

Artigos originais

Resolução temporal e potenciais corticais em diferentes níveis de proficiência da língua inglesa

Temporal resolution and cortical potential in different levels of English proficiency

Sheila Jacques Oppitz⁽¹⁾

Rubia Soares Bruno⁽¹⁾

Dayane Domeneghini Didoné⁽²⁾

Michele Vargas Garcia⁽¹⁾

⁽¹⁾ Universidade Federal de Santa Maria – UFSM – Santa Maria (RS), Brasil.

⁽²⁾ Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS – Porto Alegre (RS), Brasil.

Conflito de interesses: inexistente

Recebido em: 09/04/2016
Aceito em: 13/10/2016

Endereço para correspondência:

Sheila Jacques Oppitz
Rua Duque de Caxias, nº 1286, Centro,
Santa Maria (RS), Brasil
CEP: 97015-190
E-mail: she_oppitz@hotmail.com

RESUMO

Objetivos: investigar e comparar as habilidades auditivas entre normo-ouvintes bilíngues estudantes de diferentes níveis de proficiência do inglês por meio de teste comportamental e eletrofisiológico.

Métodos: este estudo tem caráter descritivo, quantitativo e transversal. A amostra foi composta por 39 sujeitos (alunos de escolas de idiomas: 13 no nível avançado (GA); 13 no nível intermediário (GI); 13 no nível básico (GB)), com idade entre 18 a 35 anos, limiares auditivos tonais dentro dos limites da normalidade e sem queixas de habilidades de processamento auditivo. Foram submetidos aos testes comportamentais: teste de detecção de gap (RGDT); e ao teste eletrofisiológico potencial evocado auditivo de longa latência (PEALL), com estímulos verbais (sílabas /ba/ – frequente – e /di/ – raro)

Resultados: verificou-se diferença estatisticamente significativa entre as orelhas para: o GB, para a amplitude de N1 e P2, com maiores valores para a orelha esquerda; o GI, para a amplitude de P1, N1 e P2, com maiores valores para a orelha esquerda, o GA, para a latência do componente N1, com maiores valores para a orelha esquerda, e, para as amplitudes dos componentes P2, N2 e P3, com maiores valores para a orelha esquerda. Entre os grupos, o teste RGDT mostrou menores valores para GA e para latência do componente N1, com maiores valores para o GB. **Conclusões:** pode-se concluir que o nível de proficiência avançado da língua inglesa estimula a velocidade de conexões neurais desencadeando a ocorrência mais rápida do potencial N1, assim a habilidade de resolução temporal é significativamente melhor à medida que o tempo de estudo aumenta.

Descritores: Audição; Bilinguismo; Eletrofisiologia; Potencial Evocado P300; Adulto

ABSTRACT

Purpose: to investigate and compare hearing abilities in normal hearing bilingual students, at different levels of English proficiency (basic, intermediate and advanced), using behavioral testing and electrophysiological testing.

Methods: this study is descriptive, quantitative and transversal. The sample consisted of 60 subjects (language schools students at different English proficiency levels: 20 at advanced level (AG); 20 at intermediate level (IG); 20 at basic level (BG)) with normal hearing and no complaints about auditory processing abilities, aged 18-35 years. They were subjected to behavioral test: Random Gap Detection Test (RGDT) that assesses ability of temporal resolution; and electrophysiological test Long Latency Auditory Evoked Potential (LLAEP) with verbal stimuli (syllables /ba/ - frequent stimulus and /di/ - rare stimulus) evaluating memory, attention and auditory discrimination.

Results: it was noticed a statistically significant difference between ears for: BG, to amplitude of N1 and P2, with higher values for left ear; IG to amplitude of P1, N1 and P2, with higher values for left ear; AG to latency of N1, with higher values for left ear, and amplitudes of components P2, N2 and P3, with higher values for left ear. Between groups, RGDT showed lower values of AG, and latency of N1 component, with higher values for BG.

Conclusion: there were significant differences in temporal resolution ability, better for students in advanced level of English and also to the latency of evoked cortical N1 with higher values for students at a basic level.

Keywords: Hearing; Bilingualism; Electrophysiology; Event-Related Potentials, P300; Adult

INTRODUÇÃO

No Brasil, a população bilingue torna-se cada vez maior, a ponto de, se considerados bilingues aqueles que aprendem uma segunda língua na escola, certamente o número de monolíngues vir a ser bastante inferior aos bilingues na população brasileira. Tal cenário é condizente ao que ocorre no âmbito internacional, no qual se estima que mais da metade da população utilize duas ou mais línguas para interagir na sociedade¹.

Atualmente são identificadas 6.909 línguas, usadas por 5.959.511.717 falantes². Esses números refletem a diversidade de culturas a que se está exposto e a importância de se compreender e de se fazer compreendido com competência na sociedade na qual se vive. Além disso, todas as sociedades, independentemente de seu grau de desenvolvimento, reconhecem a importância do ensino de uma segunda língua³. Isso é prova de que, cada vez mais, faz-se necessário conhecer o modo como o cérebro processa e organiza as informações em indivíduos bilingues, bem como tomar conhecimento de que a exposição a uma segunda língua possa modificar as habilidades do processamento auditivo.

O processamento da informação é chamado de processamento auditivo, que não se refere somente à percepção do som, mas também à eficiência e à efetividade com que o sistema nervoso central utiliza a informação auditiva, abrangendo um conjunto de habilidades específicas, das quais o indivíduo depende para compreender o que ouve, como a capacidade de identificação, de localização, de análise, de memorização e de recuperação da informação auditiva⁴, que podem ser avaliadas de forma comportamental ou eletrofisiológica (objetiva).

A avaliação comportamental do processamento auditivo é feita com diversos testes que combinam a avaliação de geralmente mais que uma habilidade, como, por exemplo, o teste de detecção de intervalos de silêncio ou detecção do gap (*Random Gap Detection Test* – RGDT), que consiste em um procedimento recente de avaliação clínica da habilidade de resolução temporal, cujo objetivo é determinar o limiar de detecção de gap⁵.

A investigação objetiva do processamento auditivo é feita pelo potencial evocado auditivo de longa latência (PEALL) e consiste na captação de potenciais, a fim de refletir a atividade cortical envolvida em habilidades de atenção, seleção, discriminação, memória e tomada de decisão⁶. Fazem parte dos PEALL ondas positivas

e negativas, subdivididas em potenciais exógenos ou potenciais evocados corticais (P1, N1, P2, N2), os quais são influenciados pelas características físicas do estímulo, como intensidade, duração e frequência, e o potencial endógeno ou cognitivo (P3), influenciado predominantemente por eventos relacionados às habilidades cognitivas⁷.

Atualmente, sabe-se que as vantagens associadas ao bilinguismo são evidentes, sobretudo quando dizem respeito à resolução de conflitos e à melhora nas funções executivas. A exposição a duas línguas diferentes pode favorecer significativamente a diferenciação cognitiva nos sujeitos bilingues, os quais ampliam suas competências verbais. Além de maior facilidade para se apropriar dos diferenciais referidos, bilingues tendem a ter melhor desempenho em tarefas de atenção, monitoramento e troca de tarefas, visto que o uso regular de duas línguas requer maior controle atencional e seleção de linguagem⁸.

Na área da Psicologia Escolar e Educacional, foi encontrado um estudo parecido com o aqui apresentado em relação a níveis de aprendizado em uma instituição particular de ensino de língua inglesa, o qual teve como objetivo estudar a relação entre criatividade, inteligência e autoconceito em alunos monolíngues (português) e bilingues (português/inglês). A amostra foi composta por 269 alunos, com média de idade de 22,41 anos, variando entre 14 e 57 anos. Foram considerados bilingues 190 alunos participantes do último semestre do curso avançado de inglês, com proficiência nas habilidades de escrita e oral, e considerados monolíngues os demais 79 alunos. Estes foram selecionados do primeiro e segundo semestre do curso de inglês, por apresentarem pouco ou nenhum conhecimento da língua inglesa. Como resultados, os alunos bilingues apresentaram escores superiores nas medidas de criatividade verbal e figurativa e de inteligência quando comparados aos alunos monolíngues⁹.

Foi encontrado apenas um estudo nacional na área de Fonoaudiologia que relacionou estudantes em nível básico da língua inglesa, com o objetivo de verificar se o contato prévio com o sistema fonético da língua inglesa favorecia o aprendizado geral desta língua em falantes do português. A amostra foi composta por oito universitários que estudaram a língua inglesa somente no ensino médio. Eles foram separados em grupo controle (participantes apenas do curso de inglês) e grupo experimental (participantes de aulas de fonética anteriores ao curso de inglês) e, após, submetidos ao teste de processamento RGDT e a um teste oral

em inglês antes e após as aulas. Como resultados, não houve diferença nos testes entre os grupos; no entanto, os escores indicaram melhor atuação do grupo controle ao responder as perguntas em inglês na prova oral, além de ter havido melhor desempenho do grupo experimental no teste RGDT. Assim, os autores concluíram que o conhecimento prévio básico da língua inglesa não favoreceu o aprendizado geral (melhora na pronúncia) da segunda língua do grupo como um todo, mas melhorou a sua capacidade de processamento temporal¹⁰.

Considerando o exposto, teve-se como objetivo investigar e comparar as habilidades auditivas em normo-ouvintes estudantes de escolas de idiomas em diferentes níveis de proficiência do inglês (básico, intermediário e avançado) por meio de teste comportamental e de teste eletrofisiológico.

MÉTODOS

O presente estudo tratou-se de uma pesquisa de abordagem quantitativa, de caráter transversal, que compara os achados auditivos de indivíduos bilíngues português/inglês alunos de escolas de idiomas. Os procedimentos da pesquisa foram realizados, individualmente, no Ambulatório de Audiologia de um Hospital Universitário do estado.

Este estudo foi registrado no Gabinete de Projetos, sob o nº 036184, e aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa, com certificado de nº 29325714.1.0000.5346, em 08 de abril de 2014.

A amostra foi dividida em três grupos de adultos normo-ouvintes com idades entre 18 a 35 anos, com 13 indivíduos cada: Grupo Avançado (GA), que inclui falantes do português brasileiro e em processo de bilinguismo tardio da língua inglesa (fluentes) (alunos de nível avançado de escolas de línguas); Grupo Intermediário (GI), composto por falantes do português brasileiro e em processo de bilinguismo tardio da língua inglesa (alunos de nível intermediário de escolas de línguas); e Grupo Básico (GB), incluindo falantes do português brasileiro e em processo de bilinguismo tardio da língua inglesa (alunos de nível básico de escolas de línguas). Essa distribuição em níveis de aprendizado respeitou os critérios utilizados pelas escolas em suas diretrizes curriculares definidas que direcionam o aprendizado e a evolução do aluno nos níveis padronizados.

Critérios de inclusão: limiares auditivos tonais dentro dos limites da normalidade; timpanograma tipo A e reflexos acústicos contralaterais presentes; ser

aluno de escola de idiomas no nível básico, intermediário ou avançado da língua inglesa; não ter fluência na fala e na compreensão de qualquer outro idioma que não seja o português e o inglês; ser destro e ter, no mínimo, ensino superior incompleto.

Critérios de exclusão: sujeitos com mais de 35 anos ou menos de 18 anos; com perda auditiva; com alterações de orelha média; com queixas de dificuldade de compreender a fala em ambientes silenciosos e ruidosos; com dificuldades de memória e atenção; que toquem algum instrumento musical; que sejam canhotos ou tenham se tornado destros ao longo da vida; que sejam bilíngues precoce (antes dos seis anos¹¹); e que sejam multilíngues.

Os indivíduos que se adequaram aos critérios de inclusão receberam uma explicação completa sobre a natureza da pesquisa, seus objetivos, seus procedimentos, os riscos e os benefícios previstos e o sigilo quanto à identificação. Aqueles que aceitaram participar voluntariamente da pesquisa assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Os participantes foram submetidos às seguintes avaliações: anamnese inicial, inspeção visual do meato acústico externo, audiometria tonal liminar (ATL), limiar de recepção de fala (LRF), índice percentual de reconhecimento de fala (IPRF), teste de detecção de gap (RGDT) e potencial evocado auditivo de longa latência (PEALL).

Para a ATL, o LRF e o IPRF foi utilizado o audiômetro clínico, de dois canais, da marca *Fonix Hearing Evaluator*, modelo FA 12 tipo I, e fones auriculares tipo TDH-39P, marca *Telephonics*, por meio do qual foram pesquisados os limiares de audição de via aérea nas frequências de 250 a 8000Hz, de forma monoaural. A técnica utilizada foi descendente-ascendente, e o critério de normalidade foi de limiares auditivos até 25 dB NA, conforme a média tritonal (MTT) das frequências de 500, 1000 e 2000 Hz¹².

O LRF e o IPRF foram pesquisados de forma monoaural, sendo o LRF com listas de palavras dissilábicas, e o IPRF com listas de palavras monossilábicas. O LRF foi pesquisado por meio de técnica descendente-ascendente. Para o IPRF, acrescentou-se 40 dB da média das frequências de 500, 1000 e 2000 Hz, além da pesquisa do nível de conforto¹³.

O RGDT foi realizado a 40 dBNS somado à MTT, para avaliar a habilidade de resolução temporal. Os indivíduos foram instruídos a responder verbalmente ao avaliador se estavam escutando um ou dois sons.

No PEALL, os indivíduos precisaram permanecer em estado de alerta e contar os estímulos raros (20% do total de estímulos) que apareceram aleatoriamente, ignorando os estímulos frequentes (80% do total de estímulos). Os eletrodos foram fixados à pele dos indivíduos com pasta condutiva eletrolítica no vertex (Cz), mastoide esquerda (A1), mastoide direita (A2) e o terra na testa. O equipamento utilizado foi o modelo *SmartEP*, da marca *Intelligent Hearing Systems* (IHS). A impedância dos eletrodos foi inferior a 03 *Kohm*.

Por meio da utilização de estímulos verbais, é possível obter informações adicionais sobre os processos biológicos envolvidos no processamento de fala, motivo pelo qual são de grande valor para a prática clínica: fornecem informações complementares às obtidas pela avaliação comportamental padrão, seja por razões cognitivas, auditivas e/ou linguísticas¹⁴. Portanto, o presente estudo foi direcionado à influência do aprendizado de uma segunda língua por meio do processamento auditivo, uma vez que utilizar estímulos não verbais acarretaria na não fidedignidade dos resultados.

Foi apresentada uma série de 300 estímulos (240 frequentes e 60 raros) com estímulos verbais (sílabas /ba/ – estímulo frequente – e /di/ – estímulo raro) a uma intensidade de 75 dB NA. Os valores de latência e de amplitude dos potenciais são esperados, respectivamente: em P1, entre 50 e 80ms; em N1, com latência entre 80 e 150 ms e amplitude de 5 a 10 μV ; em P2, com latência entre 145 e 180ms e amplitude de 3 a 6 μV ; em N2, com latência entre 180 e 250ms e amplitude de 8 a 15 μV ; em P3, com latência entre 220 e 380¹⁵, e amplitude mínima de P3 de 3 μV ¹⁶. Esses valores de normalização foram realizados para o estímulo *tone burst*. Há um estudo recente, realizado com valores para o estímulo de fala /ba/ e /di/, que foram: P1 (OD: 65,5 ms; OE: 67,2 ms), N1 (OD: 107,8 ms; OE: 109,3ms), P2 (OD: 182,7 ms; OE: 187,1 ms), N2 (OD: 251,6 ms; OE: 261,4 ms), P3 (OD: 324,2 ms; OE: 329,9 ms) e amplitude de P3 (OD: 6,3 μV ; OE: 6,7 μV)¹⁷.

Para a marcação do complexo exógeno, foi considerado o primeiro pico, vale, pico, vale. Para o componente P3, foi considerado o primeiro pico positivo após o complexo exógeno e foi esperado no

traçado dos estímulos raros, em que foi feita a sua marcação¹⁵. Para a marcação da amplitude das ondas, foi considerado, para os componentes P1, N1, P2 e N2, o deslocamento do cursor em sentido anterior até a marcação da latência do próximo pico, e assim por diante. Para a marcação da amplitude do componente P3, foi realizado o deslocamento do cursor em sentido posterior até o vale mais próximo. Não houve registro de reprodução das ondas, uma vez que a replicação da coleta poderia causar cansaço e comprometer o resultado da avaliação, já que esta depende da atenção. Não houve subtração das ondas, as quais foram utilizadas no registro inicial de captação.

Após o levantamento dos dados, todos os resultados foram dispostos em planilha do *Microsoft Excel* para posterior análise e comparação. O tratamento estatístico foi realizado por um profissional da área, por meio do programa computacional *The SAS System for Windows (Statistical Analysis System)*, versão 9.2 *SAS Institute Inc*, 2002-2008, Cary, NC, USA.

Para comparar o desempenho nos testes entre as orelhas (OD e OE), foi utilizado o teste de *McNemar*, para amostras relacionadas às variáveis categóricas, e o teste de *Wilcoxon*, para amostras relacionadas às variáveis numéricas.

Para comparar o desempenho nos testes entre os grupos, foi utilizado o teste exato de Fisher, para valores esperados menores do que cinco. Para comparação das variáveis numéricas entre os grupos, foi usado o teste de *Mann-Whitney*, devido à ausência de distribuição normal das variáveis. Foram consideradas significantes as análises com nível de confiança acima de 95% ($p < 0,05$).

RESULTADOS

As análises descritivas relacionadas à idade e ao gênero encontram-se descritas na Tabela 1. No qual não houve diferença estatisticamente significativa para a idade e o gênero entre os três grupos estudados.

Inicialmente, foi realizada uma análise por orelha em cada grupo, para identificar possíveis diferenças entre elas devido à dominância hemisférica (Tabelas 2 a 4). Não será citado o teste RGDT na análise por orelha, pois foi realizado de modo binaural.

Tabela 1. Descrição em porcentagem quanto a gênero e idade entre os grupos

| | Idade | | | Gênero | |
|----------|---------|--------|--------|----------|-----------|
| | <20 | 20-29 | ≥30 | Feminino | Masculino |
| GB | 7.69 % | 76.92% | 15.38% | 46.15% | 53.85% |
| GI | 15.38 % | 69.23% | 15.38% | 46.15% | 53.85% |
| GA | 15.38% | 69.23% | 15.38% | 46.15% | 53.85% |
| P- Valor | P=1.000 | | | P=1.000 | |

Legenda: GB = Grupo Básico; GI = Grupo Intermediário; GA = Grupo Avançado
Idade teste exato de Fisher e gênero teste qui-quadrado.

Tabela 2. Análise por orelha das latências e amplitudes do teste Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência para o grupo básico

| VARIÁVEL | N | MÉDIA | D.P. | MÍN | Q1 | MEDIANA | Q3 | MÁX | VALOR-P* |
|-----------|----|--------|-------|--------|--------|---------|--------|--------|-----------------|
| P1_OD | 13 | 55.38 | 9.36 | 42.00 | 48.00 | 58.00 | 62.00 | 72.00 | P=0.250 |
| P1_OE | 13 | 59.38 | 10.34 | 44.00 | 52.00 | 58.00 | 60.00 | 84.00 | |
| Dif_P1 | 13 | -4.00 | 9.49 | -26.00 | -10.00 | 0.00 | 2.00 | 8.00 | |
| AmpP1_OD | 13 | 4.49 | 2.41 | 2.38 | 2.88 | 3.72 | 5.44 | 11.10 | P=0.078 |
| AmpP1_OE | 13 | 4.97 | 2.97 | 1.72 | 3.45 | 3.87 | 5.86 | 13.01 | |
| Dif_AmpP1 | 13 | -0.48 | 0.82 | -1.91 | -1.17 | -0.51 | 0.06 | 0.88 | |
| N1_OD | 13 | 103.85 | 9.98 | 90.00 | 100.00 | 104.00 | 108.00 | 130.00 | P=0.461 |
| N1_OE | 13 | 104.92 | 9.65 | 88.00 | 102.00 | 104.00 | 108.00 | 128.00 | |
| Dif_N1 | 13 | -1.08 | 3.62 | -10.00 | -2.00 | 0.00 | 2.00 | 2.00 | |
| AmpN1_OD | 13 | 7.54 | 2.85 | 3.20 | 5.74 | 6.57 | 9.38 | 13.33 | *P=0.040 |
| AmpN1_OE | 13 | 8.17 | 3.18 | 2.68 | 6.90 | 7.26 | 9.53 | 14.76 | |
| Dif_AmpN1 | 13 | -0.63 | 0.90 | -2.24 | -1.14 | -0.46 | -0.15 | 0.63 | |
| P2_OD | 13 | 181.38 | 21.98 | 154.00 | 166.00 | 172.00 | 202.00 | 218.00 | P=0.397 |
| P2_OE | 13 | 182.31 | 20.48 | 154.00 | 168.00 | 178.00 | 196.00 | 218.00 | |
| Dif_P2 | 13 | -0.92 | 5.27 | -12.00 | -4.00 | -2.00 | 2.00 | 8.00 | |
| AmpP2_OD | 13 | 5.62 | 2.75 | 1.52 | 4.31 | 4.96 | 8.62 | 10.18 | *P=0.028 |
| AmpP2_OE | 13 | 6.08 | 2.85 | 1.00 | 4.50 | 5.70 | 8.49 | 10.75 | |
| Dif_AmpP2 | 13 | -0.47 | 0.65 | -1.61 | -0.99 | -0.57 | -0.19 | 0.57 | |
| N2_OD | 13 | 262.62 | 30.05 | 196.00 | 248.00 | 262.00 | 286.00 | 304.00 | P=0.584 |
| N2_OE | 13 | 264.00 | 31.23 | 190.00 | 242.00 | 270.00 | 286.00 | 302.00 | |
| Dif_N2 | 13 | -1.38 | 6.08 | -16.00 | -4.00 | 0.00 | 2.00 | 6.00 | |
| AmpN2_OD | 13 | 3.45 | 1.98 | 0.34 | 2.17 | 3.95 | 4.69 | 6.17 | P=0.685 |
| AmpN2_OE | 13 | 3.57 | 2.25 | 0.54 | 2.19 | 3.93 | 5.15 | 6.84 | |
| Dif_AmpN2 | 13 | -0.12 | 0.61 | -1.20 | -0.39 | -0.11 | 0.37 | 0.71 | |
| P3_OD | 13 | 328.15 | 29.10 | 286.00 | 306.00 | 330.00 | 340.00 | 392.00 | P=0.768 |
| P3_OE | 13 | 327.08 | 31.49 | 272.00 | 296.00 | 340.00 | 346.00 | 386.00 | |
| Dif_P3 | 13 | 1.08 | 7.73 | -10.00 | -8.00 | 2.00 | 6.00 | 14.00 | |
| AmpP3_OD | 13 | 6.86 | 2.95 | 3.34 | 4.93 | 5.35 | 9.87 | 11.64 | P=0.216 |
| AmpP3_OE | 13 | 6.53 | 2.81 | 1.81 | 4.50 | 6.31 | 9.26 | 10.52 | |
| Dif_AmpP3 | 13 | 0.33 | 1.38 | -3.28 | 0.42 | 0.68 | 1.24 | 1.65 | |

* Valor-P referente ao teste de Wilcoxon para amostras relacionadas para comparação entre orelhas OD e OE.

Legenda de medidas: PEALL latências (ms) e amplitudes (μV).

Tabela 3. Análise por orelha das latências e amplitudes do teste Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência para o grupo intermediário

| VARIÁVEL | N | MÉDIA | D.P. | MÍN | Q1 | MEDIANA | Q3 | MÁX | VALOR-P* |
|-----------|----|--------|-------|--------|--------|---------|--------|--------|--------------------|
| P1_OD | 13 | 50.15 | 14.46 | 20.00 | 38.00 | 52.00 | 62.00 | 66.00 | P=0.965 |
| P1_OE | 13 | 48.62 | 15.22 | 22.00 | 42.00 | 56.00 | 60.00 | 68.00 | |
| Dif_P1 | 13 | 1.54 | 10.01 | -8.00 | -6.00 | -2.00 | 4.00 | 30.00 | |
| AmpP1_OD | 13 | 4.54 | 2.40 | 0.49 | 3.12 | 4.21 | 7.04 | 7.83 | *P=0.022 |
| AmpP1_OE | 13 | 5.21 | 2.51 | 1.15 | 3.48 | 4.94 | 7.29 | 8.90 | |
| Dif_AmpP1 | 13 | -0.67 | 0.98 | -3.50 | -0.76 | -0.60 | 0.03 | 0.21 | |
| N1_OD | 13 | 101.69 | 9.72 | 84.00 | 96.00 | 102.00 | 110.00 | 118.00 | P=0.266 |
| N1_OE | 13 | 103.38 | 9.11 | 88.00 | 96.00 | 102.00 | 112.00 | 114.00 | |
| Dif_N1 | 13 | -1.69 | 5.34 | -10.00 | -6.00 | -2.00 | 0.00 | 10.00 | |
| AmpN1_OD | 13 | 6.82 | 2.57 | 1.87 | 5.71 | 7.49 | 8.57 | 11.48 | *P=0.048 |
| AmpN1_OE | 13 | 7.23 | 2.89 | 2.65 | 4.66 | 7.55 | 9.39 | 12.27 | |
| Dif_AmpN1 | 13 | -0.42 | 0.71 | -1.52 | -0.79 | -0.49 | 0.07 | 1.10 | |
| P2_OD | 13 | 169.85 | 17.16 | 138.00 | 160.00 | 170.00 | 176.00 | 200.00 | P=0.734 |
| P2_OE | 13 | 170.46 | 17.59 | 142.00 | 164.00 | 168.00 | 172.00 | 202.00 | |
| Dif_P2 | 13 | -0.62 | 5.38 | -8.00 | -6.00 | -2.00 | 4.00 | 8.00 | |
| AmpP2_OD | 13 | 4.06 | 2.00 | 0.24 | 2.67 | 4.38 | 5.34 | 6.92 | *P<0.002 |
| AmpP2_OE | 13 | 4.75 | 2.33 | 0.48 | 3.39 | 5.08 | 6.10 | 7.83 | |
| Dif_AmpP2 | 13 | -0.69 | 0.62 | -1.77 | -0.93 | -0.67 | -0.24 | 0.16 | |
| N2_OD | 13 | 259.23 | 36.77 | 174.00 | 256.00 | 268.00 | 284.00 | 288.00 | P=0.952 |
| N2_OE | 13 | 259.38 | 36.85 | 180.00 | 258.00 | 272.00 | 278.00 | 294.00 | |
| Dif_N2 | 13 | -0.15 | 10.47 | -22.00 | -6.00 | 0.00 | 8.00 | 18.00 | |
| AmpN2_OD | 13 | 3.26 | 2.56 | 0.77 | 1.50 | 2.79 | 3.79 | 8.58 | P=0.893 |
| AmpN2_OE | 13 | 3.32 | 2.65 | 0.40 | 1.39 | 3.38 | 3.77 | 9.12 | |
| Dif_AmpN2 | 13 | -0.06 | 0.57 | -1.00 | -0.53 | 0.18 | 0.40 | 0.65 | |
| P3_OD | 13 | 325.23 | 28.09 | 254.00 | 316.00 | 320.00 | 338.00 | 366.00 | P=0.083 |
| P3_OE | 13 | 322.31 | 28.06 | 250.00 | 316.00 | 320.00 | 346.00 | 354.00 | |
| Dif_P3 | 13 | 2.92 | 5.75 | -8.00 | -2.00 | 4.00 | 8.00 | 12.00 | |
| AmpP3_OD | 13 | 5.62 | 2.81 | 2.15 | 3.34 | 5.82 | 7.69 | 11.44 | P=0.839 |
| AmpP3_OE | 13 | 5.88 | 2.63 | 2.07 | 4.16 | 6.10 | 8.05 | 9.48 | |
| Dif_AmpP3 | 13 | -0.26 | 1.64 | -4.62 | -0.80 | -0.07 | 0.85 | 1.96 | |

* Valor-P referente ao teste de Wilcoxon para amostras relacionadas para comparação entre orelhas OD e OE.

Legenda de medidas: PEALL latências (ms) e amplitudes (μV).

Tabela 4. Análise por orelha das latências e amplitudes do teste Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência para o grupo avançado

| VARIÁVEL | N | MÉDIA | D.P. | MÍN | Q1 | MEDIANA | Q3 | MÁX | VALOR-P* |
|-----------|----|--------|-------|--------|--------|---------|--------|--------|-----------------|
| P1_OD | 13 | 45.69 | 13.71 | 20.00 | 36.00 | 52.00 | 56.00 | 64.00 | P=0.370 |
| P1_OE | 13 | 48.77 | 11.12 | 26.00 | 44.00 | 52.00 | 56.00 | 62.00 | |
| Dif_P1 | 13 | -3.08 | 9.33 | -26.00 | -6.00 | -2.00 | 4.00 | 8.00 | |
| AmpP1_OD | 13 | 3.88 | 1.10 | 1.65 | 3.24 | 3.83 | 4.07 | 6.17 | P=0.425 |
| AmpP1_OE | 13 | 4.09 | 1.33 | 2.26 | 3.09 | 4.04 | 5.05 | 6.93 | |
| Dif_AmpP1 | 13 | -0.21 | 0.92 | -1.93 | -0.76 | -0.31 | 0.43 | 1.49 | |
| N1_OD | 13 | 95.69 | 7.11 | 80.00 | 94.00 | 96.00 | 98.00 | 108.00 | *P=0.047 |
| N1_OE | 13 | 100.00 | 8.49 | 82.00 | 98.00 | 102.00 | 104.00 | 114.00 | |
| Dif_N1 | 13 | -4.31 | 6.97 | -18.00 | -6.00 | -2.00 | 0.00 | 6.00 | |
| AmpN1_OD | 13 | 6.88 | 3.05 | 2.86 | 5.38 | 5.87 | 8.86 | 14.32 | P=0.127 |
| AmpN1_OE | 13 | 7.63 | 4.06 | 3.49 | 4.86 | 7.03 | 9.58 | 18.87 | |
| Dif_AmpN1 | 13 | -0.74 | 1.63 | -4.55 | -0.75 | -0.33 | 0.07 | 1.48 | |
| P2_OD | 13 | 176.92 | 26.14 | 146.00 | 158.00 | 168.00 | 196.00 | 226.00 | P=0.375 |
| P2_OE | 13 | 174.77 | 23.13 | 148.00 | 158.00 | 166.00 | 190.00 | 226.00 | |
| Dif_P2 | 13 | 2.15 | 6.71 | -6.00 | 0.00 | 0.00 | 4.00 | 20.00 | |
| AmpP2_OD | 13 | 4.81 | 2.78 | 0.48 | 2.22 | 4.98 | 6.65 | 9.55 | *P=0.048 |
| AmpP2_OE | 13 | 5.39 | 3.02 | 0.81 | 3.82 | 5.66 | 6.41 | 10.68 | |
| Dif_AmpP2 | 13 | -0.58 | 0.87 | -2.12 | -1.11 | -0.85 | 0.24 | 0.58 | |
| N2_OD | 13 | 259.54 | 41.49 | 188.00 | 240.00 | 278.00 | 280.00 | 300.00 | P=0.629 |
| N2_OE | 13 | 264.52 | 34.04 | 188.00 | 262.00 | 278.00 | 286.00 | 296.00 | |
| Dif_N2 | 13 | -5.08 | 23.00 | -74.00 | -8.00 | 0.00 | 2.00 | 28.00 | |
| AmpN2_OD | 13 | 2.55 | 1.91 | 0.55 | 1.14 | 1.83 | 3.86 | 6.69 | *P=0.042 |
| AmpN2_OE | 13 | 2.92 | 2.01 | 0.43 | 1.42 | 2.75 | 3.45 | 7.27 | |
| Dif_AmpN2 | 13 | -0.37 | 0.68 | -1.88 | -0.65 | -0.52 | 0.12 | 0.50 | |
| P3_OD | 13 | 328.00 | 17.46 | 306.00 | 316.00 | 324.00 | 338.00 | 370.00 | P=0.308 |
| P3_OE | 13 | 325.54 | 17.42 | 298.00 | 316.00 | 324.00 | 338.00 | 364.00 | |
| Dif_P3 | 13 | 3.23 | 8.96 | -8.00 | -4.00 | 0.00 | 10.00 | 22.00 | |
| AmpP3_OD | 13 | 4.24 | 1.78 | 0.71 | 4.08 | 4.23 | 4.96 | 6.92 | *P=0.040 |
| AmpP3_OE | 13 | 4.81 | 2.01 | 1.18 | 4.15 | 5.26 | 5.98 | 8.25 | |
| Dif_AmpP3 | 13 | -0.57 | 0.85 | -1.72 | -1.22 | -0.66 | -0.14 | 1.11 | |

* Valor-P referente ao teste de Wilcoxon para amostras relacionadas para comparação entre orelhas OD e OE.
 Legenda de medidas: PEALL latências (ms) e amplitudes (μV).

Para o GB, verificou-se diferença estatisticamente significativa entre as orelhas para a amplitude de N1 e P2 com maiores valores para a orelha esquerda.

Para o GI, verificou-se diferença estatisticamente significativa entre as orelhas para a amplitude de P1, N1 e P2, com maiores valores para a orelha esquerda.

Para o GA, verificaram-se diferenças estatisticamente significantes entre as orelhas para a latência do componente N1, com maiores valores para a orelha esquerda, assim como para as amplitudes dos

componentes P2, N2 e P3, com maiores valores para a orelha esquerda.

Na Tabela 5, consta a comparação entre os grupos no teste RGDT, além dos valores referentes à idade de cada grupo. Foi verificada diferença significativa entre os grupos com o teste RGDT, mostrando menores valores para o GA (Tabela 5 e Figura 1).

Pelos resultados, verificou-se diferença estatisticamente significativa para latência de N1 para orelha direita, com maiores valores para o GB (Figura 2).

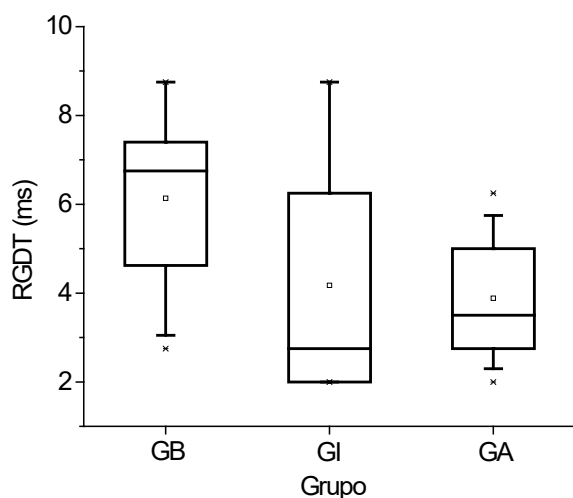
Tabela 5. Comparação entre os grupos, por orelha, para o *Random Gap Detection Test* e valores de idade para cada grupo

| Grupo | VARIÁVEL | N | MÉDIA | D.P. | MÍN | Q1 | MEDIANA | Q3 | MÁX | VALOR-P* |
|-------|----------|----|-------|------|-------|-------|---------|-------|-------|--------------------|
| GB | Idade | 13 | 23.54 | 4.35 | 18.00 | 21.00 | 22.00 | 25.00 | 32.00 | P=0.993 |
| | RGDT | 13 | 6.14 | 1.86 | 2.75 | 5.0 | 6.75 | 7.30 | 8.75 | *P=0.011(A) |
| GI | Idade | 13 | 23.77 | 4.19 | 19.00 | 20.00 | 23.00 | 27.00 | 31.00 | |
| | RGDT | 13 | 4.17 | 2.61 | 2.00 | 2.00 | 2.75 | 6.25 | 8.75 | |
| GA | Idade | 13 | 24.08 | 5.06 | 18.00 | 20.00 | 23.00 | 27.00 | 35.00 | |
| | RGDT | 13 | 3.88 | 1.21 | 2.00 | 2.75 | 3.50 | 5.00 | 6.25 | |

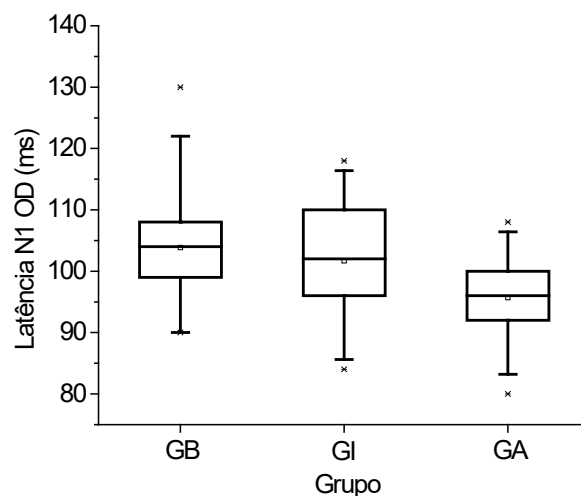
* Valor-P referente ao teste de Kruskal-Wallis para comparação dos valores entre os três grupos.

Legenda de medidas: Idade (anos). (A) 'GB' ≠ 'GI'; 'GB' ≠ 'GA'.

GB = Grupo Básico; GI = Grupo Intermediário; GA = Grupo Avançado



Legenda = GB = Grupo Básico; GI = Grupo Intermediário; GA = Grupo Avançado

Figura 1. Análise comparativa do teste *Random Gap Detection Test* entre os três grupos

Legenda = GB = Grupo Básico; GI = Grupo Intermediário; GA = Grupo Avançado

Figura 2. Análise comparativa da latência do componente N1 entre os três grupos

DISCUSSÃO

A discussão comparativa entre os valores obtidos com resultados de estudos prévios é imprecisa porque não há estudos mostrando a diferenciação entre as orelhas para os potenciais exógenos do PEALL; os parâmetros de análise dos registros convergem somente para o potencial endógeno P3 em relação à latência e à amplitude. Poucos estudos têm focado nos demais componentes do PEALL. Portanto, não será possível discutir com estudos de bilinguismo, uma vez que não há pesquisas com o mesmo enfoque. A discussão será feita explorando o que já foi pesquisado sobre os potenciais exógenos até o momento em sua ordem de latência (P1, N1, P2, N2 e P3), mostrando, assim, a importância de estudos que se aprofundem nessa investigação.

Por meio da utilização de estímulos verbais, é possível obter informações adicionais sobre os processos biológicos envolvidos no processamento de fala. Assim, tais estímulos são de grande valor para a prática clínica, uma vez que fornecem informações complementares às obtidas pela avaliação comportamental padrão, seja por razões cognitivas, auditivas e/ou linguísticas¹⁴. Portanto, esse estudo foi direcionado à influência do aprendizado de uma segunda língua no processamento auditivo, utilizar estímulos não verbais acarretaria na não fidedignidade dos resultados, como já analisado em um estudo nacional recente que comparou diferentes estímulos verbais e *tone burst*. O estudo verificou que não houve diferenças estatísticas para os componentes P1, N1 e P2 entre os quatro estímulos utilizados; no entanto, houve diferença estatística para N2 e P3, com menores

valores de latência para o estímulo *tone burst*. Esses resultados nos fazem pensar que talvez o estímulo *tone burst* oferece baixa sensibilidade para captar sujeitos alterados. Além disso, foi estatisticamente significativa a maior latência de P3 com o estímulo verbal /ba/ e /ga/ e a maior latência para N2 com o estímulo verbal /ba/ e /di/, não havendo diferença para a amplitude de P3 entre os quatro estímulos¹⁷.

O componente P1 é uma onda positiva, capaz de refletir alterações no sistema nervoso auditivo central (SNAC), gerada pela atividade do circuito tálamo-cortical na estimulação de sons, decorrentes da plasticidade neuronal, um fenômeno essencial para o desenvolvimento de habilidades auditivas e da linguagem¹⁸.

Vários estudos indicam que a redução do tempo de latência do P1 está associada à melhora dos comportamentos comunicativos (vocalização)¹⁹, da percepção da fala²⁰ e também das habilidades da fala e linguagem de crianças²¹. Esse componente tem sido o mais utilizado como biomarcador da maturação das estruturas do sistema auditivo, principalmente em pesquisas com usuários de implante coclear, no qual a latência é menor quanto maior for o tempo de uso do dispositivo²². Do mesmo modo, estudos recentes afirmam que a onda P1 se desenvolve rapidamente após a ativação do implante coclear, alcançando valores de normalidade entre 3 e 8 meses de uso do dispositivo^{23,24}. No entanto, não foram encontrados estudos abordando a amplitude desse potencial.

No presente estudo, foi verificada diferença estatisticamente significativa entre as orelhas para a amplitude do potencial P1 no GI, com maiores valores para a orelha esquerda (5.21 μ V) quando comparada à direita (4.54 μ V) (Tabela 3). Isso pode significar que a proficiência em nível intermediário da língua inglesa poderia causar certa mudança em relação aos comportamentos comunicativos, apresentando melhora da percepção da fala. Nota-, ainda, que a amplitude da orelha direita se encontra fora dos padrões de normalidade de 5 a 10 μ V¹⁵.

O componente exógeno N1 tem como sítio gerador o córtex auditivo supratemporal, responsável pela atenção e pela decodificação inicial do estímulo. Foi observado, em pesquisa, maior valor para a latência de N1 em escolares com queixa de aprendizagem, evidenciando alterações básicas de processamento auditivo

nessa população²⁵. No entanto, não foram encontrados estudos recentes sobre a amplitude desse potencial.

Neste estudo, foram constatadas diferenças estatisticamente significativas do componente N1 para os três grupos: GB, GI e GA.

No que diz respeito à amplitude de N1 entre orelhas, verificaram-se maiores valores para a orelha esquerda no GB e no GI, com médias, respectivamente, de 8.17 μ V quando comparada à direita de 7.54 μ V (Tabela 2) e 7.23 μ V para a esquerda quando comparada à direita de 6.82 μ V (Tabela 3). Notou-se que os maiores valores de amplitude foram verificados para o nível intermediário de proficiência na língua inglesa, embora todos estejam dentro dos padrões de normalidade de 5 a 10 μ V¹⁵.

Em relação à latência do exógeno N1, foi constatada diferença estatística para o GA, com maiores valores para a orelha esquerda, com 100.00 ms, quando comparada à direita de 95.69 ms (Tabela 4). Ainda na comparação entre os grupos, houve diferença estatística com maiores valores de orelha direita para o GB, com média de 103,85 ms, quando comparados ao GI, com 101,69 ms, e ao GA com 95,69 ms (Tabela 6). Constatou-se, ainda, que o GA provavelmente possui maior rapidez de atenção e decodificação inicial do estímulo. Foi notável que ambos estão dentro dos padrões de normalidade de 80 e 150 ms¹⁵.

A onda P2 possui geradores em diversas regiões do córtex auditivo primário e secundário e no sistema reticular, áreas que estão associadas à atenção que o indivíduo dá ao estímulo sonoro e à inibição do processamento de estímulos competitivos, o qual, por sua vez, relaciona-se às características acústicas e temporais do estímulo²⁶. Há um estudo recente no qual crianças com transtorno de déficit de atenção e hiperatividade (TDAH) apresentaram maior amplitude de onda P2, o que sugere que essas crianças precisariam de maior ativação dos sítios geradores para garantir que se mantivessem atentas e, conseqüentemente, discriminassem os estímulos raros dos frequentes²⁷. Em outro estudo, a latência do componente exógeno P2 teve aparecimento tardio em escolares com transtorno de aprendizagem, evidenciando um déficit na codificação e na caracterização da informação recebida pela via auditiva central²⁵.

Tabela 6. Comparação entre os grupos, por orelha, para o teste Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência

| Grupo | VARIÁVEL | N | MÉDIA | D.P. | MÍN | Q1 | MEDIANA | Q3 | MÁX | VALOR-P* |
|-------|----------|----|--------|-------|--------|--------|---------|--------|--------|--------------------|
| GB | P1_OD | 13 | 55.38 | 9.36 | 42.00 | 48.00 | 58.00 | 62.00 | 72.00 | P=0.173 |
| | AmpP1_OD | 13 | 4.49 | 2.41 | 2.38 | 2.88 | 3.72 | 5.44 | 11.10 | P=0.736 |
| | N1_OD | 13 | 103.85 | 9.98 | 90.00 | 100.00 | 104.00 | 108.00 | 130.00 | *P=0.044(B) |
| | AmpN1_OD | 13 | 7.54 | 2.85 | 3.20 | 5.74 | 6.57 | 9.38 | 13.33 | P=0.755 |
| | P2_OD | 13 | 181.38 | 21.98 | 154.00 | 166.00 | 172.00 | 202.00 | 218.00 | P=0.587 |
| | AmpP2_OD | 13 | 5.62 | 2.75 | 1.52 | 4.31 | 4.96 | 8.62 | 10.18 | P=0.520 |
| | N2_OD | 13 | 262.62 | 30.05 | 196.00 | 248.00 | 262.00 | 286.00 | 304.00 | P=0.922 |
| | AmpN2_OD | 13 | 3.45 | 1.98 | 0.34 | 2.17 | 3.95 | 4.69 | 6.17 | P=0.484 |
| | P3_OD | 13 | 328.15 | 29.10 | 286.00 | 306.00 | 330.00 | 340.00 | 392.00 | P=0.971 |
| | AmpP3_OD | 13 | 6.86 | 2.95 | 3.34 | 4.93 | 5.35 | 9.87 | 11.64 | P=0.074 |
| | P1_OE | 13 | 59.38 | 10.34 | 44.00 | 52.00 | 58.00 | 60.00 | 84.00 | P=0.093 |
| | AmpP1_OE | 13 | 4.97 | 2.97 | 1.72 | 3.45 | 3.87 | 5.86 | 13.01 | P=0.505 |
| | N1_OE | 13 | 104.92 | 9.65 | 88.00 | 102.00 | 104.00 | 108.00 | 128.00 | P=0.528 |
| | AmpN1_OE | 13 | 8.17 | 3.18 | 2.68 | 6.90 | 7.26 | 9.53 | 14.76 | P=0.714 |
| | P2_OE | 13 | 182.31 | 20.48 | 154.00 | 168.00 | 178.00 | 196.00 | 218.00 | P=0.300 |
| | AmpP2_OE | 13 | 6.08 | 2.85 | 1.00 | 4.50 | 5.70 | 8.49 | 10.75 | P=0.517 |
| | N2_OE | 13 | 264.00 | 31.23 | 190.00 | 242.00 | 270.00 | 286.00 | 302.00 | P=0.792 |
| | AmpN2_OE | 13 | 3.57 | 2.25 | 0.54 | 2.19 | 3.93 | 5.15 | 6.84 | P=0.725 |
| | P3_OE | 13 | 327.08 | 31.49 | 272.00 | 296.00 | 340.00 | 346.00 | 386.00 | P=0.955 |
| | AmpP3_OE | 13 | 6.53 | 2.81 | 1.81 | 4.50 | 6.31 | 9.26 | 10.52 | P=0.307 |
| GI | P1_OE | 13 | 48.62 | 15.22 | 22.00 | 42.00 | 56.00 | 60.00 | 68.00 | |
| | AmpP1_OE | 13 | 5.21 | 2.51 | 1.15 | 3.48 | 4.94 | 7.29 | 8.90 | |
| | N1_OE | 13 | 103.38 | 9.11 | 88.00 | 96.00 | 102.00 | 112.00 | 114.00 | |
| | AmpN1_OE | 13 | 7.23 | 2.89 | 2.65 | 4.66 | 7.55 | 9.39 | 12.27 | |
| | P2_OE | 13 | 170.46 | 17.59 | 142.00 | 164.00 | 168.00 | 172.00 | 202.00 | |
| | AmpP2_OE | 13 | 4.75 | 2.33 | 0.48 | 3.39 | 5.08 | 6.10 | 7.83 | |
| | N2_OE | 13 | 259.38 | 36.85 | 180.00 | 258.00 | 272.00 | 278.00 | 294.00 | |
| | AmpN2_OE | 13 | 3.32 | 2.65 | 0.40 | 1.39 | 3.38 | 3.77 | 9.12 | |
| | P3_OE | 13 | 322.31 | 28.06 | 250.00 | 316.00 | 320.00 | 346.00 | 354.00 | |
| | AmpP3_OE | 13 | 5.88 | 2.63 | 2.07 | 4.16 | 6.10 | 8.05 | 9.48 | |
| | P1_OD | 13 | 50.15 | 14.46 | 20.00 | 38.00 | 52.00 | 62.00 | 66.00 | |
| | AmpP1_OD | 13 | 4.54 | 2.40 | 0.49 | 3.12 | 4.21 | 7.04 | 7.83 | |
| | N1_OD | 13 | 101.69 | 9.72 | 84.00 | 96.00 | 102.00 | 110.00 | 118.00 | |
| | AmpN1_OD | 13 | 6.82 | 2.57 | 1.87 | 5.71 | 7.49 | 8.57 | 11.48 | |
| | P2_OD | 13 | 169.85 | 17.16 | 138.00 | 160.00 | 170.00 | 176.00 | 200.00 | |
| | AmpP2_OD | 13 | 4.06 | 2.00 | 0.24 | 2.67 | 4.38 | 5.34 | 6.92 | |
| | N2_OD | 13 | 259.23 | 36.77 | 174.00 | 256.00 | 268.00 | 284.00 | 288.00 | |
| | AmpN2_OD | 13 | 3.26 | 2.56 | 0.77 | 1.50 | 2.79 | 3.79 | 8.58 | |
| | P3_OD | 13 | 325.23 | 28.09 | 254.00 | 316.00 | 320.00 | 338.00 | 366.00 | |
| | AmpP3_OD | 13 | 5.62 | 2.81 | 2.15 | 3.34 | 5.82 | 7.69 | 11.44 | |

| Grupo | VARIÁVEL | N | MÉDIA | D.P. | MÍN | Q1 | MEDIANA | Q3 | MÁX | VALOR-P* |
|-------|----------|----|--------|-------|--------|--------|---------|--------|--------|----------|
| GA | P1_OD | 13 | 45.69 | 13.71 | 20.00 | 36.00 | 52.00 | 56.00 | 64.00 | |
| | AmpP1_OD | 13 | 3.88 | 1.10 | 1.65 | 3.24 | 3.83 | 4.07 | 6.17 | |
| | N1_OD | 13 | 95.69 | 7.11 | 80.00 | 94.00 | 96.00 | 98.00 | 108.00 | |
| | AmpN1_OD | 13 | 6.88 | 3.05 | 2.86 | 5.38 | 5.87 | 8.86 | 14.32 | |
| | P2_OD | 13 | 176.92 | 26.14 | 146.00 | 158.00 | 168.00 | 196.00 | 226.00 | |
| | AmpP2_OD | 13 | 4.81 | 2.78 | 0.48 | 2.22 | 4.98 | 6.65 | 9.55 | |
| | N2_OD | 13 | 259.54 | 41.49 | 188.00 | 240.00 | 278.00 | 280.00 | 300.00 | |
| | AmpN2_OD | 13 | 2.55 | 1.91 | 0.55 | 1.14 | 1.83 | 3.86 | 6.69 | |
| | P3_OD | 13 | 328.77 | 17.46 | 306.00 | 316.00 | 324.00 | 338.00 | 370.00 | |
| | AmpP3_OD | 13 | 4.24 | 1.78 | 0.71 | 4.08 | 4.23 | 4.96 | 6.92 | |
| | P1_OE | 13 | 48.77 | 11.12 | 26.00 | 44.00 | 52.00 | 56.00 | 62.00 | |
| | AmpP1_OE | 13 | 4.09 | 1.33 | 2.26 | 3.09 | 4.04 | 5.05 | 6.93 | |
| | N1_OE | 13 | 100.00 | 8.49 | 82.00 | 98.00 | 102.00 | 104.00 | 114.00 | |
| | AmpN1_OE | 13 | 7.63 | 4.06 | 3.49 | 4.86 | 7.03 | 9.58 | 18.87 | |
| | P2_OE | 13 | 174.77 | 23.13 | 148.00 | 158.00 | 166.00 | 190.00 | 226.00 | |
| | AmpP2_OE | 13 | 5.39 | 3.02 | 0.81 | 3.82 | 5.66 | 6.41 | 10.68 | |
| | N2_OE | 13 | 264.62 | 34.04 | 188.00 | 262.00 | 278.00 | 286.00 | 296.00 | |
| | AmpN2_OE | 13 | 2.92 | 2.01 | 0.43 | 1.42 | 2.75 | 3.45 | 7.27 | |
| | P3_OE | 13 | 325.54 | 17.42 | 298.00 | 316.00 | 324.00 | 338.00 | 364.00 | |
| | AmpP3_OE | 13 | 4.81 | 2.01 | 1.18 | 4.15 | 5.26 | 5.98 | 8.25 | |

DIFERENÇAS SIGNIFICANTES PELO TESTE DE COMPARAÇÕES MÚLTIPLAS DE DUNN ($P < 0.05$):

* Valor-P referente ao teste de Kruskal-Wallis para comparação dos valores entre os três grupos.

Legenda de medidas: PEALL latências (ms) e amplitudes (μV) e RGDT (ms). (B) 'GB' \neq 'GA'.

GB = Grupo Básico; GI = Grupo Intermediário; GA = Grupo Avançado

Como resultado desse estudo, no que se refere à amplitude de P2, houve diferenças estatísticas com maiores valores para a orelha esquerda no GB, no GI e no GA, com médias, respectivamente, de $6.08 \mu V$ quando comparada à direita de $5.62 \mu V$ (Tabela 2), $4.75 \mu V$ para a orelha esquerda e $4.06 \mu V$ para a orelha direita (Tabela 3) e $5.39 \mu V$ para a orelha esquerda e $4.81 \mu V$ para a orelha direita (Tabela 4). Todos os valores de amplitude se encontram dentro dos padrões de normalidade entre 3 e $6 \mu V^{15}$. No entanto, essa normativa é para o estímulo *tone burst*; ainda não há estudos com valores de normalidade para esse potencial cortical.

A onda N2 é considerada um componente misto por ser eliciada tanto por fatores exógenos quanto por fatores endógenos²⁸. Este potencial contribui para a discriminação física das características acústicas dos estímulos e também se relaciona a fatores endógenos relativos ao processamento auditivo sensorial, responsável pelas atividades de atenção, de percepção, de discriminação e de reconhecimento dos sons. Em um estudo atual, a resposta passiva e automática pré-atencional, eliciada pela discriminação de um estímulo raro, em meio aos estímulos frequentes, durante o registro do PEALL, deu-se de forma deficitária

nos escolares com dificuldade de aprendizagem, sendo indicador de que as funções de discriminação e atenção se apresentavam alteradas²⁵.

Em relação à amplitude de N2, verificaram-se diferenças estatísticas no GA, com maiores valores para a orelha esquerda, com médias de $2.92 \mu V$ para a orelha esquerda e de $2.55 \mu V$ para a orelha direita (Tabela 4). No entanto, os valores encontram-se fora dos padrões de normalidade de 8 a $15 \mu V^{15}$.

O componente P3 é considerado um potencial cognitivo, diferentemente dos demais, pois corresponde à atividade elétrica que ocorre no sistema auditivo quando há a discriminação do estímulo raro entre os frequentes, relacionado com a cognição, a memória e a atenção auditiva²⁹. Um estudo investigou as diferenças inter-hemisféricas relacionadas à amplitude e à latência do P3³⁰, no entanto, não foram encontrados resultados significantes, o que contradiz dados publicados previamente, segundo os quais a amplitude do P3 é significativamente maior do que no hemisfério direito³¹.

Estudos recentes já demonstraram influência do estímulo de fala para os componentes N2 e P3. A diferença entre os estímulos foi entre contrastes de fala consonantal (/ba/-/da/) e vocálico (/i/-/a/). Tal pesquisa

foi realizada com 31 indivíduos sem alterações auditivas, neurológicas e de linguagem na faixa etária de 7 a 30 anos³². Esses componentes estão relacionados com o processamento de identificação e com a atenção ao estímulo raro, com relação positiva entre o valor de sua latência e o nível de dificuldade da tarefa de discriminação³³.

Para o GA, verificou-se diferença estatisticamente significativa entre as orelhas para a amplitude do potencial P3, com maiores valores para a orelha esquerda, com média de $4.81\mu V$, e $4.24\mu V$ para a orelha direita (Tabela 4). Ao se comparar a presente pesquisa com estudos que estabeleceram valores normativos de amplitude, foi obtida a amplitude mínima de $3\mu V$ ¹⁶. No entanto, esses valores de referência foram obtidos por meio do estímulo *tone burst*, por ser o mais utilizado na prática clínica.

No presente estudo, os melhores resultados para a orelha esquerda nos componentes exógenos fazem-nos pensar no que poderia estar acontecendo com a dominância hemisférica em pessoas em diferentes níveis de proficiência da língua inglesa, uma vez que, para indivíduos destros, a dominância hemisférica geralmente é a esquerda. Isso pode indicar que, os dois hemisférios estariam sendo beneficiados, portanto, a segunda língua criaria uma maior participação do hemisfério direito, pressupondo que o indivíduo que aprende uma segunda língua após a aquisição completa da língua materna recruta mais conexões neuronais do hemisfério direito, diferentemente dos bilíngues simultâneos.

A maior parte dos investigadores é consensual na atribuição, para a maioria dos falantes monolíngues, da dominância do hemisfério esquerdo para a linguagem. No que diz respeito aos bilíngues, existem controvérsias sobre a sua lateralização. Há propostas de que haverá ou uma dominância do hemisfério esquerdo para as duas línguas, ou uma menor lateralização à esquerda para a linguagem nos bilíngues ou, ainda, diferenças de lateralização nos bilíngues para as duas línguas. Alguns estudos encontraram diferenças na direção de um maior envolvimento do hemisfério direito^{34,35}.

O teste RGDT, neste estudo, foi realizado de modo binaural, ou seja, nos dois ouvidos simultaneamente, o que vai ao encontro de estudos que verificaram a ausência de vantagem de uma orelha sobre a outra para procedimentos de detecção de gap^{36,37}. Este teste avalia a habilidade de resolução temporal, a qual se mostra sensível à frequência do som, bem como o seu

tempo de surgimento, e contribui significativamente para a capacidade de representar o tempo de componentes foneticamente importantes dos sinais de fala³⁸.

Portanto, notou-se diferença significativa entre os grupos com o teste RGDT, mostrando menores valores para o GA, com médias de 6.14 ms para o GB, 4.17 ms para o GI e 3.88 ms para o GA (Figura 1) e (Tabela 5). Todos os grupos se encontram dentro dos padrões de normalidade, ao considerar a média das quatro frequências sonoras menor ou igual a 10ms³⁹.

Isso se deve provavelmente ao aprimoramento da habilidade de resolução temporal, decorrente do nível mais avançado de estudo da língua inglesa, uma vez que ela é imprescindível para a compreensão de fala no que diz respeito à capacidade de representar o tempo de componentes foneticamente importantes⁴⁰ tanto para a língua portuguesa quanto para a inglesa. Portanto, um maior grau de proficiência da segunda língua é diretamente proporcional ao melhor desempenho na habilidade de resolução temporal.

O estudo realizado apresentou limitações importantes quanto à sua população, à sua amostra e ao tempo demandado. Houve grande dificuldade em coletar parte da população definida para este estudo. Quanto aos estudantes de escolas de idiomas, houve restrição em relação à composição dos grupos, porque não há como saber se o nível no qual o aluno se esquadra no curso de inglês realmente reflete sua proficiência na língua, já que cada escola/estabelecimento de ensino possui diretrizes curriculares que direcionam o aprendizado e a evolução do aluno nos níveis padronizados. O critério utilizado por cada estabelecimento de ensino varia de acordo com os interesses de cada diretor de ensino, não podendo ser tomado como parâmetro totalmente fidedigno.

Além disso, devido ao tamanho da amostra, que apresentou número elevado, dispendeu-se tempo superior ao programado para compor todos os grupos.

O baixo número de referências bibliográficas atuais poderá ocasionar dificuldade para a publicação em revistas científicas, mostrando a necessidade de mais estudos sobre o assunto, principalmente sobre os componentes exógenos do teste PEALL, que foram pouco explorados. Da mesma forma, a limitação de estudos dificultou o posicionamento da autora na discussão.

A partir deste estudo, foi possível evidenciar a necessidade de pesquisas que englobem os potenciais exógenos do PEALL, assim como de estudos com indivíduos em processo de bilinguismo da língua

inglesa para que se possam realizar discussões mais abrangentes acerca desse tema, que poderão contribuir ainda mais com as evidências dos benefícios do bilinguismo.

CONCLUSÃO

Pode-se concluir que o nível de proficiência avançada da língua inglesa estimula a velocidade de conexões neurais desencadeando a ocorrência mais rápida do potencial N1, assim a habilidade de resolução temporal é significativamente melhor à medida que o tempo de estudo aumenta.

REFERÊNCIAS

- Pereira LN. A Relação do bilinguismo com capacidades cognitivas: memória de trabalho, atenção, inibição e processamento de discurso [dissertação]. Porto Alegre (RS): Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul; 2012.
- Savedra MMG, Liberto H, Carapeto-conceição R. Questões de interculturalidade no ensino da língua alemã como segunda língua DaZ (Deutsch als Zweitsprache): o caso dos “ovinhos de Páscoa” (Ostereier). Pandaemonium ger. [periódico na internet]. 2010 Out [acessado em 18 de abril 2016]; 2(16): [204-19]. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php>
- Almeida filho JCP. Dimensões comunicativas no ensino de línguas. Ed. 4, Campinas, São Paulo: Pontes Editoras; 2007.
- American Academy of Audiology. Clinical Practice Guidelines: Diagnosis, Treatment and Management of Children and Adults with Central Auditory Processing Disorder. August, 2010.
- Zaidan E, Garcia AP, Tedesco MLF, Baran JA. Desempenho de adultos jovens normais em dois testes de resolução temporal. Pró-Fono R. Atual. Cient. 2008;20(1):19-24.
- Reis ACMB. Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência: 231-59. In: Becilacqua MC, Martinez MAN, Balen SA, Pupo AC, Reis ACMB, Frota S. Tratado de Audiologia. São Paulo. 2011. p. 880.
- Duarte JL, Alvarenga KF, Banhara MR, Mello ADP, Sás RM, Filho OAC. Potencial evocado auditivo de longa latência-P300 em indivíduos normais: valor do registro simultâneo em Fz e Cz. Braz. j. otorhinolaryngol. 2009;75(2):23-6.
- Horst A, Kruszielski L. Bilinguismo infantil e suas implicações cognitivas. *Pediatr. mod*; 2013;49(10):452-6.
- Mendonça PVCF, Fleith DS. Relação entre criatividade, inteligência e autoconceito em alunos monolíngues e bilíngues. *Psicologia Escolar e Educacional*. 2005;9(1):59-70.
- Araújo LMM, Feniman MR, Carvalho FRP, Lopes-herrera SA. Ensino da Língua Inglesa: contribuições da fonética, fonologia e do processamento auditivo. *Pró-Fono R. Atual. Cient*. 2010;22(3):183-8.
- Abello-contesse C. Age and the critical period hypothesis. *ELT Journal*. 2009; 63(2):170-2.
- Lloyd II. & Kaplan, 1978 apud Momensohn-Santos TM, Russo ICP, Brunettoborgianni LM. Interpretação dos resultados da avaliação audiológica. In: momensohn-Santos TM, Russo ICP. *Prática da audiologia clínica*. São Paulo: Cortez, 2007. p. 291-310.
- Wilson RH, Strouse AL. Audiometria com estímulos de fala. In: Musiek FE, Rintelmann WF. *Perspectivas atuais em avaliação auditiva*. São Paulo: Manole; 2001. p.21-56.
- Massa CGP, Rabelo CM, Matas CG, Schochat E, Samelli AG. P300 with verbal and nonverbal stimuli in normal hearing adults. *Braz. j. otorhinolaryngol*. 2011;77(6): 686-90.
- Mcpherson DL. *Late potentials of the auditory system*. San Diego: Singular Publishing Group, 1996.
- Oliveira JC, Murphy CFB, Schochat E. Processamento auditivo (central) em crianças com dislexia: avaliação comportamental e eletrofisiológica. *CoDAS*. 2013; 25(1):39-44.
- Oppitz SJ, Didoné DD, Silva DD, Gois M, Folgearini J, Ferreira GC, Garcia MV. Auditory evoked potentials of long latency with verbal and nonverbal stimuli. *Braz. j. otorhinolaryngol*.http://oldfiles.bjorl.org/conteudo/acervo/visualiza_espanhol_ahad_print.asp?id=11515. No prelo. 2015.
- Jang JH, Jang HK, Kim SE, Oh SH, Chang SO, Lee JH. Analysis of P1 latency in normal hearing and profound sensorineural hearing loss. *Clin Exp Otorhinolaryn*. 2010;3(4):194-8.
- Boéchat EM. Plasticidade e amplificação. In: Fernandes FDM, Mendes BCA, Nava, ALPGP, editores. *Tratado de fonoaudiologia*. São Paulo: Roca; 2010. p.160-8.

20. Sharma A, Nash AA, Dorman M. Cortical development, plasticity and re-organization in children with cochlear implants. *J Comm Disord.* 2009;42(4):272-9.
21. Sharma A, Martin K, Roland P, Bauer P, Sweeney MH, Gilley P et al. P1 latency as a biomarker for central auditory development in children with hearing impairment. *J Am Acad Audiol.* 2005;16(8):564-73.
22. Sharma A, Dorman MF, Kral A. The influence of a sensitive period on central auditory development in children with unilateral and bilateral cochlear implants. *Hear Res.* 2005;203(1-2):134-43.
23. Alvarenga KF, Vicente LC, Lopes RCF, Ventura LMP, Bevilacqua MC, Moret ALM. Desenvolvimento do potencial evocado auditivo cortical P1 em crianças com perda auditiva sensorineural após o implante coclear: estudo longitudinal. *CoDAS.* 2013;25(6):521-6.
24. Silva LAF, Coutob MIV, Tsujic RKT, Bentod RF, Matase CG, Carvalho ACM. Auditory pathways' maturation after cochlear implant via cortical auditory evoked potentials. *Braz. j. otorhinolaryngol.* 2014;80(2):131-7.
25. Regaçone SF, Gução ACB, Giacheti CM, Romero ACL, Frizzo ACF. Potenciais evocados auditivos de longa latência em escolares com transtornos específicos de aprendizagem. *Audiol Commun Res.* 2014;19(1):13-8.
26. Oades RD. Frontal, temporal and lateralized brain function in children with attention deficit hyperactivity disorder: a psychophysiological and neuropsychological viewpoint on development. *Behav Brain Res.* 1998;94(1):83-95.
27. Romero ACL, Capellini AS, Frizzo ACF. Potencial cognitivo em crianças com transtorno do déficit de atenção com hiperatividade. *Braz. j. otorhinolaryngol.* 2013; 79(5):609-15.
28. Hall J. *New handbook of auditory evoked responses.* Boston: Allyn and Bacon, 2006.
29. Francelino EG, Reis CFC, Melo T. O uso do P300 com estímulo de fala para monitoramento do treinamento auditivo. *Distúrb Comun.* 2014;26(1):27-34.
30. Frizzo ACF, Alves RPC, Colafêmina J.F. Potenciais evocados auditivos de longa latência: um estudo comparativo entre hemisférios cerebrais. *Rev Bras Otorrinolaringol.* 2001;67(5):618-25.
31. Jaeger A, Parente MAMP. Cognição e eletrofisiologia: uma revisão crítica das perspectivas nacionais. *Psico-USF.* 2010;15(2):171-80.
32. Alvarenga KF, Vicente LC, Lopes RCF, Silva RA, Banhara MR, Lopes AC, Jacob-corteletti LCB. The influence of speech stimuli contrast in cortical auditory evoked potentials. *Braz. j. otorhinolaryngol.* 2013;79(3):336.
33. Novak GP, Ritter W, Vaughan HG JR, Wiznitzer ML. Differentiation of negative event-related potentials in an auditory discrimination task. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol.* 1990;75(4):255-75.
34. Carroll F. Neurolinguistic processing of a second language: Experimental evidence. In Scarcella R, Krashen S (Eds.). *Research in second language acquisition.* Rowley, Mass: NewburyHouse. 1980. p. 160-80.
35. Galloway L, Scarcella R. Cerebral organization in adult second, language acquisition: Is the right hemisphere more involved? *Brain and Language.* 1982;16(5): 56-60.
36. Musiek FE, Shinn JB, Jirsa R, Bamiou DE, Baran JA, Zaida E. GIN (Gaps-In-Noise) Test Performance in Subjects with Confirmed Central Auditory Nervous System Involvement. *Ear Hear.* 2005;26(6):608-18.
37. Chermak G, Lee J. Comparison of children's performance on four tests of temporal resolution. *J Am Acad Audiol.* 2005;16(8):554-63.
38. Samelli AG, Schochat E. Estudo da vantagem da orelha direita em teste de detecção de gap. *Rev Bras Otorrinolaringol.* 2008;74(2):235-40.
39. Ziliotto K, Pereira LD. Random gap detection test in subjects with and without APD. Trabalho apresentado no 17th American Academy of Audiology - Annual Convention and Exposition. Washington, DC - EUA; p. 30. 2005.
40. Mendonça EBS, Muniz LF, Leal MC, Diniz AS. Aplicabilidade do teste padrão de frequência e P300 para avaliação do processamento auditivo. *Braz. j. otorhinolaryngol.* 2013;79(4):512-21.