



DOI: <http://dx.doi.org/10.55602/rlic.v11i1.281>

DURAÇÃO RELATIVA DAS VOGAIS DO ALEMÃO PADRÃO (AP) POR UMA FALANTE NATIVA BRASILEIRA: uma análise de processo via TSDC

RELATIVE DURATION OF STANDARD GERMAN VOWELS BY A NATIVE BRAZILIAN FEMALE SPEAKER: a process analysis via CDST

Máгат Nágelо Junges¹
Ubiratã Kickhöfel Alves²

Resumo: Neste artigo, investigamos o processo de desenvolvimento da duração das vogais do Alemão Padrão (AP), por uma falante nativa brasileira, adulta-jovem, do AP como terceira língua (doravante, L3). Metodologicamente, empregamos uma análise acústica no Praat (Boersma; Weenink, 2023). Analisamos os dados acerca da duração relativa de todas as vogais do sistema vocálico do AP, a fim de detectar se (ou como) as vogais se modificaram acusticamente ao longo das sessões avaliadas, por meio da realização de análises de Monte Carlo (Van Dijk; Verspoor; Lowie, 2011). Os resultados indicaram que as vogais da aprendiz se encontram em estado de desenvolvimento duracional variável e instável (Verspoor; Lowie; De Bot, 2021).

Palavras-chave: Vogais do alemão padrão (AP). Duração relativa. Análises de Monte Carlo. Teoria dos Sistemas Dinâmicos Complexos (TSDC).

Abstract: In this paper, we investigated the development of Standard German vowels, concerning its relative duration, by a young-adult Brazilian female speaker of German as a third language (L3). The methodology covers an acoustic analysis on Praat (Boersma; Weenink, 2023). We analyzed the vowel data in terms of relative duration, in order to detect whether (or how) the vowels changed along the evaluated sessions by means of a Monte Carlo analysis (Van Dijk; Verspoor; Lowie, 2011). As a result of the analysis, we observed that all vowels seem to show a variable and unstable durational developing stage (Verspoor; Lowie; De Bot, 2021).

Keywords: Standard German (SG) vowels. Relative duration. Monte Carlo analysis. Complex Dynamic Systems Theory (CDST).

¹ Professor no curso de Graduação em Letras Alemão/Português do Instituto Ivoti. E-mail: magat.nj@hotmail.com

² Professor do Programa de Pós-Graduação em Letras da UFRGS. Pesquisador do CNPq. E-mail: ukalves@gmail.com

1 INTRODUÇÃO

Face à interpretação do processo de desenvolvimento de L2 com base na visão de Sistemas Dinâmicos Complexos (Lowie; Verspoor, 2019; Yu; Lowie 2019), compreendemos que o aprendizado da L2 deve ser visto, primordialmente, como um *processo*. Ou seja, o foco do estudo deve recair sobre a *variação intraindividual*, e não pode ser uniformizado à variação interindividual ao longo do tempo, de acordo com Lowie e Verspoor (2015), Molenaar (2008) e Molenaar, Huizenga e Nesselroade (2003). Dessa forma, a não linearidade e a imprevisibilidade dos resultados salientam a necessidade de o sistema linguístico individual do falante poder se reestruturar constantemente, pois, independentemente dos seus estágios iniciais, os sistemas estão sempre mudando. Eles desenvolvem-se através da interação com o seu meio e da sua autorreorganização interna. Estando constantemente em fluxo, é esperado que os sistemas e subsistemas apresentem variação, tornando-os propensos a apresentar um padrão específico de *output* em um determinado intervalo de tempo e, assim, outro padrão de *output* diferente em outro intervalo de tempo (De Bot; Lowie; Verspoor, 2007).

Com base nas afirmações acima, no presente trabalho, objetivamos acompanhar, em doze coletas de dados de caráter longitudinal, com três semanas de intervalo entre cada uma delas, o desenvolvimento fonético da duração relativa de todas as vogais do alemão padrão (AP), a partir dos dados de uma informante brasileira e aprendiz do AP como L3.

Com efeito, justificamos o caráter longitudinal do nosso trabalho através da maior propriedade dos Sistemas Dinâmicos Complexos, segundo De Bot, Lowie e Verspoor (2007): a noção de *mudança ao longo do tempo*. No presente

trabalho, como obtivemos doze momentos de coleta das vogais investigadas, esperamos observar, como mencionado, a não linearidade, a mudança e a imprevisibilidade do subsistema fonético da aprendiz. Para isso, tal sistema se mantém em uma interação constante e complexa com o seu meio e os seus recursos internos. O sistema em questão possui, além disso, componentes em interação que produzem um ou mais pontos de equilíbrio auto-organizados, cujas formas e estabilidade dependem das constrições do sistema. Deste modo, os autores (De Bot, Lowie; Verspoor, 2007, p. 14) compreendem que

o crescimento é concebido como um processo iterativo, significando que o nível atual de desenvolvimento depende, criticamente, do nível anterior de desenvolvimento (Van Geert, 1994), e a variação não é vista apenas como ruído, porém como propriedade inerente de um sistema em mudança.

Como resultado disso, a variabilidade não é um subproduto sem sentido do desenvolvimento; é, no entanto, uma força motora ou um motor da mudança.

De acordo com as premissas estabelecidas para este artigo, este estudo tem, primordialmente, a intenção de investigar o desenvolvimento linguístico do indivíduo ao longo do tempo, pautando-se na teoria dos Sistemas Dinâmicos Complexos (SDCs), distinguindo-se, portanto, da concepção teórica clássica de 'causa e efeito'. A fim de que o objetivo geral deste estudo seja auferido, alçamos, nesse sentido, os seguintes objetivos específicos: (i) verificar possíveis modificações, ao longo do tempo, na duração relativa de todas as vogais do sistema vocálico do AP; (ii) discutir, com base na visão dos SDCs, o que os dados podem apresentar sobre a trajetória de desenvolvimento da aprendiz.

A partir disso, o artigo está dividido em cinco seções, além desta: (ii) O aspecto fonético investigado: a duração relativa das vogais do alemão padrão (AP); (iii) Metodologia; (iv) Descrição analítica da duração relativa; (v) Considerações finais.

2 O ASPECTO FONÉTICO INVESTIGADO: A DURAÇÃO RELATIVA DAS VOGAIS DO ALEMÃO PADRÃO (AP)

Na literatura fonética alemã, autores como Hall (2011), Pompino-Marschall (2009) e Kohler (1995) sustentam que é indiscutível e unânime o fato de que o AP diferencia vogais breves de longas em suas descrições fonético-fonológicas. Suas vogais altas, longas e médias são geralmente tensas, enquanto as breves são frouxas (Nimz, 2016). Antoniadis e Strube (1984), por sua vez, mensuraram as durações das vogais longas do alemão faladas em três contextos consonantais diferentes, na forma [CVCə], em uma frase-veículo. Suas vogais longas mediram, aproximadamente, 154 ms e suas vogais breves, aproximadamente, 72 ms.

Nimz e Khattab (2019) salientam, ainda, do ponto de vista perceptual, que os falantes nativos do alemão são bastante sensíveis aos contrastes vocálicos duracionais. Por exemplo, Röttger, Winter e Grawunder (2011) obtiveram o dado de que alemães perceberam a neutralização de plosivas finais sonoras, junto às quais os estímulos se diferenciaram (em média) por apenas 8 ms, juntamente com outras pistas como a altura.

Podemos adicionar, destarte, que a duração das vogais geralmente depende de sua qualidade e do contexto silábico em relação ao seu contexto articulatorio adjacente (Malmberg, 1954; Clark; Yallop, 1995). Malmberg (1954, p. 129-131) aborda, dessa forma, dois tipos de

quantidade nas línguas naturais: a *quantidade objetiva* (mensurável) e a *quantidade subjetiva* (linguística). A primeira é definida como

a duração de um som concreto, articulado em dado momento num determinado contexto (seja o [t] de ‘cantar’ numa frase pronunciada diante da embocadura de um cilindro registrador), que pode ser medida num gráfico e calculada em centésimos de segundo (Malmberg, 1954, p. 131).

A segunda é definida de uma maneira linguístico-funcional. Por exemplo, essa distinção é estabelecida quando se trata em linguística de vogais longas e breves, do ponto de vista fonológico *per se*, de acordo com o autor (Malmberg, 1954, p. 132).

Clark e Yallop (1995) constata, por sua vez, que a importância se dá, de fato, à duração relativa da vogal, e não à absoluta. Nesse sentido, segundo os autores (Clark, Yallop, 1995), não há um valor mínimo para se poder avaliar e classificar uma vogal como breve ou longa, pois a sua duração será, em alguma medida, dependente da sua qualidade e do seu contexto. Sendo assim, “se duas vogais contrastam em duração, o que mais vale é a sua duração relativa de uma a outra em contextos comparáveis” (Clark; Yallop, 1995, p. 33).

Para Jones (1967, p. 124),

os principais fatores associados às variações de duração são (1) a natureza do som em si, (2) a natureza dos sons adjacentes na sequência, (3) o grau de tonicidade, (4) o número de sílabas intervindo entre um acento tônico e o próximo, e ocasionalmente (5) a intonação.

A duração vocálica é um aspecto fonético bastante familiar aos falantes nativos ou não nativos do alemão padrão (doravante, AP). O AP é, conforme já mencionado, considerado uma língua que diferencia vogais breves e longas em suas descrições fonético-fonológicas (Hall,

2011; Pompino-Marschall, 2009; Kohler, 1995), sendo suas vogais altas, longas e médias geralmente tensas, e suas vogais breves frouxas (Nimz, 2016).

Ancorados em tais definições, podemos visualizar, no Quadro 1, a seguir, as vogais do AP, dispostas em pares, segundo seus eixos articulatórios de altura (y) e anterioridade-posterioridade (x) da língua no trato oral, em que a vogal à esquerda representa a vogal frouxa (breve) e a vogal à direita representa a vogal tensa (longa):

3 METODOLOGIA

3.1 A informante e seu histórico linguístico

A fim de obtermos informações suficientes a respeito do histórico linguístico da informante, utilizamos o *Questionário de histórico da linguagem para pesquisas com bilíngues*³ (Scholl; Finger, 2013), cujos dados obtidos são arrolados a seguir.

Quadro 1 - Vogais do alemão apresentadas segundo os eixos de altura (alta, média e baixa¹) e ântero-posterior

	Anteriores não arredondadas	Anteriores centralizadas arredondadas	Posteriores centralizadas não arredondadas	Posteriores arredondadas
Alta	ɪ, i:	ʏ, y:		ʊ, u:
Média	ɛ, e:	œ, ø:		ɔ, o:
Baixa	(æ:)		a, a:	

Fonte: adaptado de Gussenhoven e Jacobs (2017, p. 32).

No AP, exemplos típicos de pares mínimos vocálicos, como *fühlen* ['fy:.lən] 'sentir' e *füllen* ['fy.lən] 'preencher/encher' (Hoepner; Kollert; Weber, 2001), mostram, por fim, que a duração, bem como a qualidade vocálica, devem ser levadas em consideração quanto à distinção entre vogal longa *versus* vogal breve. No presente trabalho, descreveremos e analisaremos o desenvolvimento da duração relativa (medida em porcentagem %) de todas as vogais do AP, produzidas pela aprendiz selecionada.

A informante selecionada para participar da coleta de dados sobre suas vogais no AP é brasileira, do sexo feminino, natural da cidade de São Paulo (SP) e, à época, tinha 24 anos de idade. Em relação à sua formação, ela é acadêmica de Medicina em uma faculdade particular na cidade de Passo Fundo (RS).

No que diz respeito ao seu histórico linguístico, por ser brasileira, sua L1 é naturalmente o português brasileiro (doravante, PB). Sua L2 é o inglês, e a sua L3 é o alemão padrão (doravante, AP). Sua L1 (PB) foi adquirida em casa e na escola. Sua segunda língua (L2), o inglês, foi aprendida na escola e em cursos de línguas a partir dos seis anos e 11 meses de idade, tornando-se fluente aos 14 anos de idade. Já o alemão, sua terceira língua

³ O questionário de histórico da linguagem em português foi criado para ser utilizado com indivíduos bilíngues adultos com diferentes experiências linguísticas e níveis de proficiência com foco em seleção de participantes para pesquisas envolvendo o bilinguismo (Scholl; Finger, 2013).

(L3), começou a ser aprendido somente aos 21 anos de idade.

No que concerne aos fatores que contribuíram para a aprendizagem de suas duas línguas adicionais, no caso do inglês (L2), fatores como a leitura, televisão, filmes, rádio/música, internet e cursos de línguas foram determinantes para o desenvolvimento de suas competências linguísticas no idioma, seguidos pelos fatores relacionados às interações com amigos e familiares. Quanto ao alemão (L3), a internet e os cursos de língua foram os principais fatores para o desenvolvimento de suas competências linguísticas no idioma, seguidos pela habilidade de leitura, televisão, filmes e rádio/música. Ademais, quanto ao número de meses (ou anos) em que a informante passou em algum ambiente em que tais línguas são faladas, a participante informou que passou dois meses em um país de língua inglesa. Embora seu uso predominante no dia a dia seja o português brasileiro (L1), a informante mencionou que passa cerca de quatro (4) horas por dia assistindo à televisão ou a filmes e séries em inglês, o que não acontece em alemão.

Quanto ao seu nível de proficiência linguística em suas três línguas adicionais, em uma escala de 1 a 6 (1 = muito baixo; 2 = baixo; 3 = razoável; 4 = bom; 5 = muito bom e 6 = proficiente), ela se autoavaliou em leitura e compreensão auditiva em inglês como 6 = proficiente e escrita e fala em 4 = bom. No entanto, em alemão, ela se autoavaliou em 2 = baixo em relação a todas as competências linguísticas (leitura, escrita, compreensão auditiva e fala).

3.2 Corpus

Com relação à inserção do *corpus*, o instrumento que utilizamos nesta pesquisa, para ambas as verificações de duração absoluta e relativa, segue um

padrão semelhante ao empregado em Strange e Bohn (1998), em um estudo acústico-perceptual realizado sobre a especificação dinâmica e a coarticulação de vogais do alemão, em cujas sentenças alemãs do tipo *'Ich habe /dVt/ gesagt'* (*'I said dVt'*) os vocábulos foram inseridos (Strange; Bohn, 1998, p. 490). Os vocábulos (logatomas) do AP apresentados pelos autores são: *düht* e *dütt*. As vogais nessas sílabas são, respectivamente: /y:/, ʏ/. Em nosso estudo, empregamos, entretanto, a sílaba no formato *hVt* (a fricativa glotal surda [h], seguida da vogal investigada V, e a oclusiva alveolar surda [t]), em vez da sílaba *dVt* (oclusiva alveolar sonora [d], seguida da vogal investigada V, e oclusiva alveolar surda [t]). Este contexto fonético permite que a vogal, que ocupa a posição de núcleo silábico, seja pouco influenciada articulatória e acusticamente pelas suas adjacências consonantais, pois “o fone [h] possui quase nenhuma influência sobre a vogal seguinte” (Jørgensen, 1969, p. 228). Tecnicamente, afirmamos que suas informações espectrais centrais, referentes ao alvo (*“target”*) vocálico, são pouco atingidas pelas manobras coarticulatórias vizinhas, pois a fricativa glotal surda concentra sua produção primária na fonte glotal (F0), não sendo alterada por articulações supraglotais, refletidas, consequentemente, no espaço acústico. Por isso, optamos pela sílaba mencionada <*hüht* e *hütt*>, aplicada por certos autores, que também empregam a consoante plosiva alveolar sonora na posição de Onset silábico (*dVt/hVt*), em várias pesquisas da área a respeito da produção e/ou percepção vocálica do alemão e/ou dialetos do alemão (Schoormann; Heeringa; Peters, 2017; Heeringa; Schoormann; Peters, 2015; Strange *et al.*, 2004; dentre outros). Os itens lexicais foram repetidos cinco vezes (5x) cada, tendo sido inseridos em uma frase-veículo

(em alemão) do tipo *Sage x heute*, (“*Diga x hoje*”), resultando em 75 *tokens*, em 12 (doze) momentos de coletas/gravações (15 vocábulos/15 vogais diferentes x 5 repetições/tokens = 15 x 5 coletas = 75 *tokens* x 12 coletas = 900 *tokens/vogais*. A seguir, introduzimos o Quadro 2, com as vogais e os logatomas (palavras fictícias), bem como as palavras reais, (*triggers*), empregadas no corpus da pesquisa

Quadro 2 - Vogais, logatomas e palavras reais

Vogal	Logatoma	Palavras reais (<i>trigger</i>)
/i:/	<i>hiet</i>	sie
/ɪ/	<i>hitt</i>	Tisch
/e:/	<i>heht</i>	geht
/ɛ/	<i>hett</i>	nett
/ɛ:/	<i>hâht</i>	Väter
/a/	<i>hatt</i>	das
/ɑ:/	<i>hahht</i>	haben
/y:/	<i>hüht</i>	Schüler
/ʏ/	<i>hütt</i>	Mütter
/ø:/	<i>höht</i>	hören
/œ/	<i>hött</i>	Töchter
/u:/	<i>huht</i>	Stuhl
/ʊ/	<i>hutt</i>	Mutter
/o:/	<i>hohht</i>	wo
/ɔ/	<i>hohht</i>	doch

Fonte: os autores (2023).

A partir desses vocábulos, no instrumento de coleta de dados orais, adicionamos, em cada *slide*, um vocábulo real em alemão relacionado à sentença mencionada anteriormente, *Sage x heute*, a fim de guiar a produção da vogal na palavra fictícia presente na sentença em alemão (já que a palavra real tem a mesma vogal que a vogal tônica da palavra fictícia). Vejamos um exemplo de *slide* randomizado em que ambos os vocábulos apresentam suas respectivas vogais /y:/, ʏ/:

Figura 1 – Slides com exemplos apresentados



Fonte: os autores (2023).

Convém mencionar, além das informações lexicais apresentadas no *corpus*, que consoantes surdas ocasionam uma duração menor da vogal, conforme explicado pelo *pre-fortis clipping* (Ladefoged; Johnson, 2015). Uma vez que também verificamos com a duração vocálica, ter contextos seguintes surdos impossibilita que o vozeamento consonantal influencie na duração daquela. Assim, as palavras foram apresentadas em slides do *PowerPoint*, em ordem aleatória aos participantes, por meio do recurso disponível no site *RANDOM.org*⁴.

3.3 Procedimento de gravação e análise

A fim de gravar os dados da pesquisa, a Participante 3 gravou as sentenças, em casa, por meio gravador disponível em seu aparelho celular, marca iPhone, modelo iOS 10.0.

Para a gravação e extração de áudios, utilizamos o programa Audacity⁵

⁴ Disponível em: <https://www.random.org/lists/>

⁵ O programa Audacity[®] pode ser baixado gratuitamente através do site: <https://www.audacityteam.org/>

na versão 2.4.2. Os arquivos de áudio foram gravados no formato *mono* (1 canal de gravação) e com a taxa de amostragem (*Project Rate*) de 44.100 Hz de frequência.

Os dados sonoros (em formato .wav) foram gravados e extraídos através do Audacity® e, posteriormente,

analisados por meio do programa de análise acústica da fala Praat⁶ (Boersma; Weenink, 2021; *version* 6.1.40).

Durante a análise, as vogais foram demarcadas auditivamente com o auxílio de fones de ouvido da marca SONY MDR-XB 200.

Uma vez que lidamos com vogais, apoiamos-nos no parâmetro de demarcação explanado por Barbosa (2019). A

delimitação da vogal foi realizada através do início da energia espectral do segundo *formante* (F2) para marcar o início da vogal e do esmaecimento brusco da energia desse mesmo formante para marcar o seu término. Cada sessão de gravação das sentenças em alemão durou, portanto, cerca de quatro (4) a cinco (5) minutos.

3.3.1 Coletas e gravações

Para as coletas de dados, realizamos uma gravação mensal, isto é, em uma escala de tempo mensal (coleta de dados), com um intervalo de três semanas entre cada coleta. Isso foi feito em um ambiente residencial⁷, de acordo com o Quadro 3 (referente ao cronograma

da informante), com o mínimo de ruído possível. Empregamos o *corpus* e os procedimentos experimentais adequados, que serão apresentados a seguir.

Quadro 3 - Relação do cronograma de gravação e coletas para o estudo longitudinal, aplicado com a Informante *

Datas	Coletas											
1) Julho 2020	x											
2) Julho 2020		x										
3) Agosto 2020			x									
4) Setembro 2020				x								
5) Outubro 2020					x							
6) Novembro 2020						x						
7) Dezembro 2020							x					
8) Janeiro 2021								x				
9) Fevereiro 2021									x			
10) Março 2021										x		
11) Abril 2021											x	
12) Maio 2021												x

Fonte: os autores (2023).

*De acordo com o calendário anual, obtivemos duas gravações com a Informante, especificamente no mês de julho de 2020.

Por fim, precisamos informar que, conforme solicitação da participante devido às medidas sanitárias relacionadas à pandemia de Covid-19, as gravações realizadas com a informante da pesquisa ocorreram à distância. Ou seja, a informante nos enviava os dados de cada uma de suas gravações, por meio do *WhatsApp*, no formato .wav.

3.3.2 Análises de Pico e Simulações de Monte Carlo

No que diz respeito à análise dos dados longitudinais, com base nas análises realizadas por Schereschewsky (2021), Albuquerque (2019) e Junges e Alves (2019), foram criados gráficos de desenvolvimento ao longo do tempo, bem

⁶ O programa *Praat* pode ser baixado gratuitamente através do site: <http://www.fon.hum.uva.nl/praat/>

⁷ Cabe, neste contexto, a explicação de que a pandemia de Covid impediu o deslocamento até o uso da cabine acústica, e que as gravações foram realizadas com todos os padrões de segurança impostos pela pandemia.

como análises de picos ascendentes e descendentes, com base na simulação de 'Monte Carlo'⁸. Essas verificações foram realizadas através do *Microsoft Excel*, conforme o manual de metodologia longitudinal proposto por Verspoor, Lowie e De Bot (2021).

Dessa forma, após a segmentação e etiquetagem das vogais pelo Praat, geramos os seus valores de duração relativa da vogal para podermos analisar seus respectivos valores. Após a criação dos gráficos das durações das doze coletas, passamos a criar outro arquivo separado para cada gravação no *Microsoft Excel*. Neles, inserimos os valores das medidas estatísticas, como média, desvio padrão, valor mínimo e máximo, referentes à duração relativa de cada vogal⁹. Assim, obtivemos uma pasta específica contendo os arquivos com essas medidas estatísticas das vogais. A partir disso, geramos um novo arquivo a ser utilizado exclusivamente nas Análises de Pico e nas Simulações de Monte Carlo, seguindo a proposta de Van Dijk, Verspoor e Lowie (2011), expostas na obra de Verspoor, Lowie e de Bot (2021). Nesse sentido, com base em Schereschewsky (2021, p. 95),

a análise de picos é um cálculo que serve para verificar a significância dos picos de variabilidade, isto é, se as mudanças bruscas nos dados longitudinais são indicativas de uma mudança de fase na aprendizagem (com

perturbações mais proeminentes no sistema) ou se são apenas fruto de ruído aleatório (flutuações naturais de um sistema em desenvolvimento).

Vale informar que esse procedimento foi realizado para cada vogal, relativo à duração relativa, gerando assim 15 arquivos, o que corresponde a 15 vogais. Tivemos, portanto, 15 vogais multiplicadas por 4 medidas estatísticas (Média, DP, Valor Mínimo e Valor Máximo da duração relativa por coleta), resultando em 60 arquivos.

Posteriormente, para calcular os picos de desempenho significativos, instalamos a ferramenta gratuita chamada *PopTools*¹⁰ no *Microsoft Excel* e inserimos os dados em planilhas, de acordo com o modelo sugerido no capítulo de Van Dijk, Verspoor e Lowie (2011). A partir disso, seguimos os mesmos passos metodológicos realizados por Schereschewsky (2021).

Na última etapa do processo, em consonância com Yu e Lowie (2019), rodamos as *Análises de Monte Carlo* por meio de uma replicação de amostra em 10.000 simulações, a fim de verificarmos a existência de picos ascendentes e descendentes. Com isso, conseguimos detectar se ocorreram aumentos ou diminuições bruscas em relação aos valores das médias móveis das durações das vogais, entre os pontos do gráfico que representam as médias móveis de duas coletas.

⁸ “De forma geral, a Simulação de Monte Carlo é uma ferramenta de análise que consiste em embaralhar os dados de uma amostra e verificar a ocorrência dos critérios de testes conforme estabelecidos pelo pesquisador” (Albuquerque, 2019, p. 164). Neste âmbito, “[...] aponta se os picos mais proeminentes podem ser considerados picos de aprendizagem e não flutuações naturais do sistema (Albuquerque, 2019, p. 163)”.

⁹ Uma vez que as Simulações de Monte Carlo lidam com valores médios por coleta, corre-se o risco de que a variabilidade interna ao momento de coleta venha a ser ignorada, caso realizemos análises de picos apenas com os valores médios de cada momento de obtenção de dados. Dessa forma, para resgatarmos a variabilidade interna de cada coleta, em consonância com Schereschewsky (2021) e Santana (2021), neste trabalho, realizamos Simulações de Monte Carlo também considerando os valores de desvio-padrão de cada coleta, além de verificações com os valores máximos e mínimos verificados em cada coleta para duração relativa (%) de cada vogal do AP analisada.

¹⁰ A fim de utilizarmos o *PopTools*, tivemos que, necessariamente, instalar o virtualizador para Windows 10, intitulado *Virtual Box (versão 6.1) Oracle VM*, sem o qual não teríamos conseguido rodar o primeiro no *Microsoft Excel* regular.

Como Schereschewsky (2021, p. 97) explica,

o resultado final da estatística das simulações (o valor de 'p') foi encontrado a partir do quociente entre o número de vezes em que as simulações obtinham um critério empírico maior ou igual, no caso de picos ascendentes, e menor ou igual, para picos descendentes, ao critério original, dividido pelo número de simulações feitas (10.000).

Dessarte, podemos asseverar que as Simulações de Monte Carlo serviram para nos auxiliar em relação à probabilidade de que a variabilidade no desempenho longitudinal seja devida ao acaso (ou represente uma instabilidade natural do sistema) ou seja resultado de uma variação provocada pelo aprendizado de um novo padrão.

É importante mencionar que, antes mesmo do início das Simulações de Monte Carlo, quando as linhas de tendência do tipo polinomial de ordem 2, condizentes aos gráficos de *smoothing* das vogais, ocorriam em forma de linha reta inclinada (diagonalmente) ou em linha reta (horizontalmente), cabia-nos aplicar, pelo próprio arquivo do *Excel*, a função de *detrending*, nos gráficos dessas vogais, a fim de analisarmos os valores residuais da vogal em análise (Van Dijk; Verspoor; Lowie, 2011).

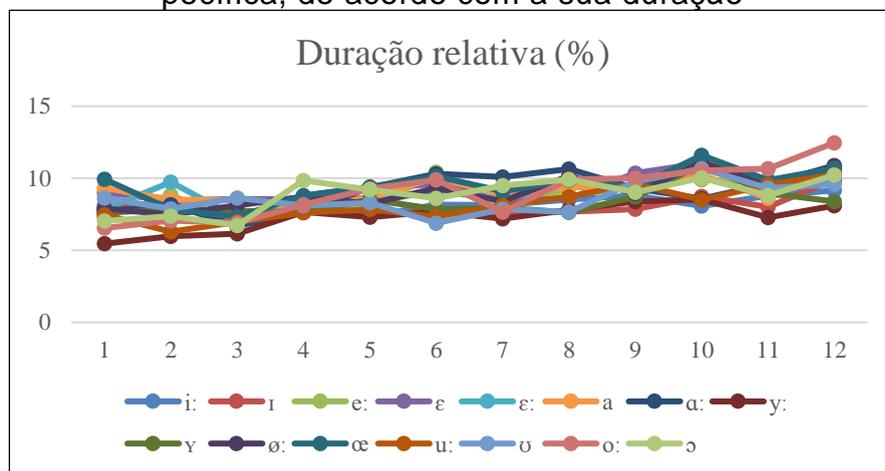
Por fim, cabe mencionar que realizamos sessenta (60) simulações de Monte Carlo, referentes à DR (Média, DP; DR_{mín.}; DR_{máx.} = 15 simulações cada = 15 vogais analisadas), no total.

4 DESCRIÇÃO ANALÍTICA E DISCUSSÃO DA DURAÇÃO RELATIVA

Apresentaremos a seguir os dados obtidos das Simulações de Monte Carlo relacionadas à duração relativa das vogais, medidas em porcentagem (%).

Para darmos conta das etapas de descrição e análise a respeito do percurso desenvolvimental da duração relativa das vogais investigadas, apresentamos o gráfico abaixo, que representa esses valores em termos de porcentagem, em relação à sentença proferida pela Informante. No eixo Y, encontram-se os valores percentuais obtidos dentro da sentença analisada, enquanto no eixo X, estão numeradas as Coletas (1-12) realizadas.

Gráfico 1 - Curvas desenvolvimentais, alusivas aos valores médios (em %) da duração relativa, para as vogais produzidas pela Informante. Cada linha representa uma vogal específica, de acordo com a sua duração



Fonte: os autores (2023).

Segundo os dados descritivos relativos aos valores médios da duração relativa, é possível observar que houve uma elevação nos valores dessas vogais, no que concerne à faixa de variação entre 5 e 12% (região intermediária do gráfico). Sendo assim, no que diz respeito à taxa

de ocupação, em porcentagem, da vogal existente dentro do vocábulo fictício 'hVt', em relação à frase-veículo, presente no enunciado proposto *Sage h_t heute*, a vogal [y:] foi a que apresentou a menor taxa percentual média, dentro do enunciado, no valor de 5,5% na Coleta 1 (G1). Por outro lado, a vogal [o:] foi a que apresentou a maior taxa percentual média, dentro do enunciado, no valor de 12,5% na Coleta 12 (G12).

Ressaltamos que esse resultado é surpreendente, sobretudo pelo fato de a vogal [y:] ser longa no padrão nativo. Isso sugere que, pelo menos nas primeiras coletas, a duração não foi a pista prioritariamente utilizada pela aprendiz para identificar vogais longas e arredondadas frontais.

A seguir, apresentamos os valores dos picos efetivamente significativos em relação à duração relativa (%), observados a partir das médias móveis de acordo com cada vogal (nas linhas) e a medida estatística com seus pontos (nas colunas). A legenda é lida da seguinte forma: os números indicam os Pontos (de 1 a 12) resultantes das médias móveis de duas coletas, onde ocorreu um pico efetivamente significativo para uma determinada vogal (sendo o primeiro ponto a base do pico e o segundo o ápice do pico). Ou seja, as células em negrito e amarelo representam picos efetivamente significativos. As células em branco correspondem aos pontos que não apresentaram significância estatística em uma das medidas estatísticas, enquanto

as células em azul representam os construtos e as vogais que não apresentaram significância em nenhuma das quatro medidas estatísticas exibidas. Por fim, as setas ↗ (para cima) e ↘ (para baixo) indicam, respectivamente, os picos ascendentes e descendentes das vogais, conforme visualizado na Tabela 1.

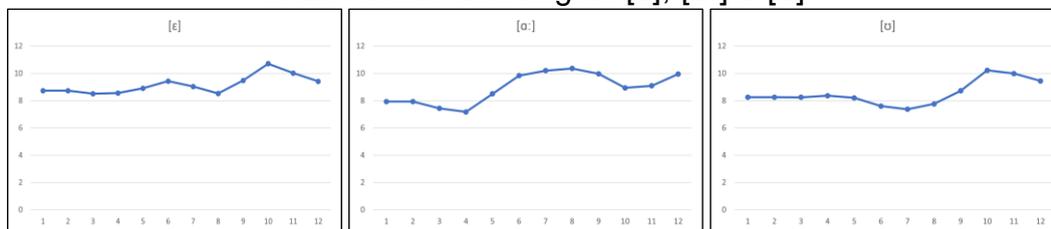
Tabela 1 - Picos ascendentes ↗ e descendentes ↘, efetivamente significativos, com respeito às coletas referentes à duração relativa (DR) das produções da Informante brasileira

	Médias	Pontos	DP	Pontos	MÍN	Pontos	MÁX	Pontos
[i:]								
[ɪ]								
[y:]			↗ ↘	2, 4/4, 6				
[ʏ]					↗	6 e 10		
[e:]								
[ø]								
[ɛ]	↗	8 e 10						
[ɛ:]								
[œ]								
[a]								
[ɑ:]	↗	4 e 8					↗	4 e 7
[ɔ]					↗	3 e 5		
[o:]			↘	7 e 9				
[u:]								
[ʊ]	↗	7 e 10						

Fonte: os autores (2023).

Conforme observado na Tabela 1, obtivemos nove (9) picos efetivamente significativos para a DR, sendo sete (7) picos ascendentes ↗ e dois (2) picos descendentes ↘. Com relação aos dados relativos às médias da duração relativa, verificamos três vogais que apresentaram picos efetivamente significativos: a vogal breve [ɛ] exibiu um pico ascendente ↗, entre os Pontos 8 (Coletas 7 e 8) e 10 (Coletas 9 e 10) (valor de p : 0,05); a vogal longa [ɑ:] exibiu um pico ascendente ↗, entre os Pontos 4 (Coletas 3 e 4) e 8 (Coletas 7 e 8) (valor de p : 0,04); a vogal breve [ʊ] também exibiu um pico ascendente ↗, entre os Pontos 7 (Coletas 6 e 7) e 10 (Coletas 9 e 10) (valor de p : 0,02). A seguir, contemplamos os gráficos de médias móveis referentes a esses picos ascendentes.

Figura 2 - Picos ascendentes ↗, relativos ao valor médio da duração relativa, para a discussão das vogais [ɛ], [ɑ:] e [ʊ]



Fonte: os autores (2023).

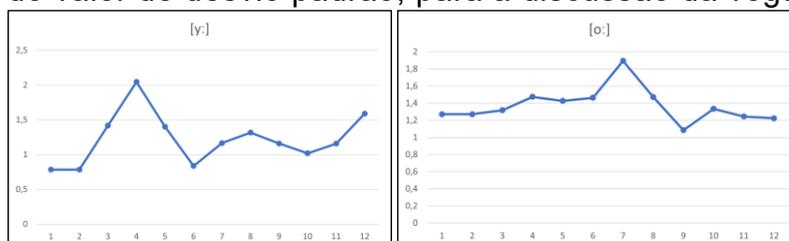
Em relação à verificação do parâmetro estatístico da Média, é importante destacar que todos os ápices dos picos ocorreram a partir do Ponto 8.

No que diz respeito ao valor do Desvio Padrão (DP), identificamos apenas duas vogais cujos valores são considerados efetivamente significativos: a vogal longa [y:] apresentou um pico ascendente ↗, entre os Pontos 2 (Coletas 1 e 2) e 4 (Coletas 3 e 4) (valor de p : 0,02), bem como um pico descendente ↘, entre os Pontos 4 (Coletas 3 e 4) e 6 (Coletas 5 e 6) (valor de p : 0,03). Já a vogal longa [o:] exibiu somente um pico descendente ↘, entre os Pontos 7 (Coletas 6 e 7) e 9 (Coletas 8 e 9) (valor de p : 0,05). Vejamos, portanto, seus gráficos de médias móveis contendo a representação de seus picos.

ele resulta de uma instabilidade caracterizada por um aumento muito brusco. Além de serem longas, essas duas vogais são arredondadas. É possível que, sobretudo nas vogais arredondadas longas, a aprendiz esteja começando, no período final das coletas, a utilizar essa pista em relação às vogais arredondadas (possivelmente, como forma de compensação ou complementação do desafio de estabelecer o padrão de F3). Isso também explicaria a instabilidade observada em [o:].

Por derradeiro, visualizamos os valores mínimos e máximos, obtidos, respectivamente, para as vogais breves [ʏ] e [ɔ] (valores mínimos), e para a longa [ɑ:] (valores máximos). A vogal breve [ʏ] exibiu um pico ascendente ↗ entre os Pontos 6 (Coletas 5 e 6) e 10 (Coletas 9 e

Figura 3 - Picos ascendente ↗ e descendente ↘, relativos ao valor de desvio padrão da duração relativa, para a discussão da vogal longa [y:]; Pico descendente ↘, acerca do valor de desvio padrão, para a discussão da vogal longa [o:]



Fonte: os autores (2023).

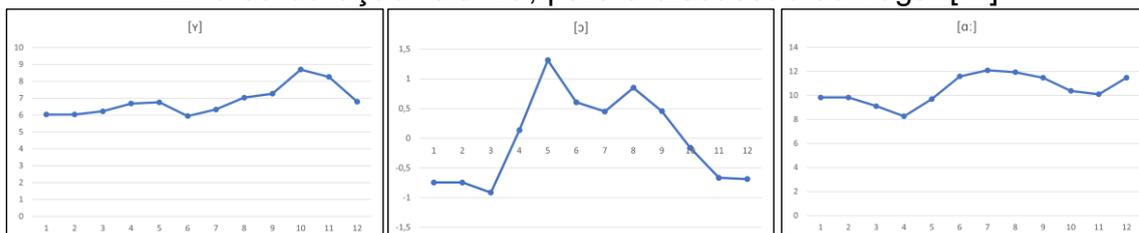
Com base nos gráficos das médias móveis, observamos que os picos foram identificados em duas vogais longas. Dessa forma, o pico ascendente é compreensível, pois, de acordo com o gráfico,

10) (valor de p : 0,04). A vogal breve [ɔ] também exibiu um pico ascendente ↗, entre os Pontos 3 (Coletas 2 e 3) e 5 (Coletas 4 e 5) (valor de p : 0,02). Por sua vez, a vogal longa [ɑ:] exibiu, igualmente,

um pico ascendente ↗, entre os Pontos 4 (Coletas 3 e 4) e 7 (Coletas 6 e 7) (valor de p : 0,02).

A duração das vogais provavelmente foi afetada pela variação formântica empregada pela aprendiz.

Figura 4 - Picos ascendentes ↗, relativos ao valor mínimo da duração relativa, para a discussão das vogais [y:] e [ɔ]; e pico ascendente ↗, relativo ao valor máximo da duração relativa, para a discussão da vogal [ɑ:]



Fonte: os autores (2023).

4.1 Discussão sobre as análises de pico referentes aos valores da duração relativa

A análise dos picos relacionados à duração relativa nos mostrou que, em sua maioria, as vogais da aprendiz aumentaram em duração relativa ao longo da sua trajetória desenvolvimental. Nesse sentido, das sete (7) vogais que apresentaram variação, três (3) são consideradas longas, como [y:], [ɑ:] e [o:], e quatro (4) são consideradas breves, como [y], [ɛ], [ɔ] e [ʊ]. Além disso, cinco (5) das sete (7) vogais são arredondadas, como [y:], [ʏ], [ɔ], [o:] e [ʊ].

É importante destacar que as alterações em DR ocorreram nas últimas sessões de coleta de dados. Além disso, os resultados dos picos ascendentes e descendentes abrangem tanto vogais anteriores quanto posteriores, bem como vogais com alturas diferentes. A presença de cinco (5) vogais arredondadas com picos efetivamente significativos em relação aos quatro parâmetros estatísticos mencionados (média, DP, valores mínimos e máximos em cada coleta) destaca o papel desempenhado pelo alongamento como uma estratégia em resposta a possíveis dificuldades da aprendiz produzir F3 (o terceiro formante) de forma semelhante ao alvo.

Parece relevante mencionar a qualidade vocálica e sua relação com a dimensão temporal envolvida na frequência formântica. Essa questão será abordada em estudos futuros. Em outras palavras, o domínio temporal é uma condição básica para a organização e produção da fala (Lehiste, 1970) e, provavelmente, atua em conjunto com pistas de qualidade vocálica (F1, F2 e F3) para compensar possíveis dificuldades da aprendiz no processo de desenvolvimento de tais frequências formânticas (o que nos parece claro sobretudo ao considerarmos as alterações duracionais das vogais arredondadas investigadas neste estudo).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados apresentados, é possível concluir que a aprendiz brasileira, falante de alemão como L3 selecionada para a pesquisa, se encontra em uma fase de desenvolvimento linguístico que pode ser caracterizada como nível básico-intermediário no AP, dado que a variabilidade dos dados, à luz da Teoria dos Sistemas Dinâmicos Complexos (TSDC), é considerada evidência de progresso desenvolvimental (Verspoor; Lowie; De Bot, 2021). Com base nisso, praticamente tanto suas vogais longas

quanto as vogais breves apresentaram picos efetivamente significativos para o parâmetro da duração relativa. Conjecturamos, nesse sentido, que tal resultado pode se dar devido ao fato de que as vogais longas naturalmente têm um tempo de articulação maior do que as vogais breves, o que as torna mais predispostas a serem alongadas pelos movimentos articulatórios. Por outro lado, as vogais breves exigem uma maior precisão e um maior esforço articulatório por parte da aprendiz para serem produzidas com maior alongamento (ms), apesar de também terem se alterado, consideravelmente, ao longo das doze coletas executadas.

Estudos futuros deverão investigar como as alterações na duração relativa se relacionam com possíveis modificações na qualidade vocálica, ou seja, nas frequências formânticas (F1, F2, F3). Por ora, as alterações verificadas parecem sugerir que tais modificações se revelam como “estratégias compensatórias” para dar conta da inteligibilidade das vogais, cujas qualidades ainda são desafiadoras para a aprendiz. Consideramos que uma abordagem integradora que considere tanto a quantidade (duração) quanto a qualidade vocálica (frequências formânticas) é apropriada na perspectiva de uma visão dinâmico-complexa, uma vez que o sistema total não pode ser reduzido a uma mera soma das partes, mas sim uma integração de vários fatores interativos.

Ressalta-se novamente que, de acordo com a perspectiva de desenvolvimento defendida neste estudo, a variabilidade revelada pelas Simulações de Monte Carlo não deve ser vista como um aspecto negativo ou um problema da trajetória desenvolvimental da aprendiz. Pelo contrário, conforme apontam Verspoor, Lowie e De Bot (2021), essa variabilidade sugere a emergência de novos estados na trajetória

desenvolvimental. A aprendiz, em outras palavras, está estabelecendo hipóteses e “testando” novas formas e padrões, frente à tarefa de se fazer inteligível em uma nova língua.

A análise realizada, que considerou todas as vogais do sistema, revela como essas vogais interagem entre si e revela uma série de padrões importantes no que diz respeito ao uso da duração relativa como estratégia para lidar com o arredondamento. Nesse sentido, esperamos ter fornecido insumos para a reflexão metodológica acerca da necessidade de se estudar todo o sistema vocálico do aprendiz, uma vez que cada uma das vogais exercerá um papel crucial no mapeamento desse sistema. No entanto, é relevante mencionar como uma limitação deste estudo o fato de não termos investigado a segunda língua (L2) da participante, uma vez que estudos anteriores (Alves; Vieira, 2023; Schereschewsky, 2021; Santana, 2021; Alves e Santana, 2020) indicam que todas as línguas do aprendiz estão interconectadas e influenciam umas às outras.

Espera-se que este estudo promova reflexões sobre a importância da variabilidade no desenvolvimento de uma nova língua. Além disso, ao tratarmos de dados do Alemão, esperamos ter despertado o interesse dos pesquisadores para o estudo do processo de desenvolvimento desse idioma por estudantes brasileiros.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, Jeniffer. **Caminhos dinâmicos em inteligibilidade e compreensibilidade de línguas adicionais: um estudo longitudinal com dados de fala de haitianos aprendizes de português brasileiro**. 2019. 225 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Letras, Universidade Federal do Rio

Grande do Sul, Porto Alegre, 2019. [Visualizar item](#)

ALVES, Ubiratã Kickhöfel; SANTANA, Anderson Miranda. Desenvolvimento das vogais orais tônicas do português brasileiro por um aprendiz argentino: uma análise do processo via teoria dos Sistemas Dinâmicos Complexos (TSDCs). **Estudos Linguísticos e Literários**, Salvador, n. 67, p. 390-418, jul./dez. 2020. [Visualizar item](#)

ALVES, Ubiratã Kickhöfel; VIEIRA, Felipe Guedes Moreira. “Mexeu com uma, mexeu com todas”: sobre o papel de intervenções pedagógicas em sistemas fonético-fonológicos multilíngues. In: PRADO, Natália Cristine; Couto, Fábio Pereira (org.). **Fonologia e suas interfaces: contribuições para a pesquisa, descrição e ensino de línguas**. Porto Velho: EDUFRO, 2023. p. 119-154.

ANTONIADIS, Z.; STRUBE, H. Untersuchungen zur spezifischen Dauer deutscher Vokale [Studies on the specific durations of German vowels]. **Phonetica**, [S./], v. 41, n. 2, p. 72-87, 1984. [Visualizar item](#)

AUDACITY®. Software is copyright ©. **Audacity Team**, 1999-2023. [Visualizar item](#)

BARBOSA, Plínio. **Prosódia**. São Paulo: Parábola, 2019.

BOERSMA, Paul; WEENINK, David. **Praat: doing phonetics by computer** (Version 6.3.10) 2023. [Visualizar item](#)

CLARK, John; YALLOP, Colin. **An introduction to phonetics and phonology**. 2nd ed. Cambridge, USA: Blackwell, 1995.

DE BOT, Kees; LOWIE, Wander; VERSPOOR, Marjolijn. A dynamic systems theory approach to second

language acquisition. **Bilingualism**, [S./], v. 10, n. 1, p. 7-21, 2007. [Visualizar item](#)

GUSSENHOVEN, Carlos; JACOBS, Haike. **Understanding phonology**. 4. ed. New York: Routledge, 2017.

HALL, Tracy Alan. **Phonologie**. Eine Einführung. 2. ed. Berlin: de Gruyter, 2011.

HEERINGA, Wilbert; SCHOORMANN, Heike; PETERS, Jörg. Cross-linguistic vowel variation in Saterland: Saterland Frisian, Low German, and High German. **The Journal of the Acoustical Society of America**, [S./], v. 137, n. 4, p. 2379-2379, 2015. [Visualizar item](#)

HOEPNER, Lutz; KOLLERT, Ana Maria; WEBER, Antje. **Langenscheidt: Taschenwörterbuch Portugiesisch**. Berlin, München: Langenscheidt, 2001.

JONES, Daniel. **The phoneme: its nature and use**. Cambridge: W. Heffer & Sons, 1967.

JØRGENSEN, H. P. Die gespannten und ungespannten Vokale in der norddeutschen Hochsprache mit einer spezifischen Untersuchung der Struktur ihrer Formantenfrequenzen. **Phonetica**, [S./], v. 19, n. 4, p. 217-245, 1969. [Visualizar item](#)

JUNGES, Mágat Nágelo; ALVES, Ubiratã Kickhöfel. Desenvolvimento da duração das vogais altas anteriores arredondadas [y:]-[y] do Alemão Padrão (AP) por um falante nativo brasileiro em contexto de instrução fonética. **Revista Investigações**, Recife, v. 32, n. 2, p. 325-352, 2019. [Visualizar item](#)

KOHLER, Klaus. **Einführung in die Phonetik des Deutschen**. 2. ed. Berlin: Schmidt, 1995.

LADEFOGED, Peter; JOHNSON, Keith. **A course in phonetics**. 7. ed. Stamford: Cengage Learning, 2015.

LEHISTE, Ilse. **Suprasegmentals**. Massachusetts: MIT Press, 1970.

LOWIE, Wander; VERSPOOR, Marjolijn. Individual differences and the ergodicity problem. **Language Learning**, Michigan, v. 69, S1, p. 184-206, 2019. [Visualizar item](#)

_____. Variability and variation in second language acquisition orders: a dynamic reevaluation. **Language Learning**, Michigan, v. 65, p. 63-88, 2015. [Visualizar item](#)

MALMBERG, Bertil. **A fonética: no mundo dos sons da linguagem**. Lisboa: Livros do Brasil, 1954.

MOLENAAR, Peter C. M. On the implications of the classical ergodic theorems: analysis of developmental processes has to focus on intra-individual variation. **Developmental Psychobiology**, [S.l.], v. 50, n. 1, p. 60-69, 2008. [Visualizar item](#)

_____.; HUIZENGA, Hilde. M.; NESSELROADE, John R. The relationship between the structure of interindividual and intraindividual variability: a theoretical and empirical vindication of developmental systems theory. In: STAUDINGER, U. M.; LINDENBERGER, U. (Ed.). **Understanding human development: dialogues with lifespan psychology**. New York: Springer, 2003. p. 339-360.

NIMZ, Katharina. **Sound perception and production in a foreign language**. Does orthography matter? 2016. 238 f. Tese (Doutorado) - Potsdam Cognitive Science Series, Universität Potsdam, Potsdam, 2016.

_____.; KHATTAB, Ghada. On the role of orthography in L2 vowel production: the case of Polish learners of German. **Second Language Research**, [S.l.], v. 36, n. 6, p. 1-30, mar. 2019. [Visualizar item](#)

POMPINO-MARSCHALL, Bernd. **Einführung in die Phonetik**. 3. ed. Berlin: Walter de Gruyter, 2009.

RÖTTGER, Timo B.; WINTER, Bodo; GRAWUNDER, Sven. The robustness of incomplete neutralization in German. In: Lee W-S, and Zee E (eds). **Proceedings of the 17th International Congress of Phonetic Sciences**. Hong Kong: Department of Chinese, Translation and Linguistics, University of Hong Kong, 2011, p. 1722–25.

SANTANA, A. M. **Desenvolvimento vocálico em um aprendiz multilíngue (L1: espanhol; L2: inglês; L3: português): uma análise via sistemas dinâmicos complexos**. 2021. 181 f. TCC (Graduação em Letras) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2021. [Visualizar item](#)

SCHERESCHEWSKY, Laura Castilhos. **O Desenvolvimento de voice onset time em sistemas multilíngues (Português – L1, Inglês – L2 – e Francês – L3): discussões dinâmicas a partir de diferentes metodologias de análise e processo**. 2021. 307 f. Dissertação (Mestrado em Letras) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2021. [Visualizar item](#)

SCHOLL, Ana Paula; FINGER, Ingrid. Elaboração de um questionário de histórico da linguagem para pesquisas com bilíngues. **Nonada: Letras em Revista**, Porto Alegre, v. 2, n. 21, p.1-17, 2013. [Visualizar item](#)

SCHOORMANN, Heike; HEERINGA, Wilbert; PETERS, Jörg. Standard German vowel productions by monolingual and trilingual speakers. **International Journal of Bilingualism**, [S.l.], v. 23, n. 1, p. 138-156, 2017. [Visualizar item](#)

Recebido em: 30/05/2023

Aceito em: 14/07/2023

STRANGE, Winifred; BOHN, Ocke-Schwen. Dynamic specification of coarticulated German vowels: Perceptual and acoustical studies. **The Journal of the Acoustical Society of America**, [S.l.], v. 104, n. 1, p. 488-504, 1998. [Visualizar item](#)

STRANGE, Winifred *et al.* Acoustic and perceptual similarity of North German and American English vowels. **The Journal of the Acoustical Society of America**, [S.l.], v. 115, n. 4, p. 1791-1807, 2004. [Visualizar item](#)

VAN DIJK, Marijn; VERSPOOR, Marjolijn; LOWIE, Wander. Variability and DST. *In*: VERSPOOR, M.; de BOT, K.; LOWIE, W. (Ed.). **A dynamic approach to second language development: methods and techniques**. Amsterdam: John Benjamins Publishing Company, 2011. p. 55-84.

VAN GEERT, Paul. Vygotskian Dynamics of Development. **Human Development**, [S.l.], v. 37, n. 6, p. 346-365, 1994. [Visualizar item](#)

VERSPOOR, M.; LOWIE, W.; DE BOT, K. Variability as normal as apple pie. **Linguistics Vanguard**, [S.l.], v. 7, n. 2, p. 1-11, 1 fev. 2021. [Visualizar item](#)

YU, Hanjing; LOWIE, Wander. Dynamic paths of complexity and accuracy in second language speech: a longitudinal case study of chinese learners. **Applied Linguistics**, [S.l.], v. 41, n. 6, p. 855-877, 2019. [Visualizar item](#)