |           |
|            |       | IC 95% LI      | -3,94        |         |         |           |
|            |       | LS             | -2,19        |         |         |           |
|            |       |                |              |         |         |           |

Nota: LI limite inferior para IC95%; LS limite superior para IC95%.

Legenda: LT = latência; GE = Grupo estudo; GC-a = grupo controle adulto; GC-i = Grupo controle infantil; IC = intervalo de confiança; LI = Limite inferior; LS = Limite superior.

## 6 DISCUSSÃO

O PRE foi descrito pela primeira vez em estudos de processamento de linguagem e mostrou que as modulações do N400 são normalmente evocadas quando ocorre uma incompatibilidade entre um estímulo e seu contexto anterior, as chamadas incongruências sintático-semânticas. É geralmente aceito que a incompatibilidade responsável pelo efeito N400 reflete o processamento baseado no processamento sensorial e associação do significado (KUTAS, HILLYARD, 1980).

As técnicas e equipamentos de registros eletroencefalográficas são instrumentos indispensáveis quando se pensa em avaliar aspectos funcionais relativos ao processamento da informação relacionados a ativação elétrica durante estimulação auditiva-linguística. No caso do N400, para que ocorra este potencial, além do registro é necessário que haja um estímulo acústico e uma tarefa linguística e então há a formação da onda resultante da reação desses estímulos integrados (FRANÇA, 2005).

O processo de registro dos PEALL ou dos PRE ou qualquer outro procedimento de avaliação eletrofisiológica que capta um sinal bioelétrico humano do sistema nervoso demanda o uso de recursos tecnológicos sofisticados. Dispositivos dos equipamentos realizam um processo complexo de estimulação e aquisição, digitalização, medição e somação da atividade elétrica biológica. Na atualidade, a complexidade dos estímulos acústicos complexos empregados vem sensibilizando ainda mais a avaliação dos processos cognitivos auditivos. O uso de dispositivos externos acoplados aos equipamentos que geram estímulos complexos com sinais de fala promove uma avaliação específica da qualidade do processamento dos sons da fala a partir da análise do complexo de ondas P1-N1-P2 que são relacionados ao processamento das características acústicas e as habilidades de detecção, discriminação e atenção das informações linguísticas no cérebro.

A eliciação e análise dos componentes neurais mais tardios N2 e P3 (também chamado de P300) exige uma estimulação ainda mais complexa, pois envolve uma tarefa cognitiva que gera um “evento” novo o cérebro, relativo à percepção do som e realização dessa uma tarefa, que caracteriza de fato o PRE. Mais especificamente em relação ao N400, a deflexão negativa que sucede ao P300 implica no emprego de uma tarefa de cunho linguístico com demanda fonológica-

sintático-semântica para que seu pico seja evidenciado. Mais do que isso, o N400 exige uma estimulação complexa de incongruência auditiva-visual-linguística, que gera um aumento na atividade elétrica relacionada a percepção auditiva e linguística. Este componente ficou conhecido na literatura como a “assinatura elétrica da incongruência” (FRANÇA, 2005).

Atualmente há uma restrição de tecnologias nos equipamentos de registro dos potenciais evocados auditivos disponíveis aos profissionais no Brasil que viabilize a medida do N400. Desta forma, esse estudo propõe um aplicativo móvel (*APP*) que tem como principal proposta auxiliar a gerar, por meio de tarefas linguísticas, componentes relacionados a evento, como o N400. O *APP FONOSENSE* foi desenvolvido para gerar estímulos linguísticos apresentados sincronizados com equipamento de medida eletrofisiológica auditiva comumente utilizados na Audiologia, o que viabiliza a geração do componente auditivo linguístico, o ERP N400, clinicamente.

O *FONOSENSE* pode ser utilizado em equipamentos externos como Tablets ou celular com sistema operacional Android, o que inicialmente já o torna o aparato de avaliação mais acessível. Além disso, o *APP* tem uma linguagem intuitiva e é universal, que permite seu uso junto aos diferentes equipamentos de registro dos PEA de diferentes marcas, de um canal ou múltiplos canais e/ou até equipamentos mais complexos de medidas eletromagnéticas, uma vez que é uma interface externa independente. Além disso o *FONOSENSE* propõe diferentes tarefas: congruente e incongruente no aspecto fonológico, que segundo a literatura essa incongruência favorece ainda mais a geração do componente N400.

O *FONOSENSE* se mostrou uma ferramenta tecnológica viável para o registro do PRE – N400 durante ambas as tarefas em adultos e crianças com dislexia e crianças e sem dislexia. O *Grand Average* ilustra a grande média resultante da soma dos picos de todos os indivíduos de um mesmo grupo. Por meio deste foi possível observar e confirmar a hipótese de que o *APP* se fez eficaz em sua tarefa proposta de gerar o N400, uma deflexão negativa ao redor de 400 ms nas tarefas congruentes e incongruentes. É importante considerar ainda que a amostra dos grupos do estudo foi homogênea dentro em relação à idade e sexo.

Alguns estudos relatam que o aspecto da latência do PRE-N400 em crianças varia de acordo com a tarefa, sendo mais curtas em tarefas congruentes e mais alongadas em tarefas incongruentes

(FRANÇA, 2005; FRANÇA, 2002). No Brasil, os estudos neurolinguísticos começaram em meados de 2002, com o objetivo de investigar a reação do córtex cerebral à incongruência na concatenação verbo-complemento no português brasileiro observadas em medidas eletroencefalográficas, e desde então já se sabe que os PRE de sentenças incongruentes nessa população apresentam um ‘pico’ mais elevado (FRANÇA, 2002). Essas tarefas demandam um maior esforço auditivo-linguístico para realizar o reconhecimento e associação para com a tarefa pedida, tanto para crianças quanto para adultos, efeito esse que diminui em função da idade e experiência linguística. Esta deflexão negativa tem a formação de seu pico em torno de 400 ms após o início do estímulo e pode ser observado entre 250 e 550 ms em adultos e jovens. Sabe-se ainda que este componente atua minimamente sobre dois aspectos: integração semântica, aspecto fonológico e acesso à informação de memória a longo prazo (KUTAS, FEDERMEIER, 2000).

As análises comparativas do estudo revelaram diferenças significantes para tipos de tarefa e grupos. A medida de latência do N400 relativa à velocidade de processamento da informação em milissegundo dos adultos apresentou latência significativamente menor para a tarefa incongruente em comparação às crianças sem dislexia. Ao mesmo tempo em que na comparação de interação entre grupos houve diferença significativa em relação a tarefa incongruente do grupo de crianças com dislexia em relação ao grupo de adultos. Houve também um aumento significativo de latência no grupo de crianças disléxicas ainda para a tarefa incongruente em relação ao grupo de adultos. Tais achados são compatíveis com uma velocidade de processamento mais rápida e um processamento linguísticos mais eficiente nos adultos especialmente da tarefa incongruente com demandas linguísticas mais complexas (FRANÇA 2005).

Quando comparamos o aspecto da amplitude relativo à magnitude de atividade elétrica envolvida na realização da tarefa, nesse estudo, não foram observadas diferenças significantes entre as medidas do N400 nas tarefas congruentes e incongruentes entre os grupos e nem na interação entre eles. Lau *et al* (2009) mostraram que em relação a amplitude, quando há uma redução, está refletindo a maior facilidade no acesso a memória e informação lexical. Nesse estudo, os valores médios de amplitude do N400 foram menos negativos para o grupo de crianças disléxicas em relação às crianças sem dislexia. Estes achados confirmam a dificuldade das crianças disléxicas frente a demanda de incongruência linguística devido a sua alteração de base neurológica que afeta o aspecto fonológico (MAESS *et al.*, 2006).

O PRE beneficia a avaliação funcional auditiva-linguística de diversas populações, desde com um desenvolvimento típico até crianças e adultos com transtornos de linguagem e aprendizagem. Um dos transtornos de aprendizagem mais conhecidos é a dislexia, que gera uma dificuldade acentuada de base neurológica no aspecto da leitura e da escrita em seu desenvolvimento. Dentre as teorias da etiologia da dislexia explana tal dificuldade advém de uma alteração de PA, o que explica a deficiência na percepção de sons da fala e consequentemente, os déficits de consciência fonológica que fundamentam os problemas relacionados a leitura. A literatura traz estudos de neuroimagem que mostram um padrão de ativação cerebral diferente nesses indivíduos quando comparados a indivíduos sem a dislexia em tarefas de congruência e incongruência semântica de sentenças, achados estes também confirmados por esse estudo (MARTIN; KRONBICHLER; RICHLAN, 2016).

O N400 é o PRE capaz de auxiliar na investigação das alterações fonológicas nos distúrbios de linguagem, uma vez que ele é sensível às variáveis fonológicas e aos desempenhos auditivos de reconhecimento de palavras apresentadas. Portanto, as características do N400 poderiam ser utilizadas como indicadores do curso no tempo de ativação dos códigos semânticos e fonológicos e, consequentemente, da eficácia de métodos terapêuticos (PRAAMSTRA; STEGEMAN, 1993).

Quanto ao tipo de tarefa observou-se que o N400 fica ainda mais evidenciado na tarefa incongruente tanto para adultos quanto para crianças com e sem dislexia, uma vez que esse componente reflete a medida do potencial endógeno relacionado ao processamento semântico e fonológico de uma tarefa auditiva linguística (com incongruência semântica) e acontece embasado por um processo inicial de discriminação e atenção das características acústicas distintas do estímulo linguístico durante o exame, seguido de um processo cognitivo dependente da complexidade da tarefa (FRANÇA 2005; 2002).

Por fim, pudemos observar que o APP FONO SENSE foi capaz de eliciar o PRE – N400 em ambas as tarefas para todos os grupos pesquisados e foi mais evidenciado durante as tarefas incongruentes nos adultos. Adultos possuem maior capacidade de distinguir as tarefas linguísticas mais complexas em relação às crianças em decorrência da maturação das vias auditivas e do córtex auditivo e o processo de aquisição de leitura já consolidado e eficiente e da ampla experiência de

linguagem. Quanto à dislexia, investigações eletroencefalográficas já evidenciam alterações no pico do PRE N400 de sentenças incongruentes (FRANÇA, 2002).

Um outro aspecto importante e que precisa ser ressaltado foram as limitações encontradas durante a realização deste estudo. A primeira delas se deu em função da pandemia vivida desde 2020 que se estende até os tempos atuais. Por esta razão, o delineamento do estudo precisou contar com uma amostra reduzida (especialmente no grupo de crianças controle), que ainda sim produziu dados significativos e de extrema importância para o desenvolvimento científico.

Estes mesmos resultados trazem também novos questionamentos e uma motivação para a continuidade do estudo, que vislumbra além da ampliação da amostra, também o emprego da tecnologia desenvolvida do *APP FONO SENSE* à outras outros contextos clínicos, como por exemplo, sua medida pré e pós terapia em indivíduos com dislexia para monitoramento da evolução terapêutico e avaliação da eficácia terapêutica de pacientes submetidos à intervenção.

## 7 CONCLUSÃO

Após a aplicação do *APP FONO SENSE* em conjunto com os estímulos acústicos complexos foi possível observar que houve a evidência por pico negativo relacionado a evento em torno de 400ms no grupo de adultos e nos grupos de crianças disléxicas e não disléxicas. Além disso, foi possível observar diferenças na latência e amplitude, sendo mais evidente em adultos sem dislexia em relação as demais populações estudadas nesta pesquisa.

A partir disso, foi possível verificar e validar a eficácia e aplicabilidade clínica e científica do *FONOSENSE* para eliciar o potencial relacionado a evento – N400 em diferentes populações, o que o torna um instrumento que pode ser utilizado por fonoaudiólogos como forma de avaliação objetiva.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, J. H *et al.* Análise da Validade e Precisão de Instrumento de Diferencial Semântico. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, Porto Alegre, v. 27, n. 2, p. 272-281, 2014. <https://doi.org/10.1590/1678-7153.201427207>. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S010279722014000200272&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010279722014000200272&lng=en&nrm=iso). Acesso em: 23 fev. 2021.
- AMERICAN ACADEMY OF AUDIOLOGY. Diagnosis, Treatment and Management of Children and Adults with Central Auditory Processing Disorder. **Clinical Practice Guidelines**. 2010. Disponível em: <https://www.audiology.org/publicationsresources/document-library/central-auditory-processing-disorder> Acesso em: 18 fev. 2021.
- AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION *et al.* **DSM-5**: Manual diagnóstico e estatístico de transtornos. Artmed, 2014.
- AMERICAN SPEECH-LANGUAGE-HEARING ASSOCIATION- ASHA *et al.* **Central auditory processing disorders**. 2005. Disponível <https://www.asha.org/policy/TR2005-00043/#sec1.2>. Acesso em: 18 fev. 2021.
- BOETS, B.; WOUTERS, J.; VAN WIERINGEN, A.; GHESQUIÈRE, P. Auditory processing, speech perception and phonological ability in pre-school children at high-risk for dyslexia: a longitudinal study of the auditory temporal processing theory. **Neuropsychologia**. 45(8):1608-20. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2007.01.009. Epub 2007 Jan 16. PMID: 17303197. 2007 April.
- BRADLEY, *et al.* Phonological Processing Systems. The Neural Basis of Developmental Dyslexia, **Annals of Dyslexia**: v.50, p.8 -14, 2000.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Coronavírus: Como é transmitido? Ministério da saúde. Publicado em 08 de abr. De 2021. Disponível em : <https://www.gov.br/saude/pt-br/coronavirus/como-e-transmitido>. Acesso em 18 abr. 2021
- CAPELLINI, S.A.; CONRADO, T.L. Desempenho de escolares com e sem dificuldades de aprendizagem de ensino particular em habilidade fonológica, nomeação rápida, leitura e escrita. **Revista CEFAC**, v. 11 n. 2, p. 183-193, 2009.
- CAPELLINI, S.A.; GERMANO G.D.; PADULA, N.A.M.R. Dislexia e distúrbio de aprendizagem: critérios diagnósticos. In: CAPELLINI, S.A.; GERMANO, G.D.; CUNHA, V.L.O. **Transtornos de aprendizagem e transtornos de atenção (da avaliação à intervenção)**. São José dos Campos: Pulso; 2010.
- COLAFÊMINA, J. F. *et al.* Potenciais evocados auditivos de longa latência (p300) em adultos jovens saudáveis: um estudo normativo. **Revista Brasileira de Otorrinolaringologia**, v. 66, n. 2, p. 144-148, 2000.

CROWLEY, K. E.; COLRAIN, I. M. A review of the evidence for P2 being an independent component process: age, sleep and modality. **Clinical neurophysiology**, v. 115, n. 4, p. 732-744, 2004.

DALLY, K. The Influence of Phonological Processing and Inattentive Behavior on Reading Acquisition. **Journal of Educational Psychology**, 98(2), 420-437, 2006.

DEACON, S. H.; BRYANT, P. The strength of children's knowledge of the role of root morphemes in spelling derived words. **Manuscript submitted for publication**, 2004.

DUARTE, J. L. *et al.* Potencial evocado auditivo de longa latência-P300 em indivíduos normais: valor do registro simultâneo em Fz e Cz. **Brazilian Journal of Otorhinolaryngology**, v. 75, n. 2, p. 231-236, 2009.

ESPÍRITO SANTO, H.; DANIEL, F. Calcular e apresentar tamanhos do efeito em trabalhos científicos (3): Guia para reportar os tamanhos do efeito para análises de regressão e ANOVAs Calculating and reporting effect sizes on scientific papers: Guide to report regression models and ANOV. **Portuguese Journal of Behavioral and Social Research**, v.4, n.1, p. 43-60, 2018.

FAWCETT, A.J.; NICOLSON, R.I. Automatization deficits in balance for dyslexic children. **Percept Mot Skills**, 75:507-29, 1992.

FERNANDES, W.M.; LIMA, R.F.; AZONI, C.A.S.; CIASCA, S.M. Neuroimagem e dislexia do desenvolvimento. In: CIASCA, S.M.; RODRIGUES, S.D.; AZONI, C.A.S.; LIMA, R.F. (ed.). **Transtornos de aprendizagem: neurociência e interdisciplinaridade**. São Paulo: Book Toy, 2015. p.339-54.

FLETCHER, J. M. Dyslexia: The evolution of a scientific concept. **Journal of the International Neuropsychological Society** : JINS, v. 15, n. 4, p. 501-8, 2009.

FRANÇA, A.I. Projeto Concatenações linguísticas: Psicolinguística e Neurofisiologia – CLIPSEN. **Departamento de Linguística, Universidade Federal do Rio de Janeiro**, p.20, v. 36, n. 212, 2005.

FRANÇA, A.I. Neurofisiologia da linguagem: aspectos micromodulares. In: MAIA, Marcus, FINGER, Ingrid. **Série de investigações em Psicolinguística do GT de Psicolinguística da Anpoll – Processamento**. Pelotas: Educat. 2005a. p.459-479. Disponível em: [www.usp.br/dl](http://www.usp.br/dl) ; acessado em: 25.10.2005.

FRANÇA, A.I.; SOTO, M.; GESUALDI, A.R. Modulando o N400 através da incongruência semântica estabelecida pela relação antecedente-pronome. **Revista Linguística / Revista do Programa de Pós-Graduação em Linguística da Universidade Federal do Rio de Janeiro** v. 8, n. 2, dezembro de 2012. ISSN 1808-835X 1. [<http://www.letras.ufrj.br/poslinguistica/> revistalinguistica

FRIZZO, A.C.F.; REIS, A.C.M.B. Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência: Parâmetros Técnicos. In: MENEZES, P.L. *et al.* **Tratado de Eletrofisiologia para a Audiologia**. Ribeirão Preto: BOOKTOY, 2018. v. 1. cap. 13. p. 134.

GALABURDA, A. Ordinary and extraordinary brain development: anatomical variation in developmental dyslexia. **Ann Dyslexia**, 39:67-80, 1989.

GALABURDA, A.M.; SHERMAN, G.F.; ROSEN, G.D.; ABOITIZ, F.; GESCHWIND, N. Developmental dyslexia: four consecutive patients with cortical anomalies. **Ann Neurol**, v. 18, p. 222-33, 1985.

GARCÍA-LARREA, L.; LUKASZEWICZ, A. C.; MAUGUIÉRE, F. Revisiting the oddball paradigm. Non-target vs neutral stimuli and the evaluation of ERP attentional effects. **Neuropsychologia**, v. 30, n. 8, p. 723-741, 1992.

GAYÁN, J.; OLSON, R. K. Genetic and environmental influences on individual differences in printed word recognition. **Journal of experimental child psychology**, v. 84, n. 2, p. 97-123, 2003.

GERMANO, G. D.; CAPELLINI, S. A. Desempenho de sujeitos com dislexia, transtornos e dificuldades de aprendizagem em provas de habilidades metafonológicas (PROHFON). **Jornal da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia**, v. 23, n. 2, p. 135-141, 2011.

GERMANO, G.D.; CAPELLINI, S.A. Avaliação das habilidades metafonológicas (PROHFON): caracterização e comparação do desempenho em sujeitos. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, v. 28, n. 2, 378-387, 2015.

GERMANO, G.D. *et al.* The phonological and visual basis of developmental dyslexia in Brazilian Portuguese reading children. **Frontiers in psychology**, v. 5, p. 1169, 2014.

GERMANO, G.D.; OKUDA, P.M.M. O uso de modelo de resposta à intervenção para a identificação precoce do TDAH e do TDC. In: ANDRADE, Olga Valéria Campana dos Anjos; OKUDA, Paola Matiko Martins; CAPELLINI, Simone Aparecida. (Org) **Tópicos em aprendizagem. Parte IV**. p 211-222, 2015.

GERMANO, G. D.; REILHAC, C.; CAPELLINI, S. A.; VALDOIS S. The fonológico and visual basis of developmental dyslexia in Brazilian Portuguese Reading children. **Front. Psychol.** 5, 1169. 10.3389/fpsyg.2014.01169, 2014

GONÇALVES, H.A.; PUREZA, J.R.; PRANDO, M.L. Transtorno de déficit de atenção e hiperatividade: breve revisão teórica no contexto da neuropsicologia infantil. **Neuropsicologia Latinoamericana**, v. 3, n. 3, p. 20-24, 2011.

GRIZ, S.M.S.; MENEZES, P.L. Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico: Parâmetros Técnicos. In: MENEZES, P.L. *et al.* **Tratado de Eletrofisiologia para a Audiologia**. Ribeirão Preto: BOOKTOY, v.1, cap. 5, p. 75, 2018.

HAAGER, D.; VAUGHN, S. The common core state standards and reading: Interpretations and implications for elementary students with learning disabilities. **Learning Disabilities Research & Practice**, v. 28, n. 1, p. 5-16, 2013.

HALL, J. W. **New Handbook for Auditory Evoked Responses**. Boston: Pearson Education, 2006.

HALLGREN, B. Specific dyslexia (congenital word-blindness); a clinical and genetic study. **Journal of Biosocial Science**, v. 10, n.3 p. 225-261, 1950.

HEIM, S.; TSCHIERSE, J.; AMUNTS, K.; WILMS, M.; VOSSEL, S.; WILLMES, K. *et al.* Cognitive subtypes of dyslexia. **Acta Neurológica Experimentalis**, p. 68-92, 2008

HEIM, S.; EICKHOFF, S.B.; AMUNTS, K. Specialisation in Broca's region for semantic, phonological, and syntactic fluency? **Neuroimage**, v. 40 n. 3, p. 1362-1368, 2008. DOI: 10.1016/j.neuroimage.2008.01.009. Epub 2008 Jan 19. PMID: 18296070.

JERGER, J. Clinical experience with impedance audiometry. **Archives of Otolaryngology**, Oct; v. 92, n. 4, 311-24, 1970.

JERGER, J; SPEACKS, C.; TRAMMELL, J.A new approach to speech audiometry. **J Speech Hear Disord**, 33-318, 1968.

JOANISSE, M. F. *et al.* Language deficits in dyslexic children: Speech perception, phonology, and morphology. **Journal of experimental child psychology**, v. 77, n. 1, p. 30-60, 2000.

JUNQUEIRA, C. A. O.; FRIZZO A. C. F. Potenciais evocados auditivos de curta, média e longa latência. In: AQUINO, A. M. C. M. (org.) **Processamento auditivo-Eletrofisiologia e Psicoacústica**. São Paulo: Lovise, 2002. p. 63-85.

JUOTTONEN, K.; REVONSUO, A.; LANG, H. Dissimilar age influences on two ERP wave forms (LPC and N400) reflecting semantic context effect. **Cognitive Brain Research**, v. 4, n. 2, p. 99-107, 1996.

KADNER, A. *et al.* Lateral inhibition in the auditory cortex: an EEG index of tinnitus? **Neuro report**, v. 13, n. 4, p. 443-446, 2002.

KIBBY, M.Y.; LEE, S.E.; DYER, S.M. Reading performance is predicted by more than phonological processing. **Frontiers in Psychology** [s. l.], 19 set. 2014. DOI doi: 10.3389/fpsyg.2014.00960. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25285081/>. Acesso em: 23 fev. 2021.

KIBBY, M.Y. *et al.* Visual processing in reading disorders and attention-deficit / hyperactivity disorder and its contribution to basic reading ability. **Frontiers in psychology**, v. 6, p. 1635, 2015.

KLEM, G. H. *et al.* The ten-twenty electrode system of the International Federation. **Clinical Neurophysiology**, v. 52, n. 3, p. 3-6, 1999.

KNAPP, P.; ROHDE, L.A.; LYSZKOWSKI, L.; JOHANNPETER, J. Terapia cognitivo-comportamental no Transtorno de Déficit de Atenção/Hiperatividade: Manual do terapeuta. **Porto Alegre**: Editora Artmed, 2002.

KRAUS, N.; MCGEE, T. Potenciais Evocados Auditivos de Longa Latência. *In*: KATZ, J. (ed.). **Tratado de Audiologia Clínica**. 4. ed. São Paulo: Manole, 1999. p. 403–414.

KRAUS, N.; MCGEE, T. Potenciais Auditivos Evocados de Longa Latência. *In*: KATZ, J. (org.). **Tratado de Audiologia Clínica**. 4. ed. São Paulo: Manole, 2002. p.403- 420.

KUIPERS JR; THIERRY G. ERP-pupil size correlations reveal how bilingualism enhances cognitive flexibility. **Cortex**, v. 49 n. 10 p. 2853-2860, 2013.

KUJALA, T.; LOVIO, R.; LEPISTÖ, T.; LAASONEN, M.; NÄÄTÄNEN, R. Evaluation of multi-attribute auditory discrimination in dyslexia with the mismatch negativity. **Clinical Neurophysiology**, v. 117, n.4, p. 885-893, 2006. Doi: 10.1016/j.clinph.2006.01.002.

KUTAS, M.; HILLYARD, S. A. Reading senseless sentences: brain potentials reflect semantic incongruity. **Science**, v. 207, n. 1, p. 203-205, 1980. Doi: 10.1126/science.7350657

KUTAS, M.; IRAGUI, V. O N400 em uma tarefa de categorização semântica ao longo de 6 décadas. **Electroencephalography & Clinical Neurophysiology: Evoked Potentials**, v. 108, n. 5, p. 456–471, 1998. Doi 10.1016/S0168-5597(98)00023-9

KUTAS, M.; FEDERMEIER, KD. Electrophysiology reveals semantic memory use in language comprehension. **Trends in Cognitive Sciences**, v.4, n.12, p. 463-470, 2000.

LAU, E. *et al.* A lexical basis for N400 context effects: Evidence from MEG. **Brain and language**, v. 111, n. 3, p. 161-172, 2009.

LYON, G. R.; SHAYWITZ, S.E.; SHAYWITZ, B.A. A definition of dyslexia. **Annals of dyslexia**, v. 53, n. 1, p. 1-14, 2003.

LINDAU, T.A. *et al.* Processamento semântico em crianças de zero a seis anos de idade: uma análise com o N400. Revista CEFAC. São Paulo. V. 19, n. 5, p. 690-701, Set. 2017. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-18462017000500690&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-18462017000500690&lng=en&nrm=iso). Acesso em 16 de maio de 2021. <https://doi.org/10.1590/1982-0216201719513517>.

MAESS, B. *et al.* Localizing the distributed language network responsible for the N400 measured by MEG during auditory sentence processing. **Brain research**, v. 1096, n. 1, p. 163-172, 2006.

MAITRE, N. L. *et al.* Feasibility of event-related potential methodology to evaluate changes in cortical processing after rehabilitation in children with cerebral palsy: A pilot study. **Journal of clinical and experimental neuropsychology**, v. 36, n. 7, p. 669-679, 2014.

MANN, VA.; FOY, J. Speech development pattern and phonological awareness in pre school children. **Ann Dyslexia**, v. 57, n. 1, p. 51-74, 2007.

MARTIN, B.; TREMBLAY, K.; STAPPELLS, D. **Principles and applications of cortical auditory evoked potential**. In: Eggermont J, Don M. Potenciais evocados auditivos: princípios básicos e aplicação clínica. Baltimore, p. 482-507, 2007

MARTIN, A.; KRONBICHLER, M.; RICHLAN, F. Dyslexic brain activation abnormalities in deep and shallow orthographies: A meta-analysis of 28 functional neuroimaging studies. **Human Brain Mapping**, v. 37, n. 7, 2016

MCPHERSON, D. L. **Late potential of the auditory system**. San Diego: Singular Publishing Group, 1996.

MILLER, A.C. *et al.* Reading comprehension in children with ADHD: cognitive underpinning of the centrality deficit. **Journal of abnormal child psychology**, v. 41, n. 3, p. 473-483, 2013.

MORGAN, W.P. Um caso de cegueira congênita com palavras. **British Medical Journal**. 1896; 2 (1871): 1378. DOI: 10.1136 / bmj.2.1871.1378.

NICOLSON, R.I.; FAWCETT, A.J. Automaticity: a new framework for dyslexia research. **Cognition**, v. 35, n.2, p. 159-182, 1990.

NORDBY, H. *et al.* Event-related potentials (ERPs) to deviant auditory stimuli during sleep and waking. **Neuro report**, v. 7, n. 5, p. 1082-1086, 1996.

NOVAK, G.; RITTER, W.; VAUGHAN, H. G. Mismatch detection and the latency of temporal judgments. **Psychophysiology**, v. 29, n. 4, p. 398-411, 1992.

OLIVARES-GARCÍA, M.R. *et al.* Identificación de la lateralidad auditiva mediante una prueba dicótica nueva con dígitos en español, y de la lateralidad corporal y orientación espacial en niños con dislexia y en controles. **Revista de Neurologia**, v. 41, n. 4, p. 198-205, 2005. DOI: 10.33588/rn.4104.2004076

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE– OMS. 2014  
[http://www.who.int/pbd/deafness/hearing\\_impairment\\_grades/en/](http://www.who.int/pbd/deafness/hearing_impairment_grades/en/) acesso em 12.02.2021.

PATEL, SH.; AZZAM, PN. Characterization of N200 and P300: selected studies of the Event-Related Potential. **International Journal of Medical Sciences**, v.2, n.4, p. 147-154, 2005. DOI:10.7150/ijms.2.147

PICTON, T. W. et al. Intracerebral sources of human auditory-evoked potentials. **Audiology and Neurotology**, v. 4, n. 2, p. 64-79, 1999.

PICTON, T. W. Hearing in time: evoked potential studies of temporal processing. **Ear and hearing**, v. 34, n. 4, p. 385-401, 2013.

PICTON, T. W.; HILLYARD, S. A. Human auditory evoked potentials. **II: Effects of attention. Electroencephalography and clinical neurophysiology**, v. 36, p. 191- 200, 1974.

RACK, J. Dislexia: A hipótese do déficit fonológico. *In*: Lundberg I, Tonnessen FE, Austad I (eds). Dislexia: avanços na teoria e na prática. **Kluwer Academic Publishers**, p 34-39, 1999.

REIS, A. C. M. B.; FRIZZO, A. C. F. Potencial evocado auditivo de longa latência. *In*: BEVILACQUA, M.C. *et al.* (org.). **Tratado de audiologia**. São Paulo, 2012.

REIS, A.C.M.B.; FRIZZO, A.C.F. Potencial evocado auditivo cognitivo. *In*: BOÉCHAT, E. M. *et al.* (org.). **Tratado de audiologia**. 2. ed. São Paulo: Santos, 2015. p. 140-150.

RODRIGUES, S.D.; CIASCA, S.M. Dislexia na escola: identificação e possibilidades de intervenção. **Revista Psicopedagogia**, São Paulo , v. 33, n. 100, p. 86-97, 2016  
Disponível em: [http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-84862016000100010&lng=pt&nrm=iso](http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84862016000100010&lng=pt&nrm=iso). acessos em: 18 fev. 2021.

ROHDE, L.A.; MATTOS, P. Princípios e práticas em TDAH. **Artmed**, 2003.

SALGADO, C. A.; CAPELLINI, S. A. Programa de remediação fonológica em sujeitos com dislexia do desenvolvimento. **Pró-Fono Revista de Atualização Científica**, v. 20, n.1, p. 31-36, 2008.

SARTORATO, E. Aspectos genéticos da dislexia. *In*: CIASCA, S. M.; RODRIGUES, S. D.; AZONICAS, L. R. F. (ed.). **Transtornos de aprendizagem. Neurociência e Interdisciplinaridade**. São Paulo: Book Toy; 2015. p. 293-9.

SHAYWITZ S.E. et al. Functional disruption in the organization of the brain for reading in dyslexia. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 95, n. 5, p. 2636–2641, 1998

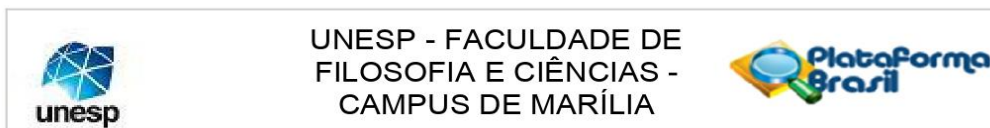
SHAYWITZ, S. E. **Overcoming dyslexia: A new and complete science-based program for reading problems at any level**. Knopf, 2003.

SHAYWITZ, S.E.; MODY, M.; SHAYWITZ, B.A. Neural mechanisms in dyslexia. **Current directions in psychological science**, v. 15, n. 6, p. 278-281, 2006.

SHAYWITZ, S.E.; SHAYWITZ, B.A. The science of reading and dyslexia. **J AAPOS**, v.7, n. 3, p. 158-166, 2003.

- SHERMAN, G.F.; CAROLINE, D.C. Neuroanatomy of dyslexia. **Perspectives**, v. 29, n. 2, p. 9-13, 2003.
- SMITH, M. E. et al. The intracranial topography of the P3 event-related potential elicited during auditory oddball. **Electroencephalography and Clinical Neurophysiology**, v. 76, n. 3, p. 235-248, 1990.
- TAKAHASHI, J. et al. Effects of non-native language exposure on the semantic processing of native language in preschool children. **Neuroscience Research**, v. 69, n. 3, p. 246-251, 2011.
- VAN PETTEN, C.; KUTAS, M. Interações entre o contexto da frase e a frequência da palavra em potenciais cerebrais relacionados a eventos. **Memory & Cognition**, v. 18, n. 4, p. 380–393, 1990. DOI: 10.3758/BF03197127
- WAGNER, M. et al. The effect of native-language experience on the sensory obligatory components, the P1–N1–P2 and the T-complex. **Brain Research**, v. 1522, p. 31-37, 2013.
- ZEFFIRO, T.J.; EDEN, G. The neural basis of developmental dyslexia – The phonological processing systems. **Ann Dyslexia** v. 50, n. 1-30, p. 8-16, 2000. DOI: 10.1007/s11881-000-0015-5.
- ZOUBRINETZKY, R. et al. Relationships between categorical perception of phonemes, phoneme awareness, and visual attention span in developmental dyslexia. **PloS one**, v. 11, n. 3, p. e0151015, 2016. DOI: 10.1371/journal.pone.0151015.

## ANEXO 1



UNESP - FACULDADE DE  
FILOSOFIA E CIÊNCIAS -  
CAMPUS DE MARÍLIA

### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** N400: uma proposta de avaliação eletrofisiológica auditiva linguística

**Pesquisador:** Ana Claudia Figueiredo Frizzo

**Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 43381620.8.0000.5406

**Instituição Proponente:** Faculdade de Filosofia e Ciências/ UNESP - Campus de Marília

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 4.565.753

#### Apresentação do Projeto:

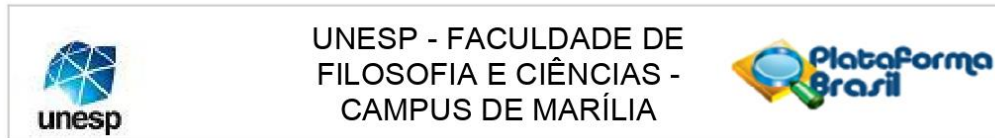
O reconhecimento auditivo de estímulos sonoros está diretamente ligado aos processos de percepção e cognição do indivíduo. A fase do reconhecimento dos estímulos permite que os traços distintivos entre eles sejam percebidos pelo sujeito em favor da comunicação. A percepção e o processamento dos sons exerce papel preditor na aquisição na leitura e da escrita. Para que estes processos ocorram adequadamente é necessário que haja a decodificação e a codificação dos estímulos auditivos, desta forma, escolares que apresentam dificuldade em processar tais estímulos têm grande probabilidade de apresentarem dificuldades de aprendizagem. As crianças com Transtorno Específico de Aprendizagem apresentam um déficit em decorrência de uma carência no processamento dos sons de fala e por isso têm dificuldades quanto à discriminação, memória e percepção auditiva, aspectos diretamente ligados ao processamento auditivo. A discriminação auditiva é responsável por agrupar sons de acordo com a similaridade ou diferença, a memória auditiva é responsável por armazenar ou recuperar a informação auditiva, enquanto que a percepção auditiva é responsável por receber e interpretar os sons combinados e a percepção das palavras. Este estudo tem como objetivo propor uma nova tecnologia de avaliação eletrofisiológica auditiva linguística para investigar o componente neural tardio N400 do PRE em indivíduos disléxicos.

Participarão deste estudo 20 escolares na faixa etária de 8 anos a 10 anos e 11 meses de idade, do Ensino Fundamental I, de ambos os sexos subdivididos em Grupo Controle com indivíduos sem

**Endereço:** Av. Hygino Muzzi Filho, 737  
**Bairro:** Campus Universitário  
**UF:** SP **Município:** MARÍLIA  
**Telefone:** (14)3402-1346

**CEP:** 17.525-900

**E-mail:** cep.marilia@unesp.br



Continuação do Parecer: 4.565.753

diagnóstico de qualquer transtorno e Grupo Pesquisa composto por escolares com diagnóstico interdisciplinar de Transtorno Específico de Aprendizagem. Os escolares de ambos os grupos farão o exame de Potencial Evocado Auditivo de

Longa Latência com estímulo de fala /ba/-/da/ e realizarão atividade sintático-semântica simultaneamente, por meio de APP móvel criado para esta pesquisa. Neste APP terão sílabas e palavras em pares, uma delas contemplará sempre o estímulo /ba/ e outra o estímulo /da/, aleatoriamente posicionadas na tela. Os resultados serão analisados por meio da amplitude obtida do componente tardio N400 junto a quantidade de vezes que o escolar reconheceu o estímulo infrequente e selecionou no tablet.

#### **Objetivo da Pesquisa:**

Este estudo tem como objetivo propor uma nova tecnologia de avaliação eletrofisiológica auditiva linguística para investigar o componente neural

tardio N400 do PRE em indivíduos disléxicos durante atividade sintático-semântica de escolha forçada.

Objetivo Secundário:

Propor novas tecnologias para avaliação eletrofisiológica em co-ocorrência com tarefas de cunho linguístico sintático-semântico congruente ou incongruente

#### **Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Neste projeto não verifica-se riscos para os participantes do estudo. A partir desse estudo propostas futuras de avaliação e tratamento aos disléxicos poderão ser uma realidade para os clínicos de fonoaudiologia e áreas afins.

#### **Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

A pesquisa será realizada dentro dos princípios éticos em pesquisa com seres humanos.

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

Foram apresentados todos os termos solicitados.

#### **Recomendações:**

Não há recomendações.

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

Aprovado.

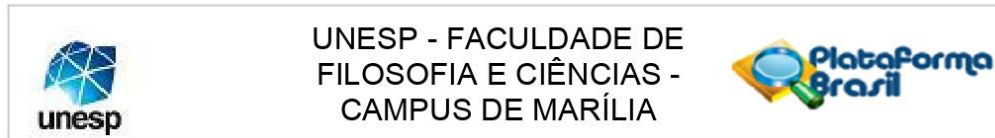
#### **Considerações Finais a critério do CEP:**

O CEP da FFC da UNESP de MARÍLIA, após acatar o parecer do membro relator previamente

**Endereço:** Av. Hygino Muzzi Filho, 737  
**Bairro:** Campus Universitário  
**UF:** SP **Município:** MARÍLIA  
**Telefone:** (14)3402-1346

**CEP:** 17.525-900

**E-mail:** cep.marilia@unesp.br



Continuação do Parecer: 4.565.753

aprovado para o presente estudo e atendendo a todos os dispositivos das resoluções 466/2012, 510/2016 e complementares, bem como ter aprovado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido como também todos os anexos incluídos, resolve APROVAR o projeto de pesquisa N400: uma proposta de avaliação eletrofisiológica auditiva linguística.

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

| Tipo Documento                                            | Arquivo                                       | Postagem            | Autor                         | Situação |
|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------|-------------------------------|----------|
| Informações Básicas do Projeto                            | PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1574133.pdf | 18/02/2021 10:20:48 |                               | Aceito   |
| Cronograma                                                | CalendarioAtividades.pdf                      | 18/02/2021 10:20:00 | Ana Claudia Figueiredo Frizzo | Aceito   |
| Declaração de Instituição e Infraestrutura                | autorizacao.pdf                               | 27/08/2020 09:56:24 | Ana Claudia Figueiredo Frizzo | Aceito   |
| Projeto Detalhado / Brochura Investigador                 | TESE_INICIAL_ANALUIZA.pdf                     | 11/08/2020 09:44:37 | Ana Claudia Figueiredo Frizzo | Aceito   |
| Folha de Rosto                                            | folhaDeRostoAssinada.pdf                      | 11/08/2020 09:37:10 | Ana Claudia Figueiredo Frizzo | Aceito   |
| TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência | termodeconsentimento.pdf                      | 07/08/2020 12:25:19 | Ana Claudia Figueiredo Frizzo | Aceito   |
| Outros                                                    | ORCAMENTO_ASSINADO_ANALUIZA.pdf               | 07/08/2020 12:24:05 | Ana Claudia Figueiredo Frizzo | Aceito   |

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Avaliação da CONEP:**

Não

MARILIA, 25 de Março de 2021

Assinado por:  
**CLAUDIO ROBERTO BROCANELLI**  
 (Coordenador(a))

**Endereço:** Av. Hygino Muzzi Filho, 737  
**Bairro:** Campus Universitário  
**UF:** SP **Município:** MARILIA  
**Telefone:** (14)3402-1346

**CEP:** 17.525-900

**E-mail:** cep.marilia@unesp.br

## ANEXO 2

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE

Estamos realizando uma pesquisa no Centro Especializado em Reabilitação (CER – II), da Faculdade de Filosofia e Ciências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, Campus de Marília, São Paulo, intitulada **“N400: uma proposta de avaliação eletrofisiológica auditiva linguística”** e gostaríamos de sua participação. O objetivo desta pesquisa é propor uma nova tecnologia de avaliação eletrofisiológica auditiva linguística para investigar o componente neural tardio N400 do PRE em adultos e crianças, com e sem dislexia. Participar desta pesquisa é opcional e o não aceite ou desistência durante a pesquisa não acarretará na perda de qualquer benefício no tratamento que estiver fazendo na unidade.

Caso aceite participar deste projeto de pesquisa gostaríamos que soubessem que:

1. O procedimento será feito por meio do exame de Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência, que avalia a atividade cerebral após ouvir o estímulo sonoro. Enquanto o exame acontece terá a tarefa de seleção de palavras em um tablet a fim de gerar uma tarefa sintático-semântica. Para a realização do exame serão utilizados eletrodos posicionados nas orelhas, lateral da testa e cabeça. Os resultados serão divulgados com fim científico em meios como revistas científicas, congressos e afins, bem como uso de imagem. A identidade será sempre mantida em sigilo.

Eu, \_\_\_\_\_, portador(a) do RG \_\_\_\_\_, autorizo \_\_\_\_\_ a participar da pesquisa intitulada “N400: uma proposta de avaliação eletrofisiológica auditiva linguística” a ser realizada no Centro Especializado em Reabilitação (CER – II), da Faculdade de Filosofia e Ciências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, Campus de Marília, São Paulo. Declaro ter recebido as devidas explicações sobre a referida pesquisa e concordo a desistência pode ocorrer em qualquer momento sem que ocorra prejuízos físicos, mentais ou no acompanhamento deste serviço. Declaro ainda estar ciente que a participação é voluntária e que fui, como responsável legal, devidamente esclarecido (a) quanto aos objetivos e procedimentos desta pesquisa.

Certos de poder contar com a sua autorização colocamo-nos à disposição para esclarecimentos através dos telefones (16) 99403-0576 ou (14) 3414-9528. Falar com Ana Luiza de Faria Luiz ou Ana Claudia Figueiredo Frizzo.

RESPECTIVAMENTE DISCENTE, PÓS GRADUANDA DO CURSO DE FONOAUDIOLOGIA E ORIENTADORA RESPONSÁVEL PELA PESQUISA (DEPARTAMENTO).

Autorizo,  
Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Nome completo

## ANEXO 3

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE

Estamos realizando uma pesquisa no Centro Especializado em Reabilitação (CER – II), da Faculdade de Filosofia e Ciências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, Campus de Marília, São Paulo, intitulada **“N400: uma proposta de avaliação eletrofisiológica auditiva linguística”** e gostaríamos de sua participação. O objetivo desta pesquisa é propor uma nova tecnologia de avaliação eletrofisiológica auditiva linguística para investigar o componente neural tardio N400 do PRE em adultos e crianças, com e sem dislexia. Participar desta pesquisa é opcional e o não aceite ou desistência durante a pesquisa não acarretará na perda de qualquer benefício no tratamento que estiver fazendo na unidade.

Caso aceite participar deste projeto de pesquisa gostaríamos que soubessem que:

1. O procedimento será feito por meio do exame de Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência, que avalia a atividade cerebral após ouvir o estímulo sonoro. Enquanto o exame acontece terá a tarefa de seleção de palavras em um tablet a fim de gerar uma tarefa sintático-semântica. Para a realização do exame serão utilizados eletrodos posicionados nas orelhas, lateral da testa e cabeça. Os resultados serão divulgados com fim científico em meios como revistas científicas, congressos e afins, bem como uso de imagem. A identidade será sempre mantida em sigilo.

Eu, \_\_\_\_\_, portador(a) do RG \_\_\_\_\_, autorizo participar da pesquisa intitulada “N400: uma proposta de avaliação eletrofisiológica auditiva linguística” a ser realizada no Centro Especializado em Reabilitação (CER – II), da Faculdade de Filosofia e Ciências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, Campus de Marília, São Paulo. Declaro ter recebido as devidas explicações sobre a referida pesquisa e concordo a desistência pode ocorrer em qualquer momento sem que ocorra prejuízos físicos, mentais ou no acompanhamento deste serviço. Declaro ainda estar ciente que a participação é voluntária e que fui devidamente esclarecido (a) quanto aos objetivos e procedimentos desta pesquisa.

Certos de poder contar com a sua autorização colocamo-nos à disposição para esclarecimentos através dos telefones (16) 99403-0576 ou (14) 3414-9528. Falar com Ana Luiza de Faria Luiz ou Ana Claudia Figueiredo Frizzo.  
RESPECTIVAMENTE DISCENTE, PÓS GRADUANDA DO CURSO DE FONOAUDIOLOGIA E ORIENTADORA RESPONSÁVEL PELA PESQUISA (DEPARTAMENTO).

Autorizo,  
Data: \_\_/\_\_/\_\_

\_\_\_\_\_  
Nome completo

## ANEXO 4

### Lista de palavras congruentes

| LISTA DE PALAVRAS CONGRUENTES |        |        |    |              |              |
|-------------------------------|--------|--------|----|--------------|--------------|
| 1                             | DA     | BA     | 26 | ASSADA       | BACALHAU     |
| 2                             | DA     | BA     | 27 | DANONE       | ACABA        |
| 3                             | BA     | DA     | 28 | GRÁVIDA      | ABACATE      |
| 4                             | BA     | DA     | 29 | BATATA       | FACADA       |
| 5                             | BA     | DA     | 30 | BANANA       | ATIVIDADE    |
| 6                             | DA     | BA     | 31 | AGENDA       | BALANÇO      |
| 7                             | BA     | DA     | 32 | BAGUNÇA      | VERDADE      |
| 8                             | DADO   | ABA    | 33 | ARDIDA       | BALEIA       |
| 9                             | OBA    | BATA   | 34 | ANIMADA      | COMBATE      |
| 10                            | BAÚ    | DADO   | 35 | BAMBOLÊ      | CADARÇO      |
| 11                            | BALÉ   | NADA   | 36 | BACTÉRIA     | AFOGADA      |
| 12                            | DANÇA  | BATOM  | 37 | VERDADE      | BARATO       |
| 13                            | VIDA   | BATER  | 38 | AVENIDA      | ABACAXI      |
| 14                            | BARRA  | ANDA   | 39 | CIDADE       | BAIXA        |
| 15                            | FADA   | BARRIL | 40 | ABALADA      | CURIOSIDADE  |
| 16                            | BARBA  | CORDA  | 41 | BATERIA      | DATILOGRAFO  |
| 17                            | MUDAR  | BALÃO  | 42 | BAILARINA    | AMARRADA     |
| 18                            | AJUDA  | GOIABA | 43 | EMBALAR      | DIFICULDADE  |
| 19                            | ARMADA | SÍLABA | 44 | BATENTE      | UNIVERSIDADE |
| 20                            | AMOEBA | AZEDA  | 45 | BACALHAU     | COMIDA       |
| 21                            | BARRIL | DAREI  | 46 | DANIFICAR    | CAMBALEAR    |
| 22                            | DANAR  | BAGRE  | 47 | ABASTECER    | ANDAMENTO    |
| 23                            | AMBAS  | ANDA   | 48 | UNIVERSIDADE | ACABAMENTO   |
| 24                            | ABATE  | DARDO  | 49 | RECUPERADA   | BARONESA     |
| 25                            | ARROBA | AINDA  | 50 | BARATEAR     | COLECIONADA  |

**Fonte:** Próprio autor, 2021

## ANEXO 5

### Lista de palavras incongruentes

| LISTA DE PALAVRAS INCONGRUENTES |        |        |    |           |           |
|---------------------------------|--------|--------|----|-----------|-----------|
| 1                               | BA     | DA     | 26 | MUDA      | MUDA      |
| 2                               | BA     | DA     | 27 | BASE      | DASE      |
| 3                               | DA     | BA     | 28 | CADA      | CABA      |
| 4                               | BA     | DA     | 29 | ABALA     | ADALA     |
| 5                               | DA     | BA     | 30 | BOMBA     | DONDA     |
| 6                               | BA     | DA     | 31 | BAIXA     | DAIXA     |
| 7                               | ABA    | ADA    | 32 | AJUDA     | AJUBA     |
| 8                               | DAU    | BAÚ    | 33 | BARATA    | DARATA    |
| 9                               | DATA   | BACA   | 34 | AMADA     | AMABA     |
| 10                              | BALA   | DALA   | 35 | BACIA     | DACIA     |
| 11                              | OBA    | ODA    | 36 | AINDA     | AIMBA     |
| 12                              | DADO   | BAJO   | 37 | ARMADA    | ARMABA    |
| 13                              | NADA   | NABA   | 38 | ABACATE   | ADACATE   |
| 14                              | BATOM  | DATOM  | 39 | FACADA    | FACABA    |
| 15                              | BALÃO  | DALÃO  | 40 | BANANA    | DANANA    |
| 16                              | LINDA  | LIMBA  | 41 | BACALHAU  | DACALHAU  |
| 17                              | VIBA   | VIDA   | 42 | BATATA    | DATATA    |
| 18                              | CORDA  | CORBA  | 43 | VIRADA    | VIRABA    |
| 19                              | BARRIL | DARRIL | 44 | AGENDAA   | AGEMBA    |
| 20                              | FADA   | FABA   | 45 | BARRIGA   | DARRIGA   |
| 21                              | BARRA  | DARRA  | 46 | ARRODA    | ARROBA    |
| 22                              | DANÇA  | BANÇA  | 47 | BATERRABA | CATERRADA |
| 23                              | MODA   | MOBA   | 48 | BALEIA    | DALEIA    |
| 24                              | BASTÃO | DASTÃO | 49 | ADACAXI   | ABACAXI   |
| 25                              | DEDAL  | BEBAL  | 50 | EMPREGADA | EMPREGABA |

**Fonte:** Próprio autor, 2021