



DOSSIÊ: PSICOLINGÜÍSTICA E NEUROLINGÜÍSTICA EM INTERFACES

Processamento de classes de palavras em adultos com e sem gagueira: um estudo sobre a testabilidade da Teoria Integrada da Fluência

Word class processing in adults with and without stuttering: a study on the testability of the Integrated Theory of Fluency

**Débora Vasconcelos
Correia¹**

orcid.org/0000-0001-5839-2738
fgadebora@gmail.com

Janaina Weissheimer²

orcid.org/0000-0002-6318-4906
janaina.weissheimer@gmail.com

Gustavo Lopez

Estivalet¹

orcid.org/0000-0003-3462-4156
gustavoestivalet@hotmail.com

José Ferrari Neto¹

orcid.org/0000-0003-2734-7197
joseferrarin1974@gmail.com

Recebido em: 13/03/2023.

Aprovado em: 13/10/2023.

Publicado em: 20/02/2024.

Resumo: Este artigo apresenta um estudo experimental que objetiva testar a proposição fundamental da Teoria Integrada da Fluência, que é conceber a fluência verbal como uma habilidade linguística. A partir da Linguística, Psicolinguística e Neurociência da Linguagem, investigaram-se componentes de potenciais relacionados a eventos (ERPs) eliciados por palavras de classe aberta e fechada, em adultos com e sem gagueira. A hipótese é que, por ser a fluência verbal uma habilidade linguística, seu desenvolvimento típico está diretamente relacionado aos processos de identificação e acesso a traços formais, enquanto a gagueira, por ser um transtorno da fluência, está relacionada a dificuldades na representação de traços formais no léxico mental e/ou em acessá-los durante a computação *on-line*. Para testá-la, realizou-se um experimento com paradigma misto. Participaram 14 adultos que gaguejam e 14 adultos fluentes, com idade média de 24,6 anos, numa tarefa de leitura silenciosa de frases, concomitante ao registro da atividade elétrica cerebral por meio da eletroencefalografia. Os resultados mostraram que as classes de palavras provocaram distintos ERPs. A análise da atividade elétrica cerebral subjacente ao processo de identificação categorial das palavras foi a principal diferença entre os grupos. Tal constatação contribuiu para a assunção da fluência verbal como uma habilidade linguística.

Palavras-chave: Gagueira. Processamento linguístico. Classes de palavras. ERPs. Teoria.

Abstract: This paper presents an experimental study to test the fundamental proposition of the Integrated Theory of Fluency, which is to conceive verbal fluency as a linguistic skill. Based on Linguistics, Psycholinguistics and Neuroscience of Language, we investigate components of event-related potentials (ERPs) elicited by open and closed class words in the linguistic processing of sentences, in adults with and without stuttering. The hypothesis is that since verbal fluency is a linguistic skill, its typical development is directly related to the processes of identification and access to formal features, while stuttering, being a fluency disorder, is related to difficulties in representing formal features in the mental lexicon and/or in accessing them during on-line computation. To test this hypothesis, a mixed paradigm experiment was carried out. Fourteen adults who stutter and fourteen fluent adults, with mean age of 24.6 years, participated in a task of silent sentence reading, concomitant to the recording of brain electrical activity by means of electroencephalography. The results showed that the word classes provoked distinct ERPs. The analysis of brain electrical activity underlying the categorial word identification process was the main difference between the groups. This finding contributed to the assumption of verbal fluency as a linguistic skill.

KEYWORDS: Stuttering. Linguistic processing. Word classes. ERP's. Theory.



Artigo está licenciado sob forma de uma licença
[Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

¹ Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Programa de Pós-Graduação em Linguística (PROLING), João Pessoa, PB, Brasil.

² Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Programa de Pós-Graduação em Estudos da Linguagem (PPGEL), Natal, RN, Brasil.

Introdução

A gagueira é um transtorno da fluência com início na infância, que faz parte do grupo dos transtornos da comunicação e do neurodesenvolvimento (APA, 2022). A gagueira surge comumente por volta dos 2 aos 6 anos de idade, e há robustas evidências a respeito de sua base genética e de suas características de herdabilidade (Frigerio-Domingues; Drayna, 2017). Por ser um transtorno da fluência, conforme o conceito assumido sobre fluência, a natureza da gagueira poderá ser mais ou menos compreendida e explicada. Afinal, se a gagueira é um transtorno da fluência, deve-se perguntar, primeiramente, o que é fluência.

Classicamente, fluência tem sido concebida como um aspecto de produção da fala que se refere à continuidade, à suavidade, à velocidade e ao esforço com os quais as unidades fonológicas, lexicais, morfológicas e/ou sintáticas da linguagem são expressas (ASHA, 1999). Acontece que essa concepção, mais descritiva do que explicativa, esbarra no embaraço que é comentado por Berwick e Chomsky (2017). O embaraço se refere à confusão entre as propriedades percebidas das línguas, individualmente, e a sua modalidade de saída articulatória, tomadas como o próprio *design* da faculdade da linguagem, o que tem levado a uma concepção muito diferente do seu fenótipo (Berwick; Chomsky, 2017).

Por essa razão, Jackendoff (2017) destaca o papel que a teoria assume em guiar a investigação experimental e assegurar a possibilidade de integração entre os diversos domínios da mente, já que, segundo Chomsky (2017), a investigação evolutiva de algum sistema biológico só pode avançar na medida em que sua natureza é compreendida, pois, na falta desse entendimento, as suas manifestações tendem a parecer caóticas, variáveis e sem propriedades gerais significativas. Nesse cenário, a Teoria Integrada da Fluência se propõe a responder a pergunta "o que é fluência?", e lançar uma proposta conceitual sobre

a natureza da fluência verbal, apresentando-a como uma habilidade linguística (Correia, 2020). Na teoria, o termo verbal foi acrescido à fluência para diferenciá-la das demais fluências estudadas nas Ciências Cognitivas, como a fluência na música, na dança, entre outras.

Conforme a Teoria Integrada da Fluência (Correia, 2020), a fluência verbal faz parte da língua-l (língua interna), ou seja, é concebida como uma das habilidades da competência linguística. Chomsky (1995) apresenta essa competência como um conjunto de capacidades e habilidades mentais que fazem toda e qualquer pessoa ser capaz de produzir e compreender a linguagem. A Teoria Integrada da Fluência foi inspirada nas noções teóricas de Merlo (2006) para o conceito e possíveis componentes da fluência, e proposições de Starkweather (1987) e Cupello (2007) sobre os parâmetros da fluência. Dessa forma, a teoria articula Linguística Gerativa, Psicolinguística e Neurociência da Linguagem, a partir das recomendações de Caplan (1987), para a construção de teorias que se propõem a integrar linguagem e cérebro.

Segundo Correia (2020), o primeiro conjunto argumental da Teoria Integrada da Fluência baseia-se no perfil transversal da fluência verbal para traçado de paralelos com outros domínios cognitivos, e propõe que a sua natureza apresenta a propriedade básica em ser habilidade. Por ser habilidade, a fluência verbal considera, em sua composição, os elementos que, basicamente, constituem as habilidades: os componentes motor, sensorio-perceptual, atencional e mnemônico. Dessa forma, numa representação virtual em um modelo formal de língua, o processamento da fluência verbal envolveria uma cooperação *bottom-up* dos sistemas de interface³.

Baseado na Linguística, Psicolinguística e Neurociência da Linguagem, o segundo conjunto argumental propõe que a natureza da fluência verbal apresenta a propriedade essencial em ser linguística. Dessa forma, considera-se o envolvimento dos componentes da arquitetura da

³ Sistemas de interface são sistemas cognitivos que atuam em parceria com o sistema da linguagem (Chomsky, 2017).

linguagem, principalmente o léxico⁴ e a gramática mental⁵, bem como a cooperação *top-down* do sistema da linguagem no processamento da fluência. E o terceiro conjunto argumental, que se baseia na estrutura, na função e no processamento neural da fluência verbal, propõe que o seu processamento depende da integração de múltiplas bases neurais. Assim, a integração de duas classes de propriedades (ser habilidade e ser linguística) é responsável por explicar a integração das diversas áreas cerebrais e mecanismos de processamento que realizam fisicamente a fluência verbal.

Tal integração justifica a hipótese de a fluência verbal ocupar um possível lugar de interface na arquitetura da linguagem. Na busca por uma teoria mais explicativa sobre a natureza da fluência verbal, concebê-la como habilidade linguística sinaliza sobre como a fluência pode funcionar. Logo, atribui equiparada relevância à competência e à *performance* da linguagem, e viabiliza a inclusão das demais possibilidades de exercício da fluência na externalização da linguagem para além da fala, tais como: a fluência nos gestos que acompanham a fala (Da Fonte, 2014) e nos gestos que apresentam propriedades linguísticas (Snyder, 2009; Kosmala; Candea; Morgenstern, 2019), na leitura (Torppa *et al.*, 2020) e na escrita (Divya, 2019).

Contudo, para que a Teoria Integrada da Fluência pudesse se apresentar como uma possibilidade conceitual a ser considerada sobre a natureza da fluência verbal, de maneira crível e com potencial para desenvolver elevado poder explicativo, a sua proposição fundamental precisaria ser testada. Portanto, é preciso analisar resultados experimentais da disfunção no cérebro de pessoas com reconhecida alteração no objeto de estudo. Nesse caso, a gagueira se mostrou como um transtorno tipicamente caracterizado

como transtorno da fluência, e com consistência em seus achados sobre a atipicidade do sistema nervoso central de quem gagueja (Etchell *et al.*, 2018).

Diante disso, este estudo objetivou testar a proposição fundamental da Teoria Integrada da Fluência a partir da investigação de potenciais relacionados a eventos (ERPs) eliciados por palavras de classe⁶ aberta e fechada em adultos com e sem gagueira. As principais questões da pesquisa dizem respeito à natureza do objeto de estudo: O que é fundamental que aconteça no cérebro de alguém para que ele seja considerado fluente? Quais processos neurais estão envolvidos nessa dinâmica neurofisiológica e de que forma eles interagem?

Em virtude da relação de interdependência conceitual entre as naturezas da fluência e da gagueira, lança-se a hipótese de que o desenvolvimento da fluência verbal está diretamente relacionado à identificação e ao acesso de traços formais, em especial do traço categorial. No caso do desenvolvimento típico, por ser a fluência uma habilidade linguística, esses processos ocorrem de forma ótima. Já o surgimento da gagueira, por ser um transtorno da fluência que inicia na infância, está relacionado com dificuldades na representação dos traços formais no léxico mental e/ou em acessá-los durante a computação *on-line*.

Logo, a previsão é de que a principal distinção entre adultos com e sem gagueira será observada nas assinaturas neurais que refletem o processo de identificação e acesso do traço categorial para as palavras de classe aberta e fechada. Como também se prevê que para o adulto que gagueja, uma vez que a inicialização da gramática mental ocorreu de forma prejudicada na infância, as assinaturas neurais que refletem essa característica desenvolvimental atípica estarão relacionadas à presença de dificuldades na identificação da ca-

⁴ Léxico mental, aqui, é concebido como um repositório de conhecimentos de natureza fonológica, semântica, pragmática e estilística sobre os itens linguísticos (Kenedy, 2013).

⁵ Gramática mental é também conhecida como sistema computacional ou sintaxe, ela é encarregada por retirar as informações do léxico mental para construir derivacionalmente representações sintáticas, por meio de operações computacionais (Kenedy, 2013).

⁶ As classes ou categorias das palavras podem ser determinadas em virtude da atuação do traço de categoria. A *classe aberta* ou de conteúdo é formada pelas palavras de categoria lexical que têm referência no mundo biossocial, cujo núcleo seleciona semanticamente seus argumentos, e o acesso, possivelmente, se dá por uma via sensível ao significado (Kenedy, 2013; Moseley; Pulvermüller, 2014). E a *classe fechada* ou de função corresponde às palavras dotadas de um valor estritamente gramatical, não referencial, tidas como de classe fechada pela raridade de novos itens (Kenedy, 2013).

tegoria das palavras, disponível para estudo como uma biomarca do transtorno. Para investigá-las, utilizaram-se a técnica de eletroencefalografia (EEG) e uma tarefa de leitura silenciosa de frases.

1 Referencial teórico

A principal característica observável da gagueira refere-se à produção excessiva de disfluências, como repetições, bloqueios, prolongamentos, entre outras. Nas crianças que gaguejam, as disfluências ocorrem mais frequentemente nas palavras de classe fechada (Gkalitsiou *et al.*, 2017), e nos adultos com gagueira, as disfluências ocorrem mais frequentemente nas palavras de classe aberta (Au-Yeung; Gomez; Howell, 2003). Um importante componente etiológico da gagueira são as disfunções estruturais e funcionais em áreas cerebrais, como os núcleos da base e suas conexões (Etchell *et al.*, 2018).

Há inúmeras hipóteses sobre fatores que podem estar relacionados à causa da gagueira e, conseqüentemente, envolvidas no processamento da fluência verbal. Dentre elas, destacamos: a hipótese do excesso de dopamina, que propõe estar a gagueira relacionada com elevações atípicas da atividade dopaminérgica cerebral (Maguire; Yeh; Ito, 2012); a hipótese de que disfluências típicas da gagueira, como as repetições, se devem a um desvio no controle de *feedforward* e *feedback* (Civier *et al.*, 2013); a hipótese de déficit no subsistema de monitoramento por uma hipersensibilidade a erros ou imprecisões na previsão (Max *et al.*, 2004); e a hipótese de déficit procedimental na aprendizagem e processamento de sequências perceptuais, motoras e de categorias (Ullman *et al.*, 2020).

Em um arcabouço minimalista, com base em uma perspectiva psicolinguística, Corrêa e Augusto (2011) assumem a hipótese do *bootstrapping* fonológico. De acordo com essa hipótese, os contornos prosódicos, as propriedades rítmicas, o alongamento das vogais e a acentuação tônica podem ser tidas como pistas perceptuais para a análise do material linguístico por parte da criança, por informá-la sobre as possíveis fronteiras oracionais, sintagmáticas e lexicais, tornando o

material linguístico acessível ao seu processador sintático. Assim, a aquisição da linguagem transita de uma análise prosódica e distribucional do material da fala para uma análise sintática dos enunciados linguísticos, como se observa na progressiva especificação de traços formais das categorias funcionais (Corrêa, 2011).

Dessa forma, Corrêa e Augusto (2011) discutem requisitos aquisicionais para o desenvolvimento típico da linguagem, e possíveis *locus* de alteração para o surgimento do Transtorno do Desenvolvimento da Linguagem (TDL). Quémart e Maillart (2016) esclarecem que o TDL é caracterizado pela extrema dificuldade da criança em adquirir a linguagem na ausência de danos neurológicos, déficit intelectual, déficits auditivos ou privação ambiental severa que possam justificar essa dificuldade. Segundo os autores, crianças com TDL apresentam déficits em diversos domínios linguísticos. Contudo, há achados robustos de que também podem apresentar déficits não linguísticos sutis, como na memória operacional ou em habilidades motoras. Ao analisar os quatro possíveis *locus* de alteração que poderiam estar associados ao surgimento do TDL (Corrêa; Augusto, 2011), podemos observar pontos de convergência com estudos que identificaram padrões atípicos no processamento linguístico de quem gagueja.

O primeiro *locus* envolve processos de identificação de propriedades específicas das características formais. Prejuízos nesse *locus* geram dificuldades previstas como a forma mais grave do TDL, que ocorrem por problemas na percepção da informação morfofonológica na interface fônica, na representação da distinção morfofonológica como morfossintática, resultando em categorias funcionais subespecificadas e afetando a compreensão e a produção da linguagem. Além de problemas na inicialização do sistema computacional, que prejudicaria a implementação da sintaxe e o processo de identificação das categorias formais, como o desenvolvimento típico necessita. A respeito do primeiro *locus*, podemos considerar que crianças e adultos com gagueira (Wieland *et al.*, 2015; Liu *et al.*, 2018)

apresentam dificuldades sensório-perceptuais que contribuem para padrões atípicos de desenvolvimento tanto na produção quanto na compreensão da linguagem.

O segundo *locus* refere-se aos processos de implementação da computação *on-line* em decorrência das dificuldades no acesso aos traços formais. As dificuldades mais evidentes seriam observadas na produção da linguagem e implicariam em diferentes tipos de manifestações, como problemas no uso de determinantes, auxiliares e afixos verbais. Em quem gagueja, poderíamos destacar o predomínio de disfluências em palavras de classe fechada na infância (Gkalitsiou *et al.*, 2017). Já no tocante ao terceiro *locus*, que envolve os processos de implementação real da computação sintática, os problemas repercutiriam no parâmetro da ordem de palavras. Destacamos os achados neuroanatômicos sobre a presença de alterações estruturais na via dorsal do circuito da linguagem em adultos com gagueira, responsável pela combinação dos elementos linguísticos em sequência (Kronfeld-Duenias *et al.*, 2016).

Por fim, o quarto *locus*, que trata dos processos pós-sintáticos, a integração entre a informação sintática e informações derivadas do significado dos predicadores podem gerar um processo relativamente tardio de compreensão. Apontamos, aqui, os achados eletrofisiológicos de Murase *et al.* (2016), nos quais adultos com gagueira apresentaram um aumento no componente positivo tardio (na janela de 700 a 850 ms). Apesar do julgamento de congruência sintática na tarefa

experimental ter se dado com a mesma precisão dos adultos fluentes, os pesquisadores presumiram que quem gagueja depende mais do componente positivo tardio para o processamento semântico. Com base no Modelo Integrado da Competência Linguística (Correia; Augusto, 2011), pôde-se observar que a gagueira se relaciona com os quatro possíveis *locus* do TDL. E tal feito nos leva a considerar a gagueira como um transtorno da fluência que afeta o desenvolvimento da linguagem. Porém, essa assunção só pode ser concebida e se mostrar plausível se a fluência verbal for assumida como uma habilidade linguística (Correia, 2020), e não como um aspecto de produção da fala (ASHA, 1999).

2 Método

Trata-se de um estudo teórico e experimental inspirado em Weber-Fox (2001), que analisou ERPs provocados por diferentes classes de palavras em adultos com e sem gagueira. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da instituição de origem, e seguiu o que dispõe a Resolução n. 466 do Conselho Nacional de Saúde (Brasil, 2012).

2.1 Participantes

Participaram 14 adultos que gaguejam — Grupo experimental (AQG) — e 14 adultos fluentes — Grupo controle (AF) —, destros, falantes nativos do português brasileiro, pareados por sexo e idade (Tabela 1).

TABELA 1 – Caracterização da amostra

Participante	Grupo experimental (AQG)				Grupo controle (AF)		
	Idade	Gênero	Escolaridade	Severidade	Idade	Gênero	Escolaridade
1	19	M	2	Leve	19	M	2
2	26	M	2	Leve	26	M	2
3	25	F	2	Leve	25	F	2
4	19	M	2	Leve	19	M	2
5	23	M	2	Leve	23	M	3
6	19	M	2	Leve-Moderada	19	M	1
7	24	F	2	Leve	24	F	2
8	21	M	2	Leve	21	M	2

Grupo experimental (AQG)					Grupo controle (AF)		
Participante	Idade	Gênero	Escolaridade	Severidade	Idade	Gênero	Escolaridade
9	37	M	2	Severa	37	M	2
10	22	M	2	Leve	22	M	2
11	35	M	2	Moderada-Severa	35	M	2
12	19	M	2	Leve-Moderada	19	M	2
13	31	F	4	Moderada	31	F	4
14	25	F	3	Leve	25	F	4
Média	24,6				24,6		

Legenda: 1 = Ensino Médio Completo; 2 = Ensino Superior Incompleto; 3 = Ensino Superior Completo; 4 = Pós-graduação. M = Masculino; F = Feminino.

Fonte: Adaptada de Correia (2020).

Todos os participantes foram avaliados por uma equipe de fonoaudiólogas especialistas em Fluência, conforme Andrade (2011) e Riley (1994), em um projeto de extensão universitária. Todos os participantes referiram acuidade visual dentro da normalidade ou corrigida, sem histórico de danos neurológicos adquiridos e uso de medicamentos psicotrópicos ou com ação psicotrópica. Compuseram o grupo controle apenas voluntários sem transtornos da fluência ou histórico de alteração desenvolvimental da linguagem, assim como compuseram o grupo experimental apenas os voluntários com gagueira, sem outros transtornos da fluência em comorbidade.

Por se tratar de um estudo com AQG, a informação sobre já ter realizado ou estar realizando terapia fonoaudiológica não foi critério de exclusão. Contudo, destaca-se que dos 14 AQG, 5 nunca haviam realizado terapia, 1 estava em assistência fonoaudiológica (o único com gagueira severa) e 8 haviam realizado terapia por algum período na infância ou adolescência.

2.2 Sentenças experimentais

As sentenças experimentais utilizadas foram extraídas do estudo *Stuttering and natural speech processing of semantic and syntactic constraints on verbs*, de Weber-Fox e Hampton (2008), que também foram utilizadas no estudo *Electrophysiological correlates of rapid auditory and linguistic processing in adolescents with specific language*

impairment, de Weber-Fox *et al.* (2010). Ambos os estudos apresentaram as sentenças auditivamente aos seus participantes. Após a autorização das autoras para a utilização das sentenças, tradução e normatização para o português brasileiro, seguimos para a etapa de preparação dos estímulos e programação da tarefa.

O conjunto de sentenças experimentais foi formado por 60 sentenças-controle (C), frases licenciadas pela língua, e 120 com violação verbal em posição medial na frase, sendo 60 com violação gramatical de concordância (VG) e 60 com violação semântica (VS), que variaram em torno de 6 a 13 palavras (Anexo 1). Para garantir que os efeitos encontrados nos ERPs seriam gerados pelas classes de palavras e violações manipuladas, e não seriam decorrentes de um artefato de tradução pouco plausível, as frases foram traduzidas e normatizadas por dois examinadores com proficiência C2 em inglês, conforme a classificação *Common European Framework for Languages* (Council of Europe, 2011), de acordo com as seguintes etapas:

- (1) Tradução das sentenças do inglês para o português brasileiro, realizada pelo primeiro examinador;
- (2) *Back translation* da tradução em português brasileiro para o inglês, realizada pelo segundo examinador;
- (3) Identificação e análise de 15 sentenças sobre as quais houve discordância entre os examina-

dores; (4) Disposição das sentenças discordantes em formulário Google para normatização; (5) Coleta de 31 respondentes que não foram participantes da pesquisa, julgando a plausibilidade das sentenças em uma escala Likert; (6) Análise dos dados da normatização e adoção de critério mais rígido por parte de ambos os examinadores, que consideraram aceitáveis apenas as sentenças que apresentaram plausibilidade igual ou superior a 75% (correspondente aos itens 4 e 5 na escala Likert, apontados como bastante natural e totalmente natural, respectivamente); (7) Identificação de 9 sentenças que foram consideradas não plausíveis e nova tradução dessas sentenças, de maneira mais natural e mantendo a quantidade de 6 a 13 palavras, como originalmente, para garantir que a tradução fosse a mais plausível possível.

Exemplos das sentenças experimentais:

C: Todos / os / dias, / a / vaca / pasta / perto / da / cerca.

VG: Todos / os / dias, / a / vaca / pastam / perto / da / cerca.

VS: Todos / os / dias, / a / vaca / digita / perto / da / cerca.

C: Todos / os / dias, / os / cavalos / galopam / para / o / topo / da / colina.

VG: Todos / os / dias, / o / cavalo / galopam / para / o / topo da colina.

VS: Todos / os / dias, / os / cavalos / cantam / para / o / topo / da / colina.

C: Todos / os / dias, / os / professores / escrevem / pelo / menos / uma / atividade.

VG: Todos / os / dias, / o / professor / escrevem / pelo / menos / uma / atividade.

VS: Todos / os / dias, / os / professores / roem / pelo / menos / uma / atividade.

Essas sentenças experimentais foram selecionadas

por viabilizarem tanto a análise de classes de palavras, quanto de violações sintáticas e semânticas em um mesmo conjunto de estímulos. Neste estudo, trataremos apenas da análise das classes de palavras, por ser considerado o ponto central das discussões aqui propostas. Por isso, codificamos como itens de classe aberta os nomes (N=180), apresentados sempre na quinta palavra de cada frase, e, como itens de classe fechada (N=180), marcamos 6 numerais, 15 conjunções, 18 pronomes, 39 advérbios, 72 preposições e 30 determinantes, apresentados na sétima palavra de cada sentença. As frases foram pseudorandomizadas, para que cada condição fosse igualmente representada nos 6 blocos, contendo 30 frases cada.

2.3 Registro dos ERPs

A aquisição do sinal elétrico foi realizada no BrainVision PyCorder da actiCHamp, por meio de 32 eletrodos posicionados sobre locais homólogos dos hemisférios, conforme o Sistema Internacional 10-20, e fixados em touca elástica (*easycap*). As localizações específicas dos eletrodos foram: na linha média (Fz, Cz, Pz e Oz), nas linhas laterais mediais (Fp1/2, F3/4, FC1/2, C3/4, CP1/2, P3/4, O1/2) e nas linhas laterais (F7/8, FC5/6, T7/8, CP5/6, P7/8, FT9/10, TP9/10), sendo Fpz o eletrodo *ground*. A aquisição do sinal iniciou quando os eletrodos apresentaram impedância igual ou inferior a 10 k Ω . A eletro-oculografia foi registrada por meio dos eletrodos O1 e O2 fixados no canto externo do olho esquerdo e na margem orbital superior esquerda. Os sinais elétricos foram amplificados em uma taxa de amostragem de 1000Hz.

2.4 Procedimentos

A tarefa foi programada no SuperLab 5 (versão 5.0.5). Foram realizados 3 estudos-piloto para testagem da programação e realização dos ajustes necessários. Após os estudos, editamos o tempo de exibição de cada palavra na tela do computador de 200 ms, com intervalo interestímulo de 500 ms (Weber-Fox, 2001), para 300 ms de tempo de exibição da palavra, mantendo

o intervalo de 500 ms, após considerarmos o relato dos voluntários sobre maior conforto visual na leitura com esse ajuste.

Após a avaliação fonoaudiológica, a sessão de coleta de dados foi agendada. Em uma cabine acusticamente tratada, os estímulos foram apresentados em *notebook* DELL Inspiron tipo P66F001, de 15 polegadas, a uma distância de 1,5 metros do participante. Após as instruções iniciais, realizou-se o bloco de prática contendo 6 frases, para experiência do participante com a dinâmica da tarefa. Para cada *trial*, uma sentença era apresentada *Rapid Serial Visual Presentation* (RSVP) no centro da tela, após a exibição de um ponto de fixação (+). Todas as palavras das frases foram configuradas em fonte Arial, estilo regular e tamanho 30. A última palavra de cada frase foi apresentada com a pontuação apropriada de fim do período oracional.

Após o término de cada frase, os participantes foram instruídos a responder a pergunta "Essa é uma boa frase em português?". Para julgá-la, os participantes deveriam considerar se a frase estava bem escrita, para isso, deveria fazer sentido e apresentar concordância verbal. Para cada resposta "Sim", deveriam pressionar o botão verde (direito), e para cada resposta "Não", o botão vermelho (esquerdo) no *response pad*, tipo RB 840 da Cedrus. As respostas foram balanceadas para o uso de ambas as mãos. Após certificar-nos de que a tarefa havia sido bem compreendida, os blocos experimentais eram iniciados. A cada 30 *trials*, uma pausa foi concedida aos participantes, para que eles mesmos indicassem quando estavam prontos para iniciar o próximo bloco, apertando qualquer um dos botões para isso. A sessão durou em torno de 50 a 60 minutos.

2.5 Análise de dados

A análise dos ERPs foi realizada no BrainVision Analyzer, versão 2.2.0.7383. Definiu-se um *baseline* de -100 ms e intervalo de 800 ms após a exibição da palavra, sendo 300 ms de duração da palavra na tela e 500 ms de intervalo interestímulo. Foram rejeitadas as épocas com artefatos musculares e movimentos oculares (aproximadamente, 15%), e

estabelecidos os filtros de 1Hz (*Low Cutoff*), 40Hz (*High Cutoff*) e 60 Hz (*Notch*). Editamos os canais e todas as gravações foram referenciadas aos eletrodos TP9 e TP10. Definimos as condições (classe aberta e classe fechada) e calculamos as médias para cada participante, assim como a *grand average* dos grupos controle e experimental para cada condição.

As medições das médias dos picos de amplitude e latência dos componentes dos ERPs foram quantificadas em relação à voltagem do *baseline* das médias de cada participante, nas seguintes janelas temporais: para os componentes iniciais (fases 0 e 1), de 50-190 ms (N1), 160-300 ms (N2) e 250-400 ms (P3a); para o componente da fase 2, de 350-620 ms (N400); e para os componentes tardios (fase 3), de 550-800 ms (N500-800 e componente positivo tardio — LPC). Essas análises foram realizadas com os sinais adquiridos pelos eletrodos F3/4, F7/8, FC1/2, FC5/6, C3/4 e T7/8.

As análises estatísticas foram realizadas no Action Stat, versão 3.7, onde os resultados foram submetidos à análise da variância (ANOVA), *design* fatorial 2 (grupos) x 2 (tipos de palavras) x 2 (hemisférios). Já os resultados referentes ao julgamento das sentenças foram submetidos ao modelo de regressão binomial. Os valores de significância foram definidos em $p < 0.05$.

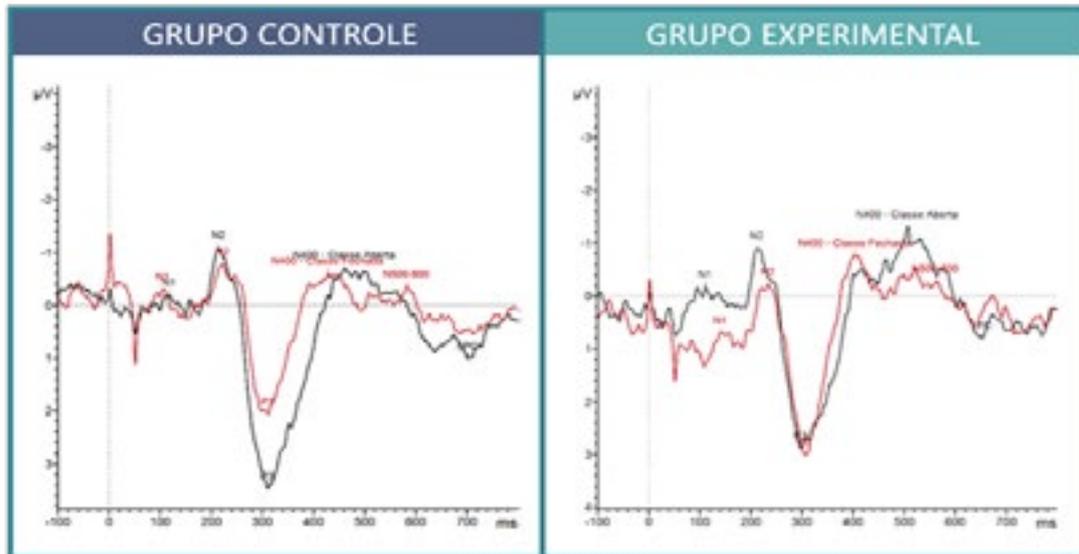
3 Resultados e discussão

3.1 ERPs eliciados por palavras de classe aberta e fechada

3.1.1 Componentes iniciais (fases 0 e 1)

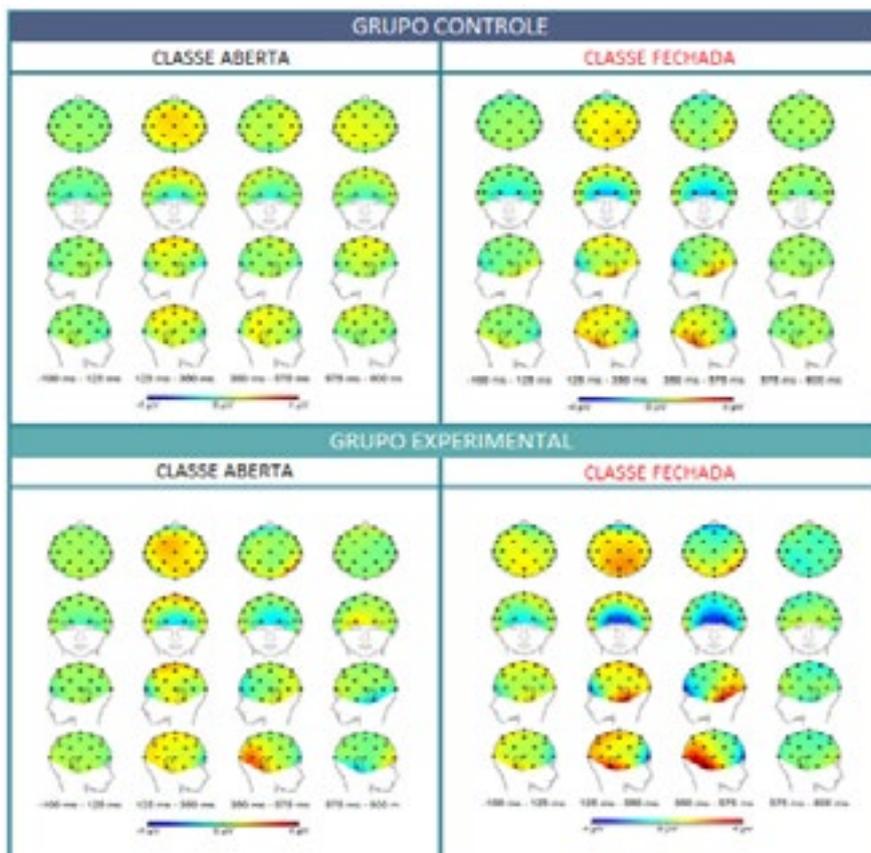
Ambas as classes de palavras provocaram, inicialmente, os componentes N1 e N2, seguido de um P3a e um N400. As palavras de classe aberta evidenciaram, em seguida, um componente positivo tardio (LPC), e as de classe fechada, um amplo deslocamento negativo N500-800 (Figura 1).

Figura 1 – Grand average dos ERPs eliciados pelas palavras de classe aberta (em preto) e classe fechada (em vermelho) no grupo controle e experimental em região frontal do hemisfério esquerdo (F3)



Fonte: Adaptada de Correia (2020).

Figura 2 – Mapas topográficos da atividade elétrica para as 4 fases do processamento das palavras de classe aberta e fechada nos grupos controle e experimental



Fonte: Adaptada de Correia (2020).

3.1.1.1 Sobre o componente N1 (fase 0)

As diferenças entre as classes aberta e fechada foram observadas desde o N1, pois a classe fechada eliciou uma menor média do pico de amplitude⁷ ($-0,48 \mu\text{V}$) quando comparada à classe aberta ($-0,71 \mu\text{V}$) ($F(1,27) = 7,33$ e $p < .006$). Também, desde o N1, os grupos se mostraram distintos ($F(1,27) = 7,81$ e $p < .005$): independentemente do tipo de palavra, a média do pico de amplitude para os AQG ($-0,48 \mu\text{V}$) mostrou-se reduzida quando comparada à média do grupo controle ($-0,71 \mu\text{V}$). No tocante ao pico de latência⁸ do componente N1, efeito de interação foi observado para as variáveis grupo e tipo de palavra ($F(1,27) = 8,07$, $p < .004$): o grupo controle apresentou maior média do pico de latência para as palavras de classe aberta (67,2 ms) e menor para as de classe fechada (61,4 ms), enquanto os AQG apresentaram o padrão oposto, com maior latência para as palavras de classe fechada (73,5 ms) e menor para as de classe aberta (63,5 ms). Efeito de interação também foi observado para as variáveis grupo e hemisfério ($F(1,27) = 4,42$, $p < .035$), no tocante à média do pico de latência: maior latência foi observada no hemisfério esquerdo — HE (67,8 ms) dos AF em relação ao hemisfério direito — HD (60,9 ms), enquanto o padrão oposto foi observado nos AQG (HE: 66,3 ms; HD: 72,3 ms), independentemente do tipo de palavra.

O componente N1 está relacionado à análise visual primária na identificação dos grafemas, assim como no processo de segmentação fonológica e de sequenciamento, que recruta aporte da memória fonológica (Friederici, 2002). Pessoas que gaguejam têm evidenciado em diversas pesquisas distintos padrões nos domínios que envolvem o processamento sensorio-perceptual (Busan *et al.*, 2019); os mecanismos atencionais (Druker *et al.*, 2019); e mnemônicos, que vão da memória operacional (Bowers *et al.*, 2018) à procedimental (Ferrari Neto; Correia, 2014).

Diante dos resultados em N1, concordamos com Pelczarski *et al.* (2019), quando referiram que AQG precisam de recursos procedimentais adicionais, que podem atrasar ou interferir na codificação fonológica-motora envolvida no processamento da leitura. A atenção visuoespacial é a responsável pela modulação do componente N1, sua amplitude e latência são guiadas, principalmente, em virtude das propriedades físicas dos estímulos externos, que o caracterizam como um potencial exógeno (Ahmadi *et al.*, 2018). Palavras de classe fechada têm poucas sílabas, um núcleo simples, são, preferencialmente, átonas, e apresentam fonemas não marcados com baixa amplitude, elevada frequência e distribuição previsível no contexto sintático, enquanto as palavras de classe aberta não seguem um padrão fônico, são em maior quantidade e apresentam frequência variável, o que as torna imprevisíveis no contexto sintático (Correia, 2011). O fato de que os AQG apresentaram maior latência para a classe fechada nos leva a considerar a presença de dificuldades sensorio-perceptuais e/ou atencionais para o processamento de itens linguísticos de natureza gramatical. Tais achados corroboram com a hipótese lançada neste estudo.

Já o padrão de participação hemisférica para os grupos no componente N1 nos leva a refletir sobre as especialidades hemisféricas nessa fase sensorio-perceptual. Stemmer e Rodden (2015) referem que o processamento perceptual e fonológico recruta áreas de ambos os hemisférios, cuja via dorsal do HE é fortemente dominante. Logo, a maior latência do HE observada no grupo controle pode estar relacionada com as demandas da sua especialidade e dominância. Ao passo que os AQG, possivelmente em virtude do volume reduzido na via dorsal esquerda (Kronfeld-Duenias *et al.*, 2016), apresenta um padrão atípico de participação hemisférica, também observado em outros estudos (Weber-Fox; Hart; Spruill III, 2006).

⁷ A amplitude (μV) é definida como a diferença entre a média da tensão inicial pré-estímulo e o maior pico positivo da forma de onda ERP dentro de uma janela de tempo (Polich, 2007).

⁸ A latência (ms) é definida como o tempo desde o início do estímulo até o ponto de máxima amplitude positiva dentro de uma janela de tempo (Polich, 2007).

3.1.1.2 Sobre os componentes N2 e P3a (fase 1)

No componente N2, a distinção entre as classes de palavras foi observada para a média do pico de latência ($F(1,27) = 5,81$ e $p < .016$) e para a amplitude ($F(1,27) = 4,17$ e $p < .004$), independentemente do grupo: de maneira que a média do pico de latência para as palavras de classe fechada foi maior (229 ms) do que para as de classe aberta (223 ms), e a média do pico de amplitude da classe aberta foi maior ($-1,24 \mu V$) do que a da classe fechada ($-1,02 \mu V$). Efeito de interação foi observado para as variáveis grupo e tipo de palavra no tocante à média do pico de latência ($F(1,27) = 5,84$ e $p < .001$): enquanto os AF apresentaram maior latência na classe fechada (232 ms) e menor na aberta (221,2 ms), os AQG apresentaram a mesma média do pico de latência para ambas as classes de palavras (226 ms).

Conforme Friederici (2002), nessa fase, ocorrem os processos de identificação da categoria da palavra e a construção da estrutura sintática, com o aporte da memória para a estrutura sintática, que podemos relacionar à memória procedimental (Ullman *et al.*, 2020). Weber-Fox e Neville (2001) destacam que o pico da latência do segundo componente negativo eliciado pelas palavras de classe fechada, mas não o provocado pelas de classe aberta, tem se mostrado variante em função da proficiência linguística, tanto para falantes nativos do inglês quanto para bilíngues de inglês e chinês. Dessa forma, observamos a relevância dos itens de classe fechada para a gramática mental, a proficiência linguística e, por que também não dizer, para a fluência verbal de alguém.

A latência do N2 propiciou diferenciar adultos com e sem gagueira pela forma como ambos lidam com o parâmetro do tempo na distinção categorial das palavras. Portanto, o efeito de interação observado para as variáveis grupo e tipo de palavra indica-nos que tanto a fluência típica está relacionada com processos ótimos de identificação categorial das palavras, como a gagueira, ao que nos é possível observar, está relacionada com dificuldades nessa identificação

categorial das palavras, evidenciada, inicialmente, na indistinção de picos de latência para o componente N2.

Nos estudos sobre classes de palavras, o N280 tem sido relacionado à classe fechada e o N350 (ou N400) à classe aberta (Weber-Fox, 2001; Neville; Mills; Lawson, 1992; Weber-Fox; Neville, 2001). Contudo, observamos que, nessa fase do processamento, o componente N2 foi seguido por um P3a em ambas as classes de palavras que, por sua vez, foram seguidos por um N400, e apresentaram componentes distintos apenas na fase 3 do processamento. Tal achado é convergente com o Modelo Neurocognitivo para Compreensão de Frases (Friederici, 2002), no qual a distinção categorial das palavras ocorre na fase 1. Neste estudo, observamos que a distinção categorial das classes de palavras ocorreu de maneira mais precoce para os AF e mais tardia para os AQG, o que fortalece a discussão da gagueira ser um transtorno relacionado ao *timing* neural (velocidade da função mental), que parece estar atrasado em comparação ao dos falantes fluentes (Busan, 2019).

No tocante ao P3a, as classes de palavras também apresentaram distinção para a amplitude ($F(1,27) = 29,65$ e $p < .05$), com média do pico de amplitude maior para palavras de classe aberta ($3,7 \mu V$) do que para palavras de classe fechada ($2,9 \mu V$). Os grupos também foram distintos para a média do pico de latência ($F(1,27) = 31,17$ e $p < .05$), pois os AQG apresentaram pico de latência mais precoce (312,4 ms) do que os adultos fluentes (325,7 ms), independentemente da classe da palavra. Efeito principal da média do pico de latência também foi observado para a variável hemisfério ($F(1,27) = 8,39$, $p < .003$): observamos que o HD (322,5 ms) apresentou maior latência do que o HE (315,6 ms), independentemente do grupo e do tipo de palavra.

Em virtude da disposição topográfica frontal, o P3 é designado P3a, pois origina-se, possivelmente, de mecanismos relacionados com a atenção seletiva e a memória de operacional, mediado pela atividade dopaminérgica (Polich, 2007). No componente P3a, o que diferenciou

os grupos foi o efeito principal para a latência. Tal achado nos leva a concordar com Piispala *et al.* (2018), ao referirem que a gagueira envolve uma ampla disfunção cerebral que, provavelmente, também está relacionada com redes atencionais e inibitórias. Portanto, cabe destacar que a latência do P3 é a medida que indexa a velocidade de classificação, que é proporcional ao tempo necessário para detectar e avaliar um estímulo-alvo (Polich, 2007). Já que a identificação categorial das palavras ocorre nos primeiros 300 milissegundos do curso temporal do processamento (Friederici, 2002), a indistinção de picos de latência no componente N2, somada à latência mais precoce do P3a, se apresenta como mais um indicador de dificuldades na identificação categorial das classes de palavras para quem gagueja, que ocorreu ao término da fase 1. Esses achados apoiam a hipótese lançada neste estudo.

Não há um consenso claro sobre quais processos neurais ou cognitivos são refletidos pela onda P3, contudo, esse componente tem sido relacionado a um processo estratégico e não tático, ou seja, algo que é feito para se preparar para o futuro (Luck, 2014). No caso das classes de palavras podemos assumir os itens de classe aberta como raros, e os itens de classe fechada como frequentes, com distribuição previsível no contexto sintático (Corrêa, 2011). Pelo fato de a amplitude do P3 ser dependente da definição da probabilidade da categoria de um estímulo, Luck (2014) destaca que é logicamente necessário que uma diferença na amplitude do P3 entre os estímulos raros e os frequentes signifique que o indivíduo tenha começado a categorizar o estímulo quando essa diferença estiver presente.

Ao analisar a Figura 1, observamos uma sobreposição inicial entre as ondas P3a, acompanhada de uma distinção morfológica mais tardia para quem gagueja. Esse padrão difere do observado no grupo controle, no qual a diferenciação das ondas P3a ocorre logo após o N2. Isso nos leva a considerar a ocorrência de um padrão atípico de velocidade na classificação categorial das palavras para os AQG, que se mostra mais lento e pode ser relacionado às hipóteses de

desvio no controle de *feedforward* e de *feedback* (Civier *et al.*, 2013); de déficit no subsistema de monitoramento por uma hipersensibilidade a erros ou imprecisões na previsão (Max *et al.*, 2004); excesso de dopamina (Maguire; Yeh; Ito, 2012); e déficit procedimental na aprendizagem e no processamento de sequências perceptuais motoras e de categorias (Ullman *et al.*, 2020).

Quanto ao efeito principal para a variável hemisférico no P3a, podemos atribuí-lo à atuação especializada do HE nos processos sintáticos inerentes à fase 1. Stemmer e Rodden (2015) referem que o grau de participação dos hemisférios está diretamente relacionado com o tipo de processamento, o material que está sendo processado e a implicação de outros sistemas cognitivos, como o sistema atencional e o mnemônico.

Cabe destacar que o P3 pode ser utilizado como potencial marcador fenotípico para transtornos, por suas características espectrais se mostrarem significativamente similares entre membros da mesma família biológica (Polich, 2007). Polich (2007) refere que estudos que investigaram pessoas com e sem alterações dopaminérgicas, observaram a possibilidade de o sistema dopaminérgico ser subjacente ao P3a, além de estudos farmacológicos encontrarem mediação dopaminérgica na amplitude e latência do P3. Logo, seria o P3a um potencial biomarcador neural para a gagueira?

3.1.2 N400 (fase 2)

A fase 2 é representada pela janela temporal de 300-500 ms, na qual ocorrem os processos léxico-semânticos e morfossintáticos para atribuição do papel temático, onde se apresenta o componente N400 (Friederici, 2002). A amplitude do N400 foi a medida que diferiu os grupos ($F(1,27) = 14,89$ e $p < .05$): os AQG apresentaram maior média do pico de amplitude ($-1,8 \mu V$) em relação aos AF ($-1,3 \mu V$), independentemente da classe das palavras.

A amplitude do N400 é um índice geral da facilidade ou dificuldade de recuperar o conhecimento conceitual associado a uma palavra ou outros estímulos significativos, dependendo

tanto da representação armazenada quanto das pistas de recuperação fornecidas pelo contexto anterior (Thornhill; Van Petten, 2012). Além do processamento sintático, observamos que os AQG diferiram dos seus pares fluentes também no processamento semântico. Tal achado nos leva a concordar com a hipótese de testabilidade da Teoria Integrada da Fluência (Correia, 2020) para as naturezas da fluência verbal e da gagueira, assim como com as considerações sobre as convergências que há entre a gagueira e os possíveis *locus* que disparam um TDL (Correia; Augusto, 2011). Dessa forma, a gagueira se aloca bem como um transtorno da fluência, se a fluência verbal for assumida como habilidade linguística.

3.1.3 Componentes tardios (fase 3): LPC e N500-800

A fase 3 é a última etapa do processamento e ocorre em uma janela temporal de 500-1000 ms. É nela que a construção sintática, que ocorreu nas janelas iniciais, interage com os processos semânticos da fase 2, gerando os componentes tardios (Friederici, 2002). Neste estudo, ela se estende até 800 ms, conforme a definição das épocas de cada palavra na sentença. Até o momento, tanto as palavras de classe aberta quanto as de classe fechada eliciaram os mesmos componentes, porém, nessa fase, a classe aberta provocou um LPC, e a classe fechada, um N500-800.

Tais achados estão de acordo com os descritos em estudos experimentais sobre classes de palavras (Weber-Fox, 2001; Neville; Mills; Lawson, 1992; Weber-Fox; Neville, 2001). Nessa última fase, também observamos que os grupos permaneceram distintos em ambos os componentes tardios. No LPC, para a medida de latência ($F(1,27) = 9,09$ e $p < .002$), observamos que os AQG eliciaram maior média do pico de latência (693 ms) em relação aos AF (670 ms). Já no N500-800, os grupos foram distintos na medida de amplitude ($F(1,27) = 10,25$ e $p < .001$), pois os AQG apresentaram maior média do pico de amplitude ($-1,47 \mu V$) quando comparados aos AF ($-0,98 \mu V$).

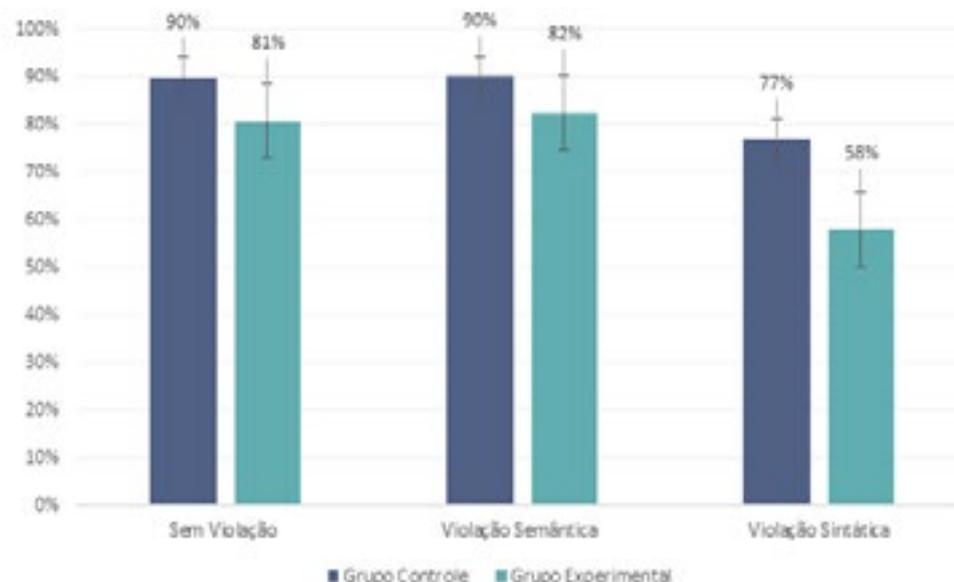
Thornhill e Van Petten (2012) referem-se ao LPC como Positividade Pós-N400 (PNP), e destacam que esse componente é provocado por palavras imprevisíveis, mas que são semanticamente plausíveis nos contextos sentenciáveis. Um estudo japonês (Murase *et al.*, 2016) realizado com 13 AQG e 13 AF, que investigou o processamento semântico de verbos congruentes e incongruentes em posição final de frase, também observou que AQG apresentaram maior latência no LPC provocada pelos verbos em relação aos seus pares fluentes.

O resultado de maior média do pico de amplitude observado para quem gagueja no N500-800 se assemelha ao achado encontrado para o N400 e, na ocasião, nos apoiamos no consenso que há na literatura sobre quanto maior o trabalho para recuperar o conhecimento associado a uma palavra, maior será o N400 (Luck, 2014). Possivelmente, essa mesma consideração se aplique ao N500-800, já que para quem gagueja esse parece ser um processo mais custoso.

3.2 Medidas comportamentais: essa é uma boa frase em português?

O julgamento das sentenças foi submetido ao modelo de regressão binomial. A precisão no julgamento de plausibilidade das sentenças também distinguiu os grupos ($-1,14$, $p < .05$), na qual a estimativa negativa indica que o número de acertos diminuiu para os AQG em relação aos AF, tomados como *baseline*. Assim como a comparação entre as condições de violação sintática ($-1,36$, $p < .05$) e semântica ($-0,35$, $p < .05$) também foram significativas, ou seja, ambas as condições, quando comparadas com a condição neutra (sem violação), induzem um menor número de acertos. A condição grupo (experimental vs controle) apresentou *odds ratio* (razão de chances) menor que 1 (0,31), o que significa que as chances de acertar o julgamento das frases diminuem para os AQG quando comparados aos seus pares fluentes (Gráfico 1).

Gráfico 1 – Porcentagem de acertos no julgamento de plausibilidade das sentenças para os grupos nas condições sem violação, com violação semântica e com violação sintática



Fonte: Adaptada de Correia (2020).

Esses resultados nos levam a considerar que quem gagueja evidenciou menor precisão no julgamento das sentenças como produto da sequência de padrões atípicos de processamento linguístico. Esses achados divergem dos encontrados em Weber-Fox (2001), em que a precisão na detecção das violações semânticas em posição final de frase (que difere do presente estudo) foi semelhante entre os grupos. É importante destacar que, apesar de inspirado na proposta de *design* experimental de Weber-Fox (2001), este estudo fez uso de diferentes sentenças experimentais (Weber-Fox; Hampton, 2008), com violações verbais em posição intermediária da frase, como também de um número maior de participantes.

Conclusão

A Teoria Integrada da Fluência se mostrou testável e com potencial para elevado poder explicativo, pois os achados confirmaram a hipótese lançada no estudo, de que a fluência verbal depende de processos ótimos de identificação e acesso dos traços formais, principalmente o categorial; e o surgimento da gagueira pode estar relacionado com dificuldades na representação dos traços formais no léxico mental e/ou em

acessá-los durante a computação *on-line*. AQG apresentaram padrões atípicos em todas as fases do processamento (sensório-perceptual, sintática, semântica e integrativa), como uma espécie de "efeito cascata", que culminou em uma menor precisão no julgamento de plausibilidade das sentenças experimentais.

A análise da atividade elétrica cerebral subjacente ao processo de identificação categorial das palavras foi a principal diferença entre os adultos com e sem gagueira. O que nos levou a cogitar a possibilidade de o P3a poder ser um biomarcador neural para a gagueira, indicativo de que a inicialização da gramática mental na infância ocorreu de forma prejudicada. Portanto, o conceito mais apropriado para explicar esses achados é o da fluência verbal como habilidade linguística (Correia, 2020). Sugerimos, portanto, que mais estudos continuem a testar a Teoria Integrada da Fluência, no sentido de verificar o alcance de seu poder explicativo.

Referências

AHMADI, Maryam *et al.* Perceptual learning induces changes in early and late visual evoked potentials. *Vision Research*, Oxford, v. 152, p. 101-109, nov. 2018. Disponível em: [10.1016/j.visres.2017.08.008](https://doi.org/10.1016/j.visres.2017.08.008). Acesso em: 31 dez. 2023.

AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION (APA). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders: DSM-5-TR*. Washington: APA Publishing, 2022.

AMERICAN SPEECH AND HEARING ASSOCIATION (ASHA). Terminology pertaining to fluency and fluency disorders: guidelines: ASHA special interest division 4: fluency and fluency disorders. *ASHA Supplement*, Rockville, v. 29, n. 41, p. 29-36, mar./abr. 1999. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10188303/>. Acesso em: 2 jan. 2024.

ANDRADE, Claudia Regina Furquim de et al. *ABFW: teste de linguagem infantil nas áreas de fonologia, vocabulário, fluência e pragmática*. 2. ed. Barueri: Pró-Fono, 2011. v. 1.

AU-YEUNG, James; GOMEZ, Isabel Vallejo; HOWELL, Peter. Exchange of disfluency with age from function words to content words in Spanish speakers who stutter. *Journal of Speech, Language and Hearing Research*, Rockville, v. 46, n. 3, p. 754-765, jun. 2003. Disponível em: [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2003/060\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2003/060)). Acesso em: 31 dez. 2023.

BERWICK, Robert Carl; CHOMSKY, Noam. Why only us: recent questions and answers. *Journal of Neurolinguistics*, Oxford, v. 43, p. 166-177, ago. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jneuroling.2016.12.002>. Acesso em: 31 dez. 2023.

BRASIL. *Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012*. Brasília: Conselho Nacional de Saúde, 2012. Disponível em: <https://conselho.saude.gov.br/resolucoes/2012/Reso466.pdf>. Acesso em: 11 jan. 2024.

BUSAN, Pierpaolo et al. Stuttering as a matter of delay in neural activation: a combined TMS/EEG study. *Clinical Neurophysiology*, Amsterdã, v. 130, n. 1, p. 61-76, jan. 2019. Disponível em: [10.1016/j.clinph.2018.10.005](https://doi.org/10.1016/j.clinph.2018.10.005). Acesso em: 2 jan. 2024.

CAPLAN, David. *Neurolinguistics and linguistic aphasiology: an introduction*. Cambridge: Cambridge University Press, 1987.

CHOMSKY, Noam. Language architecture and its import for evolution. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, Oxford, v. 81, p. 295-300, out. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2017.01.053>. Acesso em: 2 jan. 2024.

CHOMSKY, Noam. *The minimalist program*. Massachusetts: MIT Press, 1995.

CIVIER, Oren et al. Computational modeling of stuttering caused by impairments in a basal ganglia thalamo-cortical circuit involved in syllable selection and initiation. *Brain and Language*, Orlando, v. 126, n. 3, p. 263-278, set. 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.bandl.2013.05.016>. Acesso em: 2 jan. 2024.

COUNCIL OF EUROPE. *Common European Framework of Reference for Languages: Learning, Teaching, Assessment*. Cambridge: Cambridge University Press, 2001.

CORRÊA, Leticia Maria Sicuro; AUGUSTO, Mariana Rosa Ana. Possible loci of SLI from a both linguistic and psycholinguistic perspective. *Lingua*, Amsterdã, v. 121, n. 3, p. 476-486, fev. 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.lingua.2010.10.011>. Acesso em: 2 jan. 2024.

CORRÊA, Leticia Maria Sicuro. Aquisição e processamento da linguagem: uma abordagem integrada sob a ótica minimalista. *Gragoatá*, Niterói, v. 16, n. 30, jun. 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.22409/gragoata.v16i30.32923>. Acesso em: 2 jan. 2024.

CORREIA, Débora Vasconcelos. *Teoria integrada da fluência: afinal, o que é fluência?* 2020. 324 f. Tese (Doutorado em Linguística) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2020. Disponível em: https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/18713?locale=pt_BR. Acesso em: 2 jan. 2024.

CUPELLO, Regina. *Gagueira: uma visão neuropsicológica: avaliação e tratamento*. Rio de Janeiro: Revinter, 2007.

DA FONTE, Renata Fonseca Lima. Fluência/disfluência e gesticulação: compreendendo a aquisição da linguagem de uma criança cega. *Intercâmbio*, São Paulo, v. 29, p. 202-217, 2014. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/intercambio/article/view/20967>. Acesso em: 2 jan. 2024.

DIVYA, John. 'Free writing' versus 'writing fluency'. *Journal of Asia TEFL*, Seoul, v. 16, n. 1, p. 369-376, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.18823/asiate-fl.2019.16.1.26.369>. Acesso em: 2 jan. 2024.

DRUKER, Kerianne et al. Elevated attention deficit hyperactivity disorder symptoms in children who stutter. *Journal of Fluency Disorders*, Amsterdã, v. 59, p. 80-90, mar. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jfludis.2018.11.002>. Acesso em: 2 jan. 2024.

ETCHELL, Andrew C. et al. A systematic literature review of neuroimaging research on developmental stuttering between 1995 and 2016. *Journal of Fluency Disorders*, Amsterdã, v. 55, p. 6-45, mar. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jfludis.2017.03.007>. Acesso em: 2 jan. 2024.

FERRARI NETO, José; CORREIA, Débora Vasconcelos. Memória procedimental e linguagem: um estudo com pessoas que gaguejam falantes do português brasileiro. *Fórum Linguístico*, Florianópolis, v. 11, n. 3, p. 218-233, jul./set. 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.5007/1984-8412.2014v11n3p218>. Acesso em: 2 jan. 2024.

FRIEDERICI, Angela D. Towards a neural basis of auditory sentence processing. *Trends in Cognitive Sciences*, Leipzig, v. 6, n. 2, p. 78-84, fev. 2002. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/s1364-6613\(00\)01839-8](https://doi.org/10.1016/s1364-6613(00)01839-8). Acesso em: 2 jan. 2024.

FRIGERIODOMINGUES, Carlos; DRAYNA, Dennis. Genetic contributions to stuttering: the current evidence. *Molecular Genetics & Genomic Medicine*, Hoboken, v. 5, n. 2, p. 95-102, fev. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/mgg3.276>. Acesso em: 2 jan. 2024.

GKALITSIOU, Zoi et al. Stuttering on function words in bilingual children who stutter: a preliminary study. *Clinical Linguistics & Phonetics*, London, v. 31, n. 10, p. 791-805, jun. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/02699206.2017.1324917>. Acesso em: 2 jan. 2024.

JACKENDOFF, Ray. In defense of theory. *Cognitive Science*, Norwood, v. 41, p. 185-212, mar. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/cogs.12324>. Acesso em: 2 jan. 2024.

- KENEDY, Eduardo. *Curso básico de linguística gerativa: conceitos fundamentais*. São Paulo: Contexto, 2013.
- KOSMALA, Loulou; CANDEA, Maria; MORGENSTERN, Aliyah. Synchronization of (dis)fluent speech and gesture: a multimodal approach to (dis) fluency. *Gesture and Speech in Interaction*, Paderbonr, 2019. Disponível em: <https://hal.science/hal-02360613/document>. Acesso em: 2 jan. 2024.
- KRONFELD-DUENIAS, Vered *et al.* Dorsal and ventral language pathways in persistent developmental stuttering. *Cortex*, Varese, v. 81, p. 79-92, ago. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2016.04.001>. Acesso em: 2 jan. 2024.
- LIU, Meng *et al.* Abnormal processing of prosodic boundary in adults who stutter: an ERP study. *Brain and Cognition*, New York, v. 128, p. 17-27, dez. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2018.10.009>. Acesso em: 2 jan. 2024.
- LUCK, Steven J. *An introduction to the event-related potential technique*. 2. ed. Hong Kong: MIT, 2014.
- MAGUIRE, Gerald A.; YEH, Christopher Y.; ITO, Brandon S. Overview of the diagnosis and treatment of stuttering. *Tokai Journal of Experimental and Clinical Medicine*, Tokyo, v. 4, n. 2, p. 92-97, abr. 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jecm.2012.02.001>. Acesso em: 2 jan. 2024.
- MAX, Ludo *et al.* Unstable or insufficiently activated internal models and feedback-biased motor control as sources of dysfluency: a theoretical model of stuttering. *Contemporary Issues in Communication Science and Disorders*, Rockville, v. 31, p. 105-122, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1044/cicsd.31.S.105>. Acesso em: 2 jan. 2024.
- MERLO, Sandra. *Hesitações na fala semi-espontânea: análise por séries temporais*. 2006. 209 f. Dissertação (Mestrado em Linguística) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.47749/T/UNICAMP.2006.366405>. Acesso em: 2 jan. 2024.
- MOSELEY, Rachel L.; PULVERMÜLLER, Friedemann. Nouns, verbs, objects, actions, and abstractions: local fMRI activity indexes semantics, not lexical categories. *Brain and Language*, Orlando, v. 132, p. 28-42, maio 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.bandl.2014.03.001>. Acesso em: 2 jan. 2024.
- MURASE, Shinobu *et al.* An event-related potential investigation of sentence processing in adults who stutter. *Neuroscience Research*, Shannon, v. 106, p. 29-37, maio 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.neures.2015.10.004>. Acesso em: 2 jan. 2024.
- NEVILLE, Helen J.; MILLS, Debra L.; LAWSON, Donald S. Fractionating language: different neural subsystems with different sensitive periods. *Cerebral Cortex*, Cary, v. 2, n. 3, p. 244-258, maio/jun. 1992. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/cercor/2.3.244>. Acesso em: 2 jan. 2024.
- PELCZARSKI, Kristin M. *et al.* Delayed phonological encoding in stuttering: evidence from eye tracking. *Language and Speech*, Middlesex, v. 62, n. 3, p. 475-493, set. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/0023830918785203>. Acesso em: 2 jan. 2024.
- PIISPALA, Johanna *et al.* Decreased occipital alpha oscillation in children who stutter during a visual Go/Nogo task. *Clinical Neurophysiology*, Amsterdã, v. 129, n. 9, p. 1971-1980, set. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2018.06.022>. Acesso em: 2 jan. 2024.
- POLICH, John. Updating P300: an integrative theory of P3a and P3b. *Clinical Neurophysiology*, Amsterdã, v. 118, n. 10, p. 2128-2148, out. 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2007.04.019>. Acesso em: 2 jan. 2024.
- QUÉMART, Pauline; MAILLART, Christelle. The sensitivity of children with SLI to phonotactic probabilities during lexical access. *Journal of Communication Disorders*, New York, v. 61, p. 48-59, maio/jun. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jcomdis.2016.03.005>. Acesso em: 2 jan. 2024.
- RILEY, Glyndon. *A stuttering severity instrument for children and adults*. Austin: Pro-Ed, 1994.
- SNYDER, Greg. The existence of stuttering in sign language and other forms of expressive communication: sufficient cause for the emergence of a new stuttering paradigm? *Journal of Stuttering, Advocacy & Research*, Mississippi, p. 100-107, 2009. Disponível em: <https://ahn.mnsu.edu/services-and-centers/center-for-communication-sciences-and-disorders/services/stuttering/information-about-stuttering/serious-information/types-of-fluency-disorders/reports-of-unusual-stuttering/the-existence-of-stuttering-in-sign-language-and-other-forms-of-expressive-communication/>. Acesso em: 2 jan. 2024.
- STARKWEATHER, C. Woodruff. *Fluency and stuttering*. New Jersey: Prentice-Hall, 1987.
- STEMMER, Brigitte; RODDEN, Frank A. Functional brain imaging of language processes. In: WRIGHT, James D. (ed.). *International encyclopedia of the social & behavioral sciences*. 2. ed. Oxford: Elsevier, 2015. p. 476-513.
- THORNHILL, Dianne E.; VAN PETTEN, Cyma. Lexical versus conceptual anticipation during sentence processing: frontal positivity and N400 ERP components. *International Journal of Psychophysiology*, Amsterdã, v. 83, n. 3, p. 382-392, mar. 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2011.12.007>. Acesso em: 2 jan. 2024.
- TORPPA, Minna *et al.* Reading comprehension difficulty is often distinct from difficulty in reading fluency and accompanied with problems in motivation and school well-being. *Educational Psychology*, Dorchester, v. 40, n. 1, p. 62-81, out. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/01443410.2019.1670334>. Acesso em: 2 jan. 2024.
- ULLMAN, Michael T. *et al.* The neurocognition of developmental disorders of language. *Annual Review of Psychology*, Palo Alto, v. 71, n. 4, p. 389-417, jan. 2020. Disponível em: doi: 10.1146/annurev-psych-122216-011555). Acesso em: 2 jan. 2024.
- WEBER-FOX, Christine *et al.* Electrophysiological correlates of rapid auditory and linguistic processing in adolescents with specific language impairment. *Brain and Language*, Orlando, v. 115, n. 3, p. 162-181, dez. 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.bandl.2010.09.001>. Acesso em: 1 jan. 2024.

WEBER-FOX, Christine; HAMPTON, Amanda. Stuttering and natural speech processing of semantic and syntactic constraints on verbs. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, Rockville, v. 51, n. 5, p. 1058-1071, out. 2008. Disponível em: [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2008/07-0164\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2008/07-0164)). Acesso em: 1 jan. 2024.

WEBER-FOX, Christine; HART, Laura J.; SPRUILL III, John E. Effects of grammatical categories on children's visual language processing: evidence from event-related brain potentials. *Brain and Language*, Orlando, v. 98, n. 1, p. 26-39, jul. 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.bandl.2006.01.003>. Acesso em: 1 jan. 2024.

WEBER-FOX, Christine; NEVILLE, Helen J. Sensitive periods differentiate processing of open- and closed-class words: an ERP study of bilinguals. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, [s. l.], v. 44, n. 6, p. 1338-53, dez. 2001. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.bandl.2010.09.001>. Acesso em: 11 jan. 2024.

WEBER-FOX, Christine. Neural systems for sentence processing in stuttering. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, Rockville, v. 44, n. 4, p. 814-825, ago. 2001. Disponível em: [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2001/064\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2001/064)). Acesso em: 2 jan. 2024.

WIELAND, Elizabeth A. et al. Evidence for a rhythm perception deficit in children who stutter. *Brain and Language*, Orlando, v. 144, p. 26-34, maio 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.bandl.2015.03.008>. Acesso em: 1 jan. 2024.

Débora Vasconcelos Correia

Tem graduação em Fonoaudiologia pelo Centro Universitário de João Pessoa (UNIPÉ). É doutora em Linguística pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB), com tese sobre a proposição da Teoria Integrada da Fluência premiada pela ANPOLL (2023). É especialista em Fluência pelo Conselho Federal de Fonoaudiologia e em Neurociência Aplicada pela Universidade Federal de Pernambuco. Professora, pesquisadora e coordenadora do Projeto Flua na UFPB.

Janaina Weissheimer

Tem graduação em Letras Português-Inglês pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos. É doutora em Letras/Inglês pela Universidade Federal de Santa Catarina, com estágio pós-doutoral no Kutas Lab (UCSD, 2014) e no Bilingualism, Mind and Brain Lab (UCI, 2023), nos EUA. É professora e pesquisadora na Universidade Federal do Rio Grande do Norte, pesquisadora CNPq nível 2 e coordenadora adjunta da Rede Nacional de Ciência para Educação.

Gustavo Lopez Estivalet

Tem graduação em Letras-Língua Francesa e Literaturas pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). É doutor em Neurociências e Ciências Cognitivas na Université Claude Bernard Lyon 1 (UCBL), com estágio pós-doutoral no Laboratório da Linguagem e Processos Cognitivos - LabLing (UFSC, 2018). É professor e pesquisador na Universidade Federal da Paraíba e membro do Laboratório de Processamento Linguístico (LAPROL) na UFPB.

José Ferrari Neto

Tem graduação em Letras pela Universidade Católica de Petrópolis e especialização em Língua Portuguesa pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. É doutor em Estudos da Linguagem pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, com estágio pós-doutoral em Linguística pela Universidade Estadual de Campinas. É professor e pesquisador na Universidade Federal da Paraíba (UFPB), membro do Laboratório de Processamento Linguístico na UFPB e pesquisador CNPq nível 2.

Endereço para correspondência:

DÉBORA VASCONCELOS CORREIA
Universidade Federal da Paraíba
Centro de Ciências da Saúde
Departamento de Fonoaudiologia
Campus I, s/n
Castelo Branco, 58051-900
João Pessoa, PB, Brasil

Os textos deste artigo foram revisados pela Texto Certo Assessoria Linguística e submetidos para validação dos autores antes da publicação.