

Uma análise das realizações vocálicas por uma aprendiz brasileira de alemão: a qualidade vocálica

[An analysis of vowel productions by a female Brazilian speaker of German: analyzing vowel quality]

<http://doi.org/10.11606/1982-8837e240039>

Máгат Náгelo Junges¹
Ubiratã Kickhöfel Alves²

Abstract: In this study, we investigate the development of Standard German vowels, concerning their formants, namely F1, F2 and F3, by a young-adult Brazilian female speaker of German as a third language (L3). The methodology entails an acoustic analysis on Praat. We analyze the vowel sounds regarding their relative formant structure, in order to verify whether (or how) they changed along the evaluated sessions by means of a Monte Carlo analysis. As a result of the analysis, we observe that the speaker uses a formant compensation strategy for the production of her German vowels. According to the *Speech-Learning Model (SLM-(r))*, the speaker altered her formant acoustic cues, i.e. instead of relying on F3 to produce some phonological distinctions in her German vowels, the speaker made use of F2 to account for these distinctions.

Keywords: German vowels; formant structure; acoustic cues; complex dynamic systems

Resumo: Neste estudo, investigamos o processo de desenvolvimento formântico relativo às vogais do alemão padrão (AP), por uma falante nativa brasileira, adulta-jovem, do AP como terceira língua (doravante, L3). Metodologicamente, realizamos uma análise acústica no Praat. Desta forma, analisamos os dados acerca dos três primeiros formantes vocálicos (F1, F2 e F3) de todas as vogais do sistema vocálico do AP, a fim de observar se (ou como) as vogais do AP se modificariam acusticamente ao longo das sessões avaliadas, por meio da verificação de análises de Monte Carlo. Os resultados indicam que a falante se utiliza de uma estratégia de compensação formântica para a produção de suas vogais. Segundo o *Speech-Learning Model (SLM-(r))*, a falante fez uso de outras pistas acústicas, que não as esperadas, a fim de produzir as distinções entre suas vogais, isto é, ela passa a basear a sua produção vocálica na pista referente ao segundo formante (F2) em vez de baseá-la no terceiro formante (F3).

¹ Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Letras (Campus do Vale), Avenida Bento Gonçalves, 9500, Agronomia, Porto Alegre, RS, 91540-000, Brasil. E-mail: magat.nj@hotmail.com. ORCID: 0000-0001-9910-8481.

² Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Letras (Campus do Vale), Avenida Bento Gonçalves, 9500, Agronomia, Porto Alegre, RS, 91540-000, Brasil. E-mail: ukalves@gmail.com. ORCID: 0000-0001-6694-8476.



Palavras-chave: vogais do alemão padrão; estrutura formântica; pistas acústicas; sistemas dinâmicos complexos

Zusammenfassung: In dieser Studie wird der Entwicklungsprozess hinsichtlich aller Vokale im Hochdeutschen als dritte Sprache (L3) von einer jungen-erwachsenen brasilianischen Muttersprachlerin untersucht. Die Methodologie umfasst eine akustische Analyse in Praat. In diesem Sinne werden die Dateien in Bezug auf die drei ersten Formanten (F1, F2 und F3) aller hochdeutschen Vokale analysiert, um herauszufinden, wenn (und wie) sich die Vokale akustisch mittels der Überprüfung der Monte-Carlo Analysen im Laufe der evaluierten Datenerhebungen ändern würden. Die Ergebnisse schlagen vor, dass die Sprecherin eine Formanten-Kompensierung Strategie für ihre Vokalproduktion anwendet. Dem *Speech-Learning Model (SLM-(r))* zufolge benutzte die Sprecherin andere akustische Cues, um phonologische Unterscheidungen in ihren Vokalen auszusprechen, d.h. sie basiert ihre Vokalproduktion auf dem zweiten Formant (F2) anstatt eine Vokalproduktion anhand des dritten Formants (F3).

Schlüsselwörter: hochdeutsche Vokale; Formantenstruktur; akustische Cues; komplexe und dynamische Systemtheorie

Introdução

A produção de vogais do alemão padrão³ (doravante, AP) representa um desafio para estudantes brasileiros de *DaF (Deutsch als Fremdsprache)* (JUNGES 2012, 2023; JUNGES, ALVES 2019, 2020, 2023). Uma vez que o alemão padrão e o português brasileiro (doravante, PB) apresentam distinções fundamentais entre seus sistemas fonético-fonológicos, cabe aos falantes de ambas as línguas conseguirem realizá-las a ponto de sua fala ser compreensível e inteligível perante os demais falantes dessas línguas (ALVES 2018; ALVES, SANTANA 2020; ALVES, VIEIRA 2023; ALBUQUERQUE 2019; SANTANA 2021; SCHERESCHEWSKY 2021).

À luz da Teoria dos Sistemas Dinâmicos Complexos (TSDC) (DE BOT, LOWIE, VERSPOOR 2007; LARSEN-FREEMAN, CAMERON 2008; LARSEN-FREEMAN 2015; DE BOT 2017), a análise do desenvolvimento de uma língua adicional (LA) implica acompanhar tal processo longitudinalmente e com foco específico no aprendiz. Desse modo, à luz desse paradigma, ressaltamos que uma análise *individual* (foco exclusivo no indivíduo)

³ Stock e Hirschfeld (1996 [2002]: 03), concernente ao emprego da pronúncia padrão do alemão, apresentam a seguinte passagem: “Esta forma de pronúncia vale não somente como cultivada, mas sim torna, principalmente, possível, a compreensão dentro de todo o território de língua alemã. Na aula de alemão como língua estrangeira, é normal, por conta disso, já há muito tempo, comunicar somente o tratamento da pronúncia padrão com relação à fonética do alemão”.

da produção das vogais do AP poderá revelar informações importantes sobre a trajetória pela qual passa um aprendiz ao longo do tempo.

Por meio de uma análise linguística processual, podemos afirmar que o sistema linguístico do falante de LA e, sobretudo, seu subsistema fonético-fonológico, apresentam a capacidade de se reestruturarem continuamente, o que os caracterizam pelas suas não linearidade e imprevisibilidade. Ancorados em tal concepção de língua, a propriedade mais saliente da TSDC diz respeito ao seu caráter longitudinal (DE BOT, LOWIE, VERSPOOR 2007), o que justifica a nossa escolha por um estudo de base longitudinal (também chamada de ‘análise de processo’) (cf. Lowie 2017), ao invés de um recorte linguístico transversal (‘análise de produto’) (cf. Lowie 2017).

Nessa esteira, no presente trabalho, acompanhamos, por meio de um experimento fonético e de uma discussão de base psicolinguística, a realização de todas as vogais do AP, de forma longitudinal, por uma falante brasileira, estudante de alemão, em contexto privado de ensino, durante o intervalo de doze coletas, sob a janela de tempo de um ano. Investigamos, dessarte, os seus três primeiros formantes vocálicos, isto é, F1, F2 e F3, que representaram o foco da nossa análise, pois esses formantes são, acusticamente, característicos por definirem os aspectos primordiais que caracterizam a qualidade de uma vogal (KENT, READ 2015).

Assim, a *dimensão temporal* da abordagem longitudinal da coleta de dados realizada neste trabalho aponta para o fluxo contínuo e para a autorreorganização interna dos sistemas linguísticos. Com efeito, espera-se que os sistemas e subsistemas *variem*, tornem-se sensíveis a padrões específicos presentes no *input* em um determinado intervalo de tempo e, também, a outros padrões em outro intervalo de tempo (DE BOT, LOWIE, VERSPOOR 2007). À luz desse paradigma, Van Geert (1994) ressalta, desse modo, o desenvolvimento ao longo do tempo como um processo iterativo. Isso nos mostra que o nível atual de desenvolvimento depende, criticamente, do nível anterior de desenvolvimento.

Essa compreensão de língua através de desenvolvimento processual e temporal nos habilita a mencionar e abordar a noção de *variabilidade linguística*. Segundo Lowie e Verspoor (2015), a variabilidade linguística é requisito básico para a concepção de desenvolvimento linguístico, ou seja, sem variabilidade não há desenvolvimento. Esse

processo sinaliza, portanto, a aparente experimentação por parte do aprendiz perante a língua em questão, pois demonstra que ele está experimentando novas ‘ferramentas’ ao longo de seu processo de desenvolvimento linguístico.

Em harmonia com as premissas estabelecidas pela TSDC, trabalhamos, outrossim, com as premissas da versão atualizada do modelo referente ao *Speech Learning Model (SLM-(r))*, segundo Flege e Bohn (2021), a fim de poder avaliar, foneticamente, as movimentações das categorias vocálicas no espaço acústico ao longo do tempo. Brevemente, podemos conceber o *SLM-r* (FLEGE, BOHN 2021) como um modelo teórico-metodológico, no qual a percepção e a produção de sons de uma nova língua, como vogais e consoantes, são investigadas. Para nós, a escolha desse modelo específico se justifica, fundamentalmente, pela possibilidade de permitir que se acompanhe o falante longitudinalmente, além de também permitir o papel mais ou menos prioritário de uma dada pista acústica (no caso, F1, F2 e F3) frente à tarefa de estabelecimento das distinções funcionais na nova língua.

Tendo em vista o contexto psicolinguístico associado ao contexto fonético inseridos no presente estudo, o objetivo geral deste trabalho é investigar o desenvolvimento de todo o sistema vocálico do AP, por uma falante brasileira de alemão, por meio de um experimento fonético, segmentado em doze sessões de produção, ao longo de um ano. Nesse sentido, com vistas a cumprir o objetivo geral, os objetivos específicos do trabalho são: (i) verificar possíveis variações longitudinais, relativas aos três primeiros formantes (F1/F2/F3), presentes na configuração de todas as vogais do sistema vocálico do AP; (ii) discutir, com base na visão da TSDC, o que a variabilidade dos dados pode indicar sobre a trajetória linguística intraindividual da falante brasileira.

2 Referencial Teórico

2.1 A TSDC

Segundo os pressupostos da TSDC (LOWIE, VERSPOOR 2019; YU, LOWIE 2019), a linguagem é considerada um sistema adaptativo que exhibe tanto estabilidade quanto mudança dinâmica (ELLIS, LARSEN-FREEMAN 2009). Além disso, Han (2019) complementa que o uso da língua é um processo iterativo de coadaptação, no qual os

usuários da língua se adaptam ao contexto e aos outros interlocutores para realizarem o potencial semiótico da linguagem. Outrossim, essa teoria captura um conjunto de concepções epistemológicas como princípios do conhecimento que contribuem para o pensamento e a teorização científica. Hiver, Al-Hoorie e Evans (2022), segundo Hulstijn (2020), definem a TSDC, dessarte, como uma metateoria que oferece uma posição ontológica (isto é, princípios da realidade) para a compreensão da linguagem, de seu uso, e de seu desenvolvimento, em termos dinâmicos e complexos.

Dessa forma, fazer pesquisa por meio da TSDC envolve, primeiramente, estudar os sistemas complexos decorrentes de um foco em seu processo de mudança. Um modo de pôr isso em prática se dá através da *dominância dinâmica* da pesquisa que leva em consideração, primordialmente, os métodos que usam o tempo, de forma intensiva (HIVER, AL-HOORIE, EVANS 2022: 916). Para Ellis e Larsen-Freeman (2009), macrocomportamentos complexos, microinterações dinâmicas dentro do sistema, e a emergência de novos padrões de comportamento passam a ser de grande interesse. Podemos afirmar, com base em Holland (2006), que as partes do sistema conseguem se adaptar e aprender. Resultante disso, mesmo sistemas que podem parecer idênticos, na verdade, não o são, pois a sua adaptação e o seu desenvolvimento subsequentes mostram que eles divergem significativamente (HIVER 2022).

Por derradeiro, delineamos que as características de não linearidade e infinitude dos sistemas dinâmicos e complexos os tornam, incondicionalmente, passíveis a mudanças ao longo do tempo, isto é, não há um ponto final para o seu desenvolvimento linguístico (DE BOT 2015). Consequentemente, para Hiver (2022), a sua mudança dinâmica é considerada não télica, o que permite que esses sistemas progridam através do tempo sem apresentarem um objetivo fixo e predeterminado.

2.2 *Speech Learning Model (SLM(-r))*

O modelo de produção e percepção da fala intitulado *Revised Speech Learning Model (SLM(-r))*, proposto por Flege e Bohn (2021), deriva de seu modelo antecessor, conhecido como *Speech Learning Model (SLM)*, introduzido por Flege (1995). Ambas as

versões do modelo focam no aprendizado de ‘sons’ da L2 cunhados por vogais e consoantes (segmentos).

Assim, apresentamos as premissas básicas do *SLM(-r)*, segundo Flege e Bohn (2021: 23):

Quadro 1: Premissas básicas do *SLM(-r)*

1. *As categorias fonéticas empregadas no reconhecimento dos vocábulos e na definição dos alvos de produção da fala se baseiam nas distribuições estatísticas do input.*
2. *Aprendizes de L2, independente de idade, utilizam os mesmos mecanismos e processos de aprendizado da L2 que as crianças exploram ao aprenderem sua L1.*
3. *Discrepâncias de input nativo e não nativo na produção e percepção da L2 são onipresentes, não devido ao fato de os seres humanos perderem sua capacidade de aprender a falar em certo período do desenvolvimento neurocognitivo usual, mas pelo fato de aplicarem os mecanismos e processos que funcionaram perfeitamente na aquisição da L1 aos sons da L2 e, conseqüentemente, isso não produzir os mesmos resultados.*

Fonte: FLEGE E BOHN (2021: 23)

Para além de suas premissas básicas, Flege e Bohn (2021) também inserem as *principais hipóteses* do modelo, que são: (1) alteração da hipótese da idade da versão original; (2) a relação entre produção e percepção; (3) acurácia das categorias; (4) *formação das categorias fonéticas bilíngues*; (5) interações entre L1 e L2; e (6) *peso das pistas acústicas*. Dentre essas hipóteses, focamos, principalmente, nas *hipóteses (4) e (6)*, que tratam das categorias fonéticas bilíngues e do peso das pistas acústicas, por serem de especial atenção à discussão dos dados a ser realizada neste trabalho.

No que diz respeito à hipótese de *formação das categorias fonéticas bilíngues (4)*, os autores (*op. cit*) reiteram que deverá emergir, necessariamente, uma diferença no aprendizado da L1 e da L2, pois (1) os sons da L1, inicialmente, substituirão as categorias de sons da L2, uma vez que os sons da L2 são, automaticamente, relacionados aos sons no inventário fonético da L1; (2) As categorias fonéticas preexistentes da L1 interferem e, às vezes, até bloqueiam a formação de novas categorias fonéticas dos sons da L2; e (3) a aprendizagem de sons da L2 é baseada no *input* que difere do *input* que falantes nativos monolíngues da língua-alvo (L2) recebem ao aprenderem os mesmos sons.

Ancorados em tais explicações, o presente modelo advoga, conforme já discutido, que a capacidade para a formação das categorias fonéticas da L2 se mantém intacta por

todo o tempo de vida. Isso se aplica às novas categorias para todo o repertório sonoro da L2 que se difere, perceptualmente, do som mais próximo da L1. Existem, porém, algumas condições necessárias para que esse processo possa ocorrer, sendo elas: (i) o grau de dissimilaridade fonética percebida de um som da L2 do som mais próximo da L1; (ii) o grau de definição da categoria fonética da L1 mais próxima e (iii) a quantidade e a qualidade do *input* da L2 recebida.

Já a respeito do *peso das pistas acústicas* (6), o modelo propõe que o peso de uma pista acústica atribuído à formação da categoria dos sons da L1 pode ser distinto do peso de uma pista acústica atribuído à formação da categoria dos sons da L2. Isso sustenta a formação de categorias fonéticas específicas no sistema fonético-fonológico da L2 em contraparte à formação de categorias fonéticas presentes e formadas no sistema fonético-fonológico da L1. Em outras palavras, aprender uma nova língua pode implicar atribuir diferentes pesos de prioridade aos sons da L2 em comparação aos pesos atribuídos a essas mesmas pistas na L1. Por exemplo, ainda que, no desenvolvimento de um sistema vocálico mais complexo, os aprendizes brasileiros tendem a priorizar a duração no estabelecimento das distinções funcionais vocálicas, em línguas como o inglês e o alemão, a qualidade vocálica (a partir de pistas como F1, F2 e F3) constitui uma pista mais importante do que a própria duração para as distinções funcionais entre as vogais (HOLT, LOTTO 2006). É preciso, portanto, que o aprendiz brasileiro atente a esse aspecto e promova uma “mudança” de pistas prioritárias no desenvolvimento vocálico dessas línguas.

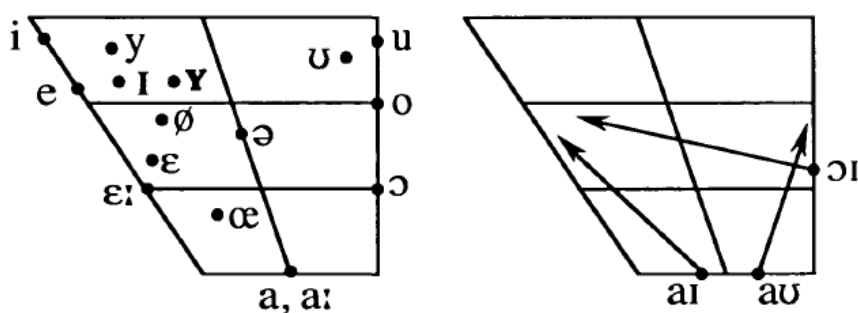
Conjugada à Teoria dos Sistemas Dinâmicos Complexos (TSDC), a proposta do *Speech Learning Model* (SLM(-r)) agrega à análise fonética do nosso estudo no sentido de inserirmos uma microteoria acústica e perceptual dentro de uma teoria linguística ampla e abrangente.

2.3 Sistema vocálico do alemão

O alemão é uma língua natural que possui 16 sons vocálicos, sendo, no mínimo, 14 monotongos contrastando em altura⁴, tensão e duração, e ainda três ditongos, respectivamente: /i, ɪ, e, ε, εː⁵, a, ʌ, y, ʏ, ø, œ, u, ʊ, o, ɔ/ - /ə, ɐ/ - /aɪ, aʊ, ɔɪ/. Concorde-se, em geral, que os seus 14 monotongos podem ser agrupados em sete pares contrastivos, sendo eles /i-ɪ/, /e-ɛ/, /a-ʌ/, /y-ʏ/, /u-ʊ/, /o-ɔ/, /ø-œ/, embora foneticistas e fonólogos os classifiquem distintamente (JØRGENSEN 1969; LINDNER 1969; SENDLMEIER 1981; KOHLER 1990, 1995; RAMERS 1998; STRANGE, BOHN 1998; MEYER 2010; NIMZ 2015; HEERINGA, SCHOORMANN, PETERS 2015; SCHOORMANN, HEERINGA, PETERS 2017; SCHOORMANN 2023).

A seguir, podemos visualizar todas essas vogais do alemão dispostas em dois trapézios (à esquerda, os monotongos; e à direita, os ditongos):

Figura 1: Monotongos e ditongos do alemão



Fonte: KOHLER (1990: 49)

As vogais exemplificadas na Figura 1 são visíveis na ordem vocálico-articulatória do trapézio (antero-central-posterior).

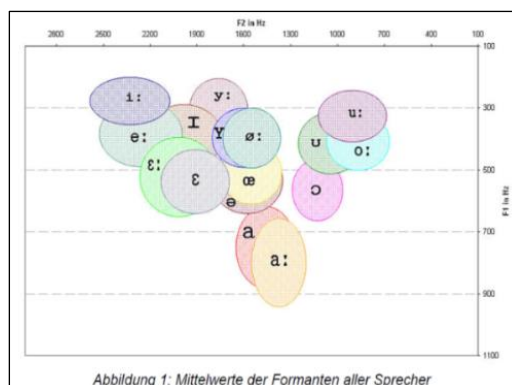
As vogais do alemão, com base no tratamento fonético-acústico, são descritas por Sendlmeier e Seebode (2010) em uma pesquisa realizada entre os anos de 1998 e 2006

⁴ “No espectro fonético de língua alemã, nomeia-se, frequentemente, os grupos de vogais ‘fechadas’ e ‘abertas’, respectivamente (VIETOR, BREMER, WÄNGLER, MARTENS, ZWIRNER *et al.*)” (JØRGENSEN 1969: 217).

⁵ “Uma especialidade do sistema vocálico do alemão consiste em que, além da vogal breve e aberta [ɛ], existe a vogal fechada [eː] e, também, a vogal longa e aberta [ɛː]. Este [ɛː], longo e aberto, é formado com menor protuberância da língua e maior abertura da boca do que o [eː] breve. Ele fica, portanto, isolado no sistema” (STOCK, HIRSCHFELD 1996 [2002]: 18).

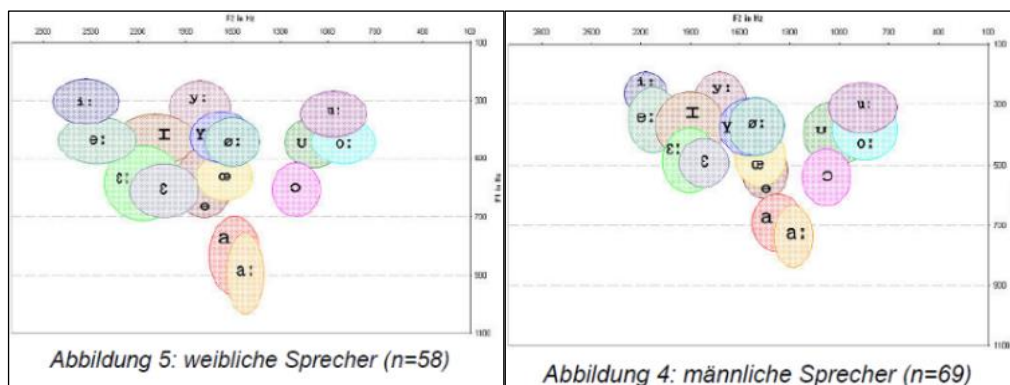
no *Centro de Línguas e Comunicação da Universidade Técnica de Berlim*⁶ – TU Berlin, com 127 falantes nativos do AP (69 homens e 58 mulheres), cujas idades variaram entre 20 e 30 anos. A área acústica estabelecida para essas vogais pode ser visualizada na Figura 2, a seguir, bem como para os falantes nativos alemães femininos e masculinos (Figura 3), respectivamente:

Figura 2: (Ilustração 1, original) - Espaço acústico vocálico (F1 e F2) das vogais do AP



Fonte: SENDLMEIER e SEEBODE (2010: 03)

Figura 3: (Abb. 4, 5, original) - Disposição acústica (F1 x F2) das vogais do AP para os sexos feminino e masculino, respectivamente



Fonte: SENDLMEIER e SEEBODE (2010: 03)

Podemos visualizar pelas Figuras 2 e 3 que os valores formânticos para as vogais produzidas pelas mulheres estão mais espalhados pelo espaço acústico vocálico do que os dos homens. Os dados referentes às mulheres se configuram entre frequências de 200Hz e 2800Hz, enquanto os dados dos homens entre frequências de 250Hz e 2100Hz,

⁶ Nome original do centro da universidade: “TU Berlin, *Institut für Sprache und Kommunikation*”.

sinalizando uma maior dispersão dos dados femininos no espectro das frequências vocálicas.

Além dos valores formânticos apresentados por Sendlmeier e Seebode (2010), Strange *et al.* (2004: 1801) apresentam a Tabela 1, abaixo, com os valores médios, em relação aos três primeiros formantes e à duração absoluta (ms) do alemão, falado no Norte da Alemanha, produzidas por quatro falantes nativos do alemão do Norte, nas sílabas do tipo *hVp/hVb*, dentro de frases-veículo.

Tabela 1 (TABLE IV, no original): Valores médios das frequências formânticas e durações do alemão do Norte (*North German - NG*). Taxa de diferença entre a vogal longa e breve = 1.9⁷

Vogais	F1 (Hz)	F2 (Hz)	F3 (Hz)	Duração (ms)
i:	317	1943	2971	84
ɪ	428	1784	2462	54
e:	382	2008	2697	97
ɛ	597	1738	2471	65
y:	306	1590	2061	84
ʏ	406	1348	2104	63
ø:	409	1345	2051	99
œ	551	1364	2231	74
u:	344	710	2002	84
ʊ	441	836	2398	60
o:	427	727	2454	100
ɔ	610	966	2414	60
ɑ:	713	1173	2438	115
a	713	1227	2395	64

⁷ Na Tabela, Strange *et al.* (2004) não acrescentaram a vogal [ɛ:] no inventário do alemão do Norte, embora possamos visualizá-la nos trapézios das vogais de falantes monolíngues e trilingues apresentados por Schoorman, Heeringa e Peters (2017: 07).

Fonte: STRANGE *et al.* (2004: 1801)

Nesta Tabela, são exibidos os valores dos três primeiros formantes vocálicos (F1/F2/F3) para cada vogal (monotongo) do AP, bem como a duração absoluta (em ms) produzida pelos falantes nativos do Norte da Alemanha. Tais índices nos serão úteis para a discussão dos dados de produção da aprendiz investigada, uma vez que permitirão verificar se as produções da referida aprendiz se aproximam do padrão do AP.

3 Metodologia

3.1 Estudo longitudinal

A visão de língua referente à TSDC concebe a pesquisa em desenvolvimento de línguas adicionais a partir da definição de *ergodicidade*, que considera duas condições ou cenários: A primeira condição ou cenário (hipotético, portanto, não encontrado na realidade) concebe o processo linguístico enquanto estável no tempo, indicando que cada medida mostra a mesma média e a mesma variância. Ele deve possuir, também, uma população homogênea, que diz respeito a todos os participantes seguirem os mesmos padrões dinâmicos sem ocorrerem diferenças individuais (HANNAN 1970 *apud* YU, LOWIE 2019). Uma vez que não existem grupos de indivíduos ergódicos, a outra condição ou cenário, em contrapartida, refere-se ao desenvolvimento linguístico enquanto *processo*. Segundo esse princípio, o processo é caracterizado por diferenças individuais extensas e uma interação dinâmica de um número vasto de fatores, ou seja, a ergodicidade não pode ser condicionada a grupos (LOWIE, VERSPOOR 2019).

Retomamos, outrora, que a mudança, para a TSDC, está vinculada a entidades dinâmicas que afetam, diferentemente, o seu desenvolvimento em momentos diferentes. Destarte, nenhum indivíduo desenvolver-se-á da mesma maneira, dado que o desenvolvimento ocorre de uma maneira não-linear, com fases de altos níveis de variabilidade geralmente acompanhadas de um rápido crescimento (LOWIE, VERSPOOR 2019). Para tais autores (2019), o objetivo do pesquisador deve ser ter uma visão do processo desenvolvimental ao traçar diferentes subcomponentes do sistema e traçar seu comportamento e interações, sem necessariamente os generalizar para grupos.

Baseando-nos nesses princípios, conduzimos este estudo longitudinal, ao longo de doze (12) coletas, realizadas no período de um ano, com uma participante do sexo feminino (falante entre os níveis A2-B1, de acordo com o CEFR⁸), a fim de acompanhar seu desenvolvimento vocálico ao longo do tempo. A escolha pela aprendiz, com proficiência básico-intermediária em língua alemã, justifica-se pela possibilidade de esta poder apresentar alterações linguísticas mais acentuadas ao longo de um ano, o que nos permitiria verificar mais alterações dinâmicas em seu sistema vocálico.

A aprendiz selecionada para o estudo longitudinal era uma estudante de alemão como L3, residente na cidade de Passo Fundo (RS). Mais detalhes a seu respeito serão fornecidos na seção 3.2.

3.2 Questionário de Histórico Linguístico

A informante selecionada para este estudo, antes da realização das gravações, preencheu uma ficha de inscrição com seus dados pessoais e, também, um questionário de histórico linguístico para falantes bilíngues ou trilíngues (ambos foram elaborados e aplicados conforme o modelo adotado na Tese de Pereyron (2017), baseado em Scholl e Finger⁹ (2013)). Assim, pudemos conhecer, com mais propriedade, as informações a respeito do *histórico linguístico* de cada participante, como a idade em que a falante começou a aprender a língua alemã e a idade em que começou a usá-la efetivamente, além do seu meio de aprendizado (em casa, informalmente, ou, em ambiente formal, em sala de aula).

⁸ Quadro Europeu Comum de Referência para as Línguas (CEFR).

⁹ 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).

3.3 Corpus

O instrumento que utilizamos, neste estudo, segue o mesmo modelo empregado em Strange e Bohn (1998), em estudo acústico-perceptual realizado sobre a especificação dinâmica e a coarticulação de vogais do alemão, em cujas frases-veículos do tipo ‘*Ich habe /dVt/ gesagt*’ (‘*I said dVt*’) os vocábulos foram inseridos (*op. cit.*: 490). Os vocábulos (logatomas) do AP apresentados pelos autores são: *diet, ditt, deht, dett, dächt, daht, datt, düht, dütt, döht, dött, duht, dutt, doht, dott*. As vogais nessas sílabas são, respectivamente: /i:, ɪ, e:, ε, ε:¹⁰, a:, a¹¹, y:, ʏ, ø:, œ, u:, ʊ, o:, ɔ/.

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]). Esse contexto fonético acústico-articulatório permite que a vogal, que ocupa a posição de núcleo silábico, seja pouco influenciada articulatória e acusticamente pelas suas adjacências consonantais. Sendo assim, “o fone [h] possui quase nenhuma influência sobre a vogal seguinte” (JØRGENSEN 1969: 228). Tecnicamente, afirmamos que suas informações espectrais centrais, o alvo ‘*target*’, 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 supraglotalis, refletidas, conseqüentemente, no espaço acústico. Por isso, optamos pela sílaba mencionada, aplicada por diversos autores (dVt/hVt) (BOHN 2004; BOHN, POLKA 2001; HEERINGA, SCHOORMANN, PETERS 2015; POLKA, BOHN 1996, 2003, 2011; STRANGE, BOHN 1998; STRANGE *et al.* 2004; SCHOORMANN, HEERINGA, PETERS 2017), em várias pesquisas da área, a respeito da produção e/ou percepção vocálica do alemão e/ou dialetos do alemão.

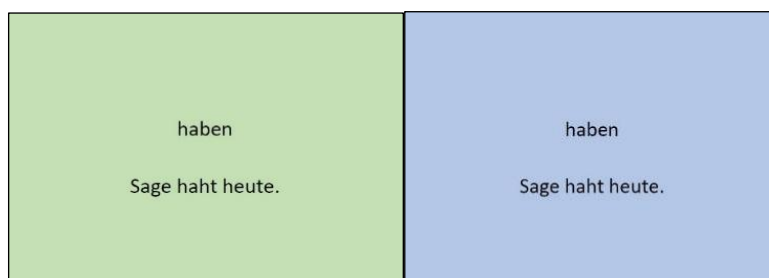
Obtivemos, dessa forma, a seguinte lista de vocábulos do AP (sete pares contrastivos ‘V longa’ x ‘V breve’ types): <*hiet, hitt, heht, hett, häht, haht, hatt, hüht,*

¹⁰ Segundo Strange e Bohn (1998: 503; nota de rodapé 1), a vogal /ε/ é considerada uma vogal hipercorreta para falantes alemães do Norte. Os autores decidiram mantê-la em seu *corpus*, pois se releva como uma resposta alternativa aos estímulos de percepção.

¹¹ Embora autores que trataram da descrição do sistema fonético do alemão, como Kohler (1995; 1999), Rues *et al.* (2009) e Stock e Hirschfeld (1996 [2002]) convencionaram a seguinte transcrição [a:, a] para ambas as vogais baixas longa/tensa e breve/frouxa do alemão, decidimos manter a transcrição fonética adotada em Strange e Bohn (1998), uma vez que apresenta símbolos distintos para a diferenciação entre as duas vogais, além de também ser utilizada de base para a análise acústica vocálica cunhada pelos autores (1998).

hütt, höht, hött, huht, hutt, hoht, hott>, permanecendo nessas sílabas as mesmas vogais tensas e frouxas, respectivamente: /i, ɪ, e, ε, εː, a, a, y, ʏ, ø, œ, u, ʊ, o, ɔ/. Cada logatoma foi repetido cinco vezes, inseridos em uma frase-veículo do tipo “*Sage x heute*”, (“Diga x hoje”), resultando em 75 *tokens* (15 vocábulos x 5 repetições cada). Em cada *slide*, adicionamos um vocábulo real do alemão sobre a sentença com o logatoma, a fim de guiar a produção da vogal da palavra fictícia, presente na sentença-veículo em alemão, apresentada abaixo da palavra real (ou seja, a palavra real tem a mesma vogal que a vogal tônica da palavra fictícia, que é apresentada abaixo). Tais vocábulos são, respectivamente, na mesma ordem vocálica acima: *sie; Tisch; geht; nett; Väter; das; haben; Schüler; Mütter; hören; Töchter; Stuhl; Mutter; wo; doch*.¹² Vejamos um exemplo de *slide* randomizado¹³, em que o vocábulo <*haben*> (verbo ‘ter’, em alemão) possui a mesma vogal longa baixa [a:] que o logatoma <*haht*>:

Figura 4: Exemplos de *slides*¹⁴ apresentados à informante no estudo longitudinal



Fonte: Elaboração própria (2025)

Na mesma apresentação de *PowerPoint*, adicionamos, primeiramente, um *slide* explicativo sobre as orientações a serem seguidas durante as gravações. Reiteramos, também, que consideramos a relação grafofonêmica existente nos vocábulos do nosso *corpus* para fins de análise dos dados acústicos e grafêmicos.

Para a gravação dos áudios, a informante gravou as sentenças, em sua residência, por meio de um aplicativo de gravação disponível em seu aparelho celular, marca iPhone,

¹² Tais vocábulos significam, respectivamente: *ela ou eles/elas; mesa; vai* (verbo ‘ir’); *legal; pais* (substantivos masculinos); *isto/isso; ter; aluno(-s); mães; ouvir; filhas; cadeira; mãe; onde; sim, claro*.

¹³ A randomização dos vocábulos e das sentenças do AP apresentadas à informante foi realizada por meio do recurso de *randomização de lista* disponível, gratuitamente, no site <https://www.random.org/lists/>.

¹⁴ As cores ‘verde’ e ‘azul’ dos *slides* serviram para indicar à informante a passagem de um *slide* para o outro. Isso auxiliou-a a identificar os vocábulos e as sentenças exibidas a fim de mitigarmos a perda amostral alusiva às vogais do AP.

modelo iOS 10.0. A partir disso, os dados sonoros (em formato .wav) foram extraídos, ouvidos e analisados, por meio do programa de análise acústica da fala Praat¹⁵ (BOERSMA, WEENINK 2020; versão 6.1.09).

3.4 Informante brasileira

De acordo com as informações obtidas junto ao relato do *Questionário de histórico da linguagem para pesquisas com bilíngues* (SCHOLL, FINGER 2013), a informante brasileira feminina tinha 24 anos de idade, à época da gravação, e cursava o Ensino Superior.

No que diz respeito ao seu histórico linguístico, por ela ser brasileira, sua L1 é, naturalmente, o português brasileiro (doravante, PB), sua L2 é o inglês, e a sua L3 é o alemão padrão. 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 (L3), começou a ser aprendido somente aos 21 anos de idade¹⁶.

Já a respeito do seu grau 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), a participante se autoavaliou em leitura e compreensão auditiva em 6 = proficiente, e escrita e fala em 4 = bom, em inglês. No entanto, em alemão, ela se autoavaliou em 2 = baixo, com relação a todas as competências linguísticas (leitura, escrita, compreensão auditiva, fala).

¹⁵ O programa *Praat* pode ser baixado, gratuitamente, através do site <http://www.fon.hum.uva.nl/praat/>.

¹⁶ Entendemos que, à luz da TSDC, todas as línguas do indivíduo estão conectadas entre si e se influenciam mutuamente. Entretanto, em função da necessidade de delimitação deste trabalho, neste artigo investigamos apenas o desenvolvimento do Alemão Padrão. Em estudos futuros, deveremos nos concentrar no desenvolvimento concomitante de todas as línguas da aprendiz.

3.5 Calendário das gravações

Para as coletas de dados, realizamos uma gravação mensal, isto é, em uma escala de tempo mensal com o intervalo de três semanas entre cada coleta¹⁷, entre julho de 2020 e maio de 2021.

Ademais, precisamos informar que, conforme solicitação da participante (em função dos cuidados sanitários referentes à pandemia de Covid-19), as gravações realizadas com a informante aconteceram à distância, isto é, a aprendiz nos enviava os dados de cada gravação sua, via *WhatsApp*, em formato .wav, de forma assíncrona.

3.6 Procedimentos de análise

3.6.1 Análise acústica dos dados

De modo a realizarmos a análise acústica deste estudo, ancoramo-nos nos procedimentos metodológicos adotados em Strange e Bohn (1998), Junges (2012; 2023), De los Santos (2017), Pereyron (2017) e Schoormann, Heeringa e Peters (2017). Convém-nos, nesta seção, apresentar os programas, recursos e metodologias, já empregados nesses trabalhos, e que também foram empregados, consequentemente, neste estudo. São eles: Praat (programa de análise acústica da fala) (BOERSMA, WEENINK 2020), LPC¹⁸ (*Linear Predictive Coding*), *Microsoft Excel* (visando à verificação dos picos ascendentes e descendentes do estudo longitudinal, bem como das correlações entre as variáveis ao longo do tempo) e do *software* livre R, empregado para a geração dos dados de Média das vogais.

¹⁷ Cabe, neste contexto, a explicação de que a pandemia de Covid impediu o deslocamento até a universidade e o uso da cabine acústica, e que as gravações foram realizadas com todos os padrões de segurança impostos pela pandemia.

¹⁸ ‘*Codificação preditiva linear*’ (LPC): uma classe de métodos usados para obter um espectro. A codificação preditiva linear usa uma soma linear de pesos de amostras para prever um valor próximo (KENT, READ 2015: 491). O LPC é um método que “possibilita a visualização do traçado dos valores das frequências dos formantes superposto ao traçado do espectrograma além do cálculo dos valores de frequência, amplitude e largura de banda dos formantes num determinado ponto do enunciado” (BARBOSA, MADUREIRA 2015: 157). Lima Júnior (2016, p. 153) define o método de extração de formantes LPC como um “algoritmo preditivo que decompõe o sinal acústico fazendo uma estimativa das ressonâncias geradas no trato vocálico”.

Em primeiro lugar, cabe-nos sustentar que a justificativa pela escolha da investigação de aspectos vocálicos do alemão sucede-se, fundamentalmente, por realizarmos pesquisa em contexto laboratorial. Apoiamo-nos, por essas razões, no embasamento fonético-metodológico apresentado em Xu (2010)¹⁹, que nos fornece insumo convincente e confiável o bastante para darmos continuidade à nossa pesquisa laboratorial.

Xu (2010) defende esse tipo de pesquisa, através da apresentação dos mitos acerca da fala gravada no laboratório, descrevendo, destarte, as suas vantagens perante a gravação da fala espontânea. Segundo Xu (2010: 332), “não importa quão desnaturais possam ser as amostras de fala examinadas, o objetivo real é sempre compreender o tipo de fala que ocorre fora do laboratório”, assim como a Química e a Física procedem em seus tubos de ensaio (que nunca são o objeto real da pesquisa), pois seu objetivo principal é compreender os fenômenos ocorrendo na natureza.

No contexto da fala de laboratório, os estímulos gravados, neste estudo, foram transferidos para o *software* de análise acústica adotado, o *Praat* - versão 6.1.09, em desenvolvimento contínuo por Boersma e Weenink (Centro de Ciências Fonéticas da Universidade de Amsterdã), para a sua segmentação²⁰ manual, através da onda sonora e espectograma visualizados no programa, a fim de ser realizada uma medição sem o uso de *scripts*, sendo os nossos procedimentos metodológicos semelhantes aos empregados por Pereyron (2017). A partir disso, conduzimos a próxima etapa metodológica acerca da pesquisa.

Baseando-nos em tal análise, a segmentação das vogais deu-se manualmente, no *Praat*, com as marcações no primeiro e no segundo pulso regular da forma de onda da vogal-alvo em termos de amplitude e nas manchas mais escuras apresentadas no espectograma. Em seguida, seu estado estável ‘*steady state*’ e a sua frequência foram obtidos pelo método LPC: “a porção central da vogal corresponde à sua região mais estável; portanto, não deve conter maior influência coarticulatória dos contextos adjacentes”, segundo Pereyron (2017: 91). Clark e Yallop (1995) apresentam, por sua

¹⁹ Consideramos o artigo de Xu (2010) de suma importância para o nosso procedimento metodológico, tanto em termos de embasamento quanto de aplicação às nossas gravações conduzidas.

²⁰ “Segmentação: o delineamento de segmentos sonoros sucessivos em um sinal de fala. Tipicamente, a segmentação gera unidades como fonemas, alofones ou algum outro segmento fonético” (KENT, READ 2015: 494).

vez, a articulação do estado estável dos sons vocálicos, isto é, quando a língua, os lábios e a mandíbula alcançam brevemente uma configuração estável, denominada geralmente de ‘configuração-alvo’. Nesse sentido, tivemos o cuidado de mensurar e ajustar, manualmente, pelo recurso das camadas do *Praat*, a porção final de cada vogal segmentada e etiquetada, no que se refere ao seu resquício de vozeamento final, para que elas não se alongassem muito para além do último cruzamento-zero da sua forma de onda (o que se pode visualizar pela diminuição das marcas escuras exibidas pelo espectograma, abaixo da forma de onda, ao longo da sucessão temporal da vogal)²¹.

Baseado no exposto, a medição dos formantes F1, F2 e F3 foi realizada no *Praat*. Assim, especificamente no tocante aos valores das frequências formânticas, a sua subsequente plotagem, por sua vez, foi realizada pelas opções disponibilizadas pelas ferramentas do *site Visible Vowels*²² (HEERINGA, VAN DE VELDE 2018, 2023).

3.6.2 Análises de Monte-Carlo

A fim de podermos executar as análises estatísticas de Monte-Carlo, calculamos os picos de desempenho significativos. Para isso, instalamos, no *Microsoft Excel*, a ferramenta gratuita, chamada *PopTools*²³, inserindo os dados em planilhas, de acordo com o modelo sugerido no capítulo de Van Dijk, Verspoor e Lowie (2011). Dessa forma, as etapas adotadas no processo metodológico foram as mesmas realizadas por Schereschewsky (2021) e Junges (2023). A verificação de picos de desempenho significativos tem a função de detectar “alterações bruscas” no sistema, as quais, em função de seu alto grau de variabilidade, podem ser indícios de desestabilização e decorrente emergência de um novo padrão no sistema linguístico do aprendiz.

Os valores da distância máxima (no caso de picos ascendentes) ou da distância mínima (no caso de picos descendentes), entre cada média móvel, foram exibidos na tela

²¹ Segundo Pereyron (2017: 91), “a falta deste cuidado pode gerar alterações nos valores formânticos das vogais arredondadas da produção dos falantes masculinos, de modo a obtermos poucos formantes na área de baixa frequência, visto que o programa pode apontar apenas um formante no lugar a ser ocupado por dois, o que resulta, por exemplo, em uma vogal como [u:] exibindo um valor de 500 Hertz para F1 ao invés de 300 Hertz, conforme o valor aproximado na literatura.”

²² Acesso pelo *site*: https://www.visiblevowels.org/#load_file

²³ 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.

do *Excel*, em diferenças de dois, três, quatro, cinco e seis pontos (*2 step difference*; *3 step difference*; *4 step difference*; *5 step difference*; *6 step difference*), limitando-se à distância máxima de seis pontos (*'6 step difference'*). Para esses fins, a maior distância entre as Médias Móveis foi estabelecida como o critério empírico de maior pico de desempenho.

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. Assim, conseguimos detectar se ocorreram aumentos ou diminuições bruscas, com relação aos valores das médias móveis realizadas pelos formantes e durações das vogais, entre os pontos do gráfico que representam as médias móveis de duas coletas. Em consonância com Schereschewsky (2021), chegamos à etapa final do processo, em que acionamos as Simulações de Monte de Carlo para verificar a possibilidade de existência de picos ascendentes (indicado pelo sinal de maior ou igual \geq , no critério do teste) para as vogais investigadas²⁴.

Em vista do processo estatístico explanado, realizamos, portanto, 180 simulações de Monte Carlo com relação aos dados vocálicos da participante, isto é, 45 simulações para o valor da média (F1, F2, F3; 15 simulações = 15 vogais para cada formante); 45 simulações para o valor do Desvio Padrão (DP) (F1, F2, F3; 15 simulações = 15 vogais para cada formante); 45 simulações para os valores mínimos de F1_{mín}, F2_{mín} e F3_{mín} em cada coleta (15 simulações = 15 vogais para cada formante); 45 simulações para os valores máximos de F1_{máx}, F2_{máx} e F3_{máx} em cada coleta (15 simulações = 15 vogais para cada formante).

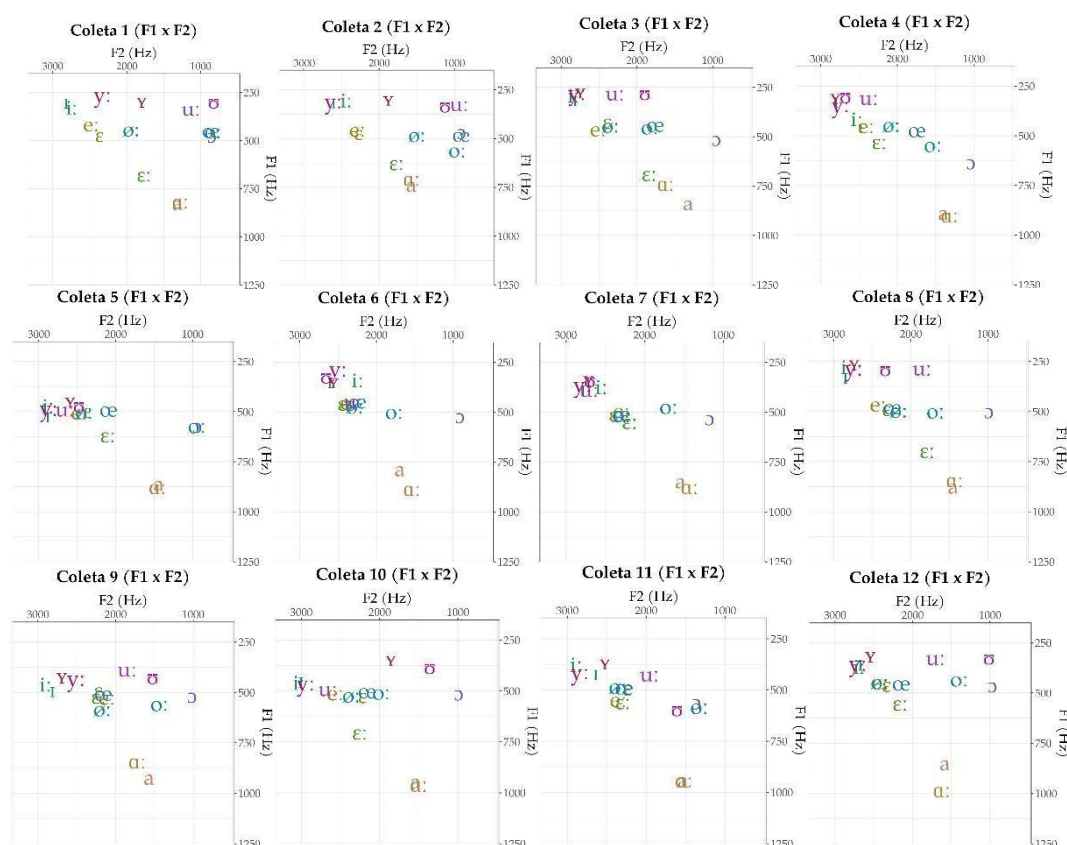
²⁴ Em linhas gerais, podemos asseverar que as Simulações de Monte Carlo serviram para nos auxiliar em relação à probabilidade de a variabilidade relativa ao desempenho longitudinal ser decorrente do acaso (ou, então, representar uma instabilidade natural do sistema), ou decorrer de uma variação provocada pelo aprendizado de um novo padrão.

4 Descrição e análise dos dados

4.1 Descrição da trajetória individual da Informante

Nesta subseção, visualizamos o espaço acústico da primeira à décima segunda coleta (Gravações 1-12), acerca dos valores médios das vogais (eixos: F1 e F2). Segue, assim, a visualização dos trapézios para cada coleta realizada.

Figura 5: Espaços acústicos bidimensionais (F1 x F2), gráficos de média²⁵, Coletas 1-12



Fonte: Elaboração própria (2025)

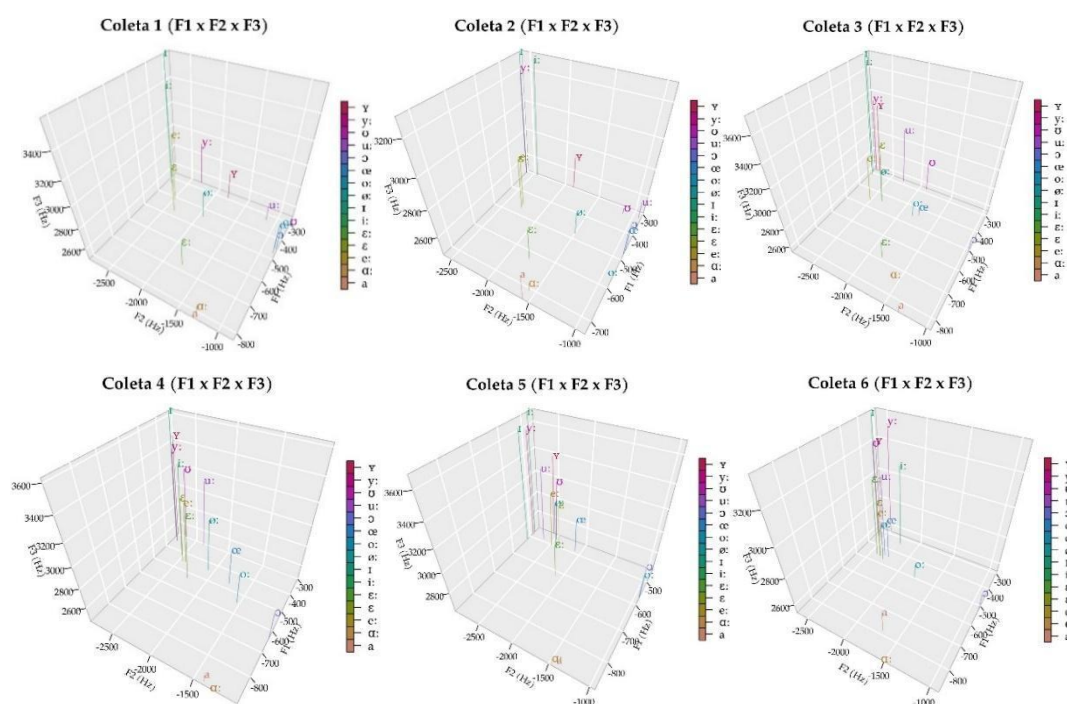
Nos gráficos bidimensionais apresentados acima, podemos visualizar o espaço acústico de F1 e F2, alusivo às realizações das vogais do alemão padrão pela informante

²⁵ Para uma maior qualidade de imagem, todos os espaços acústicos (plotagens) podem ser visualizados e baixados pelo link [Informante brasileira](#), (Ctrl pressionado + clique sobre 'Plotagens'). Na página, são exibidas duas pastas: uma com as plotagens bidimensionais referentes aos eixos F1 e F2 e a outra com as plotagens tridimensionais referentes aos eixos F1, F2 e F3.

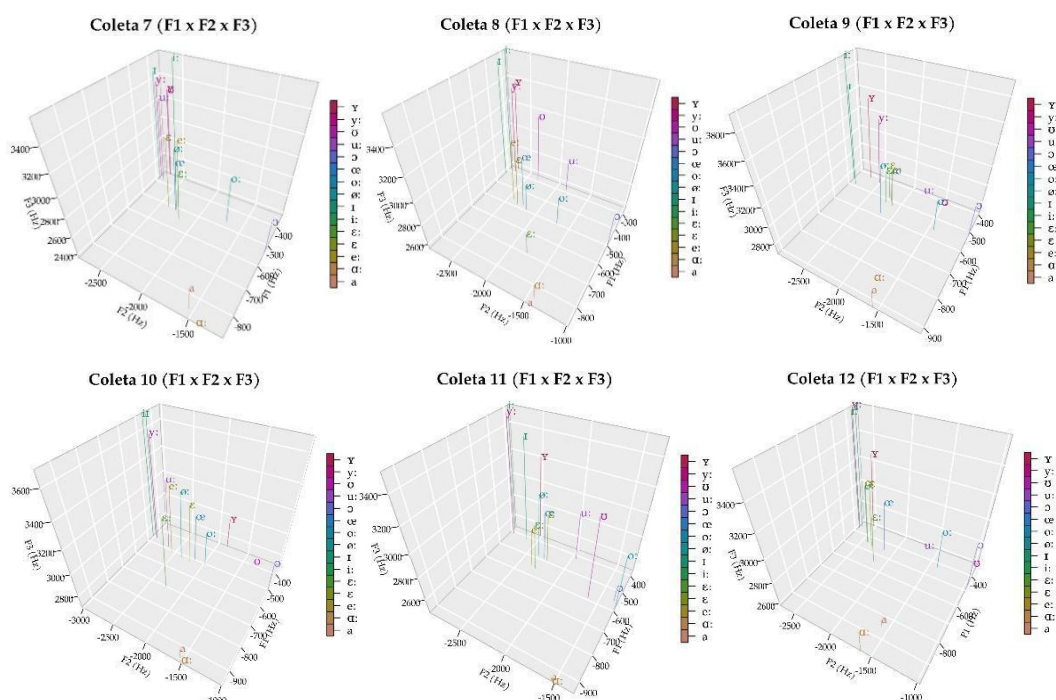
brasileira. Coleta a coleta, observamos, de forma descritiva, que as vogais da informante mudam de posição, em sua área de produção, dentro do espaço acústico. Nessas mudanças, não necessariamente a aprendiz atinge o padrão nativo descrito no Referencial Teórico, mas demonstra estratégias emergentes de readaptação do sistema para garantir a distinção entre categorias funcionais da língua, conforme será discutido em breve.

Em conjunto com a apresentação dos gráficos bidimensionais (F1 x F2), também observamos a inserção dos gráficos tridimensionais entre F1, F2 e F3, com relação aos seus valores médios, para as vogais do AP produzidas pela informante, a partir da Figura 6, a seguir.

Figura 6: Espaços acústicos tridimensionais (F1 x F2 x F3), gráficos de média, Coletas 1-12²⁶



²⁶ Acesso aos gráficos, por meio do mesmo link [Informante brasileira](#), ao clicar na pasta 'F1xF2xF3' (2 Gráficos Média).



Fonte: Elaboração própria (2025)

Nesses gráficos, a configuração acústica referente às vogais é apresentada de forma tridimensional, no qual o eixo Y e o eixo X representam o primeiro e o segundo formante F1 e F2, respectivamente, e o eixo Z representa, particularmente, o terceiro formante (F3). Os valores frequenciais desse terceiro formante tendem a ser, muito frequentemente, maiores do que os valores frequenciais exibidos pelo segundo formante (F2). Assim como nos gráficos de outrora para F1 e F2, as vogais da informante também apresentaram *variabilidade acústica*, coleta a coleta, conforme observamos em seus gráficos de dispersão para F3.

4.2 Análise da trajetória individual da Informante

A seguir, a partir dos dados empíricos descritos, verificamos a ocorrência de picos significativos de variabilidade no âmbito longitudinal, através da realização da análise inferencial de picos com simulações de Monte Carlo. Tais verificações estatísticas têm a função de demonstrar alterações abruptas (aumentos/picos ‘ascendentes’ ou diminuições/picos ‘descendentes’) na trajetória desenvolvimental do aprendiz. À luz das premissas da TSDC, picos significativos indicam a desestabilização do sistema (momento

de ‘caos’), de modo a demonstrar um alto índice de variabilidade entre um estado e outro das coletas de dados. Tal variabilidade é indício de ‘desestabilização’ que caracteriza o aprendizado de um novo padrão (VERSPOOR, LOWIE, DE BOT 2021).

Nesta etapa, como mencionado, analisamos os dados formânticos referentes a cada uma das vogais e dos construtos acústicos (F1, F2 e F3) da informante, por meio das análises de pico e simulações de Monte Carlo.

4.2.1 Primeiro formante (F1)

A seguir, apresentamos a Tabela 2, com os valores dos picos de F1, somente com os picos efetivamente significativos extraídos das médias móveis, de acordo com cada vogal (nas linhas) e a medida estatística (nas Colunas). Sua legenda é lida da seguinte maneira: os pontos (por exemplo, o Ponto 2) sinalizam as médias móveis de duas coletas (por exemplo, das Coletas 1 e 2) em que ocorreu o pico efetivamente significativo para determinada vogal (sendo o primeiro ponto referente à base do pico e, o segundo, ao ápice do pico). As células *em branco*, por sua vez, representam as vogais que não apresentaram significância efetivamente estatística em alguma das medidas estatísticas; as células *em azul* representam as vogais que não apresentaram significância efetivamente estatística em nenhuma das quatro medidas estatísticas exibidas. Já as células *em amarelo* representam as vogais que apresentaram picos efetivamente significativos. Por fim, as setas ↗ (para cima) e ↘ (para baixo) representam, respectivamente, os picos ascendentes e descendentes referentes às trajetórias dinâmicas das vogais.

Tabela 2: Picos ascendentes ↗ e descendentes ↘, efetivamente significativos, com respeito às coletas relativas ao primeiro formante (F1) das produções pela Informante

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

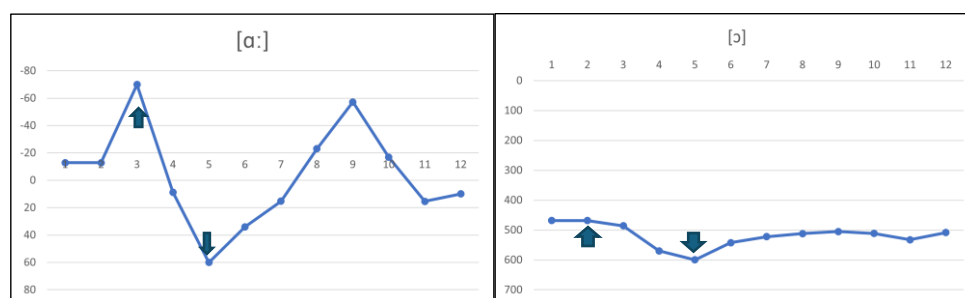
Fonte: Elaboração própria (2025)

Na Tabela 2, visualizamos, respectivamente, os picos referentes aos valores das Médias, do Desvio Padrão (DP), e dos seus valores mínimos e máximos²⁷ alusivos a F1 para cada vogal analisada (total de 15 vogais).

Primeiramente, constatamos a existência de oito (8) picos, ao total, sendo cinco (5) deles ascendentes ↗ e três (3) deles descendentes ↘. Em relação aos valores das médias de F1, encontramos picos em duas vogais, cujos valores médios podem ser, estatisticamente, classificados como efetivamente significativos, sendo elas: a vogal [a:], que apresentou um pico ascendente ↗, entre os Pontos 3 (Coletas 2 e 3) e 5 (Coletas 4 e 5) (valor de p : 0,04); e a vogal [ɔ], que apresentou um pico ascendente ↗, entre os Pontos 2 (Coletas 1 e 2) e 5 (Coletas 4 e 5) (valor de p : 0,03).

A seguir, exibimos os gráficos das médias móveis para os valores das médias de F1, nos quais as linhas (à esquerda) representam os valores de F1 (Hz) de *forma invertida*, de acordo com os valores das vogais no eixo vertical do primeiro formante (no espaço acústico), e as colunas (acima) representam a numeração para cada ponto específico (média móvel de duas coletas). Neles, podemos visualizar os picos supramencionados para essas vogais, nos quais a seta para cima ↑, sob o ponto, representa a *base do Pico*, e a seta para baixo ↓, sobre o ponto, representa o *ápice do Pico*, sendo empregados, de forma padronizada neste artigo, ao longo das análises dos gráficos de picos.

Figura 7: Picos ascendentes ↗, referentes aos valores das médias de F1, para a discussão das vogais [a:] e [ɔ], pela Informante



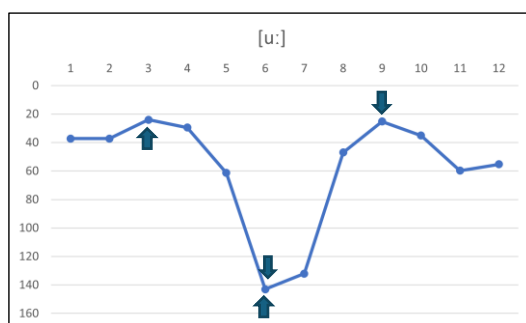
Fonte: Elaboração própria (2025)

²⁷ Por questões de delimitação de página deste estudo, os valores mínimos e máximos foram apresentados nas Tabelas 2, 3 e 4, referentes aos três primeiros formantes (F1, F2, F3) das vogais da Informante, mas suas análises, embora realizadas, não foram incluídas no texto.

De acordo com a visualização dos valores de média para F1, exibidos acima, observamos que ambos os gráficos apresentam picos significativos, nos Pontos 3 e 5. Já que o ponto representa a média móvel entre duas coletas, temos, então, as mesmas variações em seus valores inferenciais, tangente à média móvel, entre as Coletas 2 e 3 e 4 e 5, relativa a ambas as vogais [ɑ:] e [ɔ].

Já no que segue, podemos observar a ocorrência dos picos efetivamente significativos referentes aos valores de DP, de natureza ascendente ↗ e descendente ↘, respectivamente, verificados somente em relação à vogal alta posterior longa [u:]. O pico ascendente ↗ da vogal ocorreu entre os pontos 3 (Coletas 2 e 3) e 6 (Coletas 5 e 6) (valor de p : 0,02) e o seu pico descendente ↘, por sua vez, ocorreu entre os pontos 6 (Coletas 5 e 6) e 9 (Coletas 8 e 9) (valor de p : 0,03), conforme visualizamos em seu gráfico acerca das médias móveis.

Figura 8: Picos ascendente ↗ e descendente ↘, referentes aos valores de DP de F1, para a discussão da vogal [u:].



Fonte: Elaboração própria (2025)

Nesse gráfico, auferimos a transição do primeiro pico para o pico central e, conseqüentemente, para o último pico, por meio do Ponto 6, que serve tanto de ápice quanto de base entre os Pontos 3 e 6 (ápice) ↘ (Pico descendente) e 6 (base) e 9 ↗ (Pico ascendente).

4.2.2 Segundo formante (F2)

A seguir, apresentamos a Tabela 3, com os valores dos picos de F2, somente com os picos efetivamente significativos extraídos das médias móveis, de acordo com cada vogal (nas linhas) e a medida estatística (nas Colunas).

Tabela 3: Picos ascendentes ↗ e descendentes ↘, efetivamente significativos, com respeito às coletas relativas ao segundo formante (F2) das produções pela Informante

↗↘	Médias	Pontos	DP	Pontos	MÍN	Pontos	MÁX	Pontos
[i:]								
[ɪ]								
[y:]							↗ 2 e 5	
[ʏ]	↗ 2 e 4				↗ 2 e 4		↗ 2 e 5	
[e:]								
[ø:]	↗ 3 e 6						↗ 8 e 11	
[ɛ]								
[ɛ:]								
[œ]	↗ 2 e 7		↗ 2 e 5		↗ 5 e 7		↗ 2 e 4	
[a]					↗ 3 e 7			
[ɑ:]			↘ 3 e 8					
[ɔ]								
[o:]							↗ 2 e 4	
[u:]	↗ 2 e 5							
[ʊ]	↗ 2 e 7							

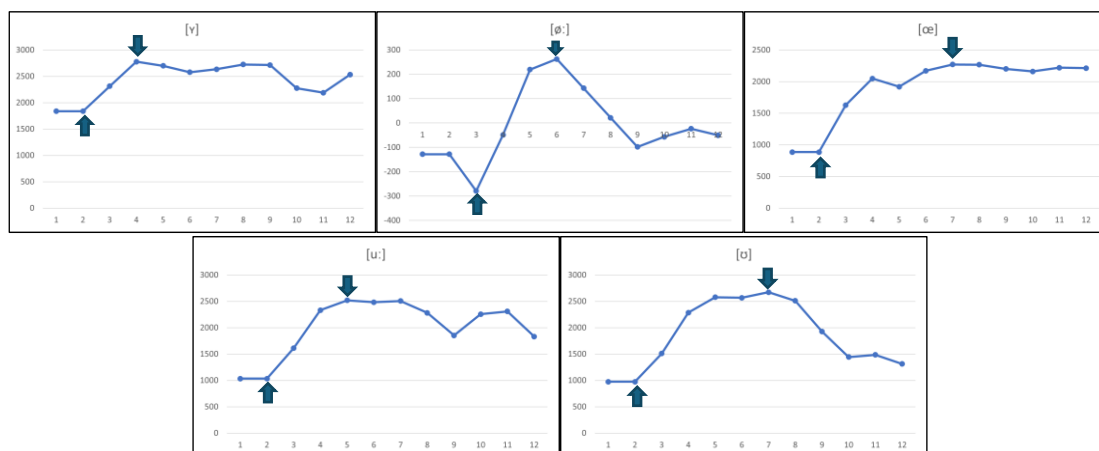
Fonte: Elaboração própria (2025)

Na Tabela 3, visualizamos, respectivamente, os valores dos picos referentes às médias e ao DP, alusivos a F2 para cada vogal analisada (total de 15 vogais), totalizando quinze (15) picos efetivamente significativos. Iniciaremos pelos seus valores das médias.

Em relação aos valores das médias de F2, primeiramente, constatamos a existência de cinco (5) picos ascendentes ↗, efetivamente significativos, ao total, referentes às vogais [y:], [ø:], [œ] (três vogais anteriores), bem como [u:] e [ʊ] (duas vogais posteriores). A vogal [y] apresentou seu pico ascendente ↗ entre os Pontos 2 (Coletas 1 e 2) e 4 (Coletas 3 e 4) (valor de p : 0,02). A vogal [ø:] apresentou seu pico ascendente ↗ entre os Pontos 3 (Coletas 2 e 3) e 6 (Coletas 5 e 6) (valor de p : 0,00). A vogal [œ] apresentou seu pico ascendente ↗ entre os Pontos 2 (Coletas 1 e 2) e 7 (Coletas 6 e 7) (valor de p : 0,05). A vogal [u:] apresentou seu pico ascendente ↗ entre os Pontos 2 (Coletas 1 e 2) e 5 (Coletas 4 e 5) (valor de p : 0,04). Por fim, a vogal [ʊ] apresentou seu pico ascendente ↗ entre os Pontos 2 (Coletas 1 e 2) e 7 (Coletas 6 e 7) (valor de p : 0,04).

Portanto, tais picos ascendentes ↗ das referidas vogais podem ser visualizados, a seguir, por meio da exibição dos gráficos de médias móveis.

Figura 9: Picos ascendentes ↗, relativos aos seus valores médios de F2, para a discussão das vogais [y], [ø:], [œ], [u:] e [o]



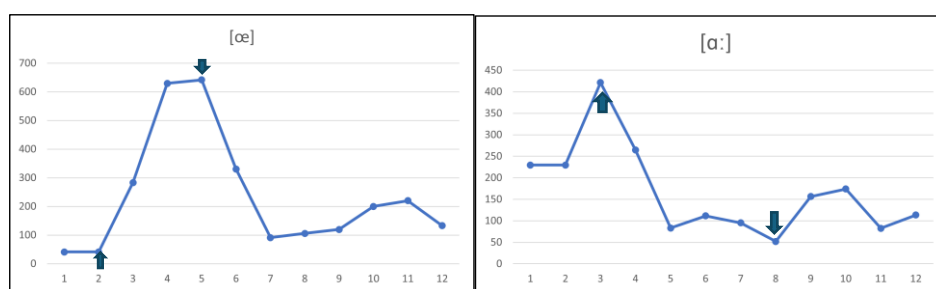
Fonte: Elaboração própria (2025)

Uma vez que os picos são decorrentes das diferenças dos valores entre dois pontos, esses, por sua vez, são resultado da média móvel entre duas coletas. Resumidamente, compreendemos a ascensão dos picos ascendentes, em forma de avanço de posição, em termos de F2, dentro dos limites do espaço acústico vocálico, e, também, em forma de resultado do aumento dos valores, em Hz, relativo a essas cinco vogais, o que indica uma posição mais frontal das referidas vogais. Chama a atenção o fato de que tal estratégia ocorre em três vogais arredondadas frontais, de modo a sinalizar que, frente à dificuldade de se aproximar do padrão nativo referente a tais vogais, tais aprendizes podem estar alterando F2 como uma estratégia compensatória para dar conta de funcionalidades que poderiam estar sendo resolvidas por outras pistas acústicas (tais como F3, como veremos a seguir).

Até então, chama-nos a atenção o fato de que todos os picos tiveram suas bases na primeira metade das coletas (Coletas 2 e 3), sendo que, com exceção das vogais [œ] e [u], o ápice também ocorreu nas primeiras seis coletas. Em outras palavras, trata-se de picos que começaram logo no início das coletas de dados, sugerindo que, no caso dessa informante, alterações em F2 são as primeiras a acontecer (talvez para compensar a dificuldade com F3). Tal fato serve para corroborar, assim, que F2, em um primeiro estágio desenvolvimental dessa aprendiz, pode estar assumindo um papel importante para compensar as diferenças referentes aos outros construtos acústicos (F1 e F3).

Já com respeito aos valores do DP, obtivemos apenas duas vogais que exibiram picos efetivamente significativos: a vogal [œ] apresentou seu pico ascendente ↗ entre os Pontos 2 (Coletas 1 e 2) e 5 (Coletas 4 e 5) (valor de p : 0,00), e a vogal [ɑ:] exibiu seu pico descendente ↘, entre os Pontos 3 (Coletas 2 e 3) e 8 (Coletas 7 e 8) (valor de p : 0,01). Abaixo, visualizamos seus gráficos de médias móveis condizentes à trajetória formada por essas duas vogais.

Figura 10: Picos ascendente ↗ e descendente ↘, respectivamente, relativos aos valores de DP de F2, para a discussão das vogais [œ] e [ɑ:]



Fonte: Elaboração própria (2025)

4.2.3 Terceiro formante (F3)

Apresentamos a Tabela 4, com os valores dos picos de F3, somente com os picos significativos extraídos das médias móveis, de acordo com cada vogal (nas linhas) e a medida estatística (nas colunas).

Tabela 4: Picos ascendentes ↗ e descendentes ↘, efetivamente significativos, com respeito às coletas relativas ao terceiro formante (F3) das produções pela Informante

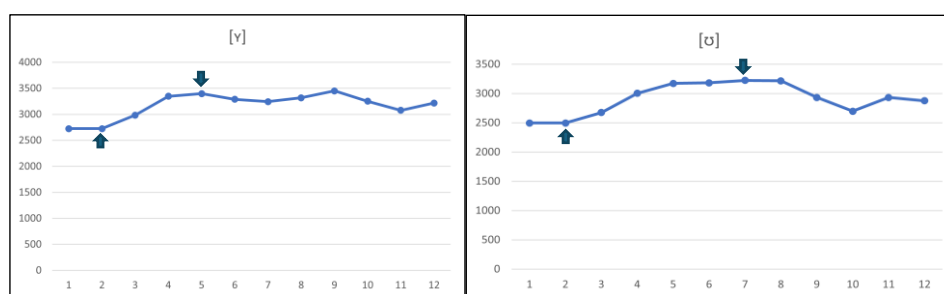
↗ ↘	Médias	Pontos	DP	Pontos	MÍN	Pontos	MÁX	Pontos
[i:]								
[ɪ]								
[y:]								
[ʏ]	↗ 2 e 5		↗ 5 e 10					
[e:]								
[ø:]								
[ɛ]							↗ 2 e 4	
[ɛ:]					↗ 8 e 10			
[œ]								
[a]								
[ɑ:]								
[ɔ]								
[o:]					↗ 6 e 10			
[u:]								
[ʊ]	↗ 2 e 7				↘ 8 e 10			

Fonte: Elaboração própria (2025)

Na Tabela 4, acima, como de praxe, visualizamos, respectivamente, os valores dos picos referentes aos valores das médias, do DP, e dos seus valores mínimos e máximos referentes a F3 para cada vogal analisada (total de 15 vogais), totalizando sete (7) picos efetivamente significativos. Iniciaremos pelos seus valores das médias.

Em relação aos valores das médias de F3, primeiramente, constatamos apenas duas vogais arredondadas que exibiram picos ascendentes e efetivamente significativos: [y] e [ʊ]. A vogal alta anterior arredondada breve [y] apresentou seu pico ascendente ↗ entre os Pontos 2 (Coletas 1 e 2) e 5 (Coletas 4 e 5) (valor de p : 0,05). Já a vogal alta posterior arredondada breve [ʊ] apresentou seu pico ascendente ↗ entre os Pontos 2 (Coletas 1 e 2) e 7 (Coletas 6 e 7) (valor de p : 0,01).

A seguir, visualizamos os gráficos de médias móveis, com relação à trajetória desenvolvimental acerca de ambas as vogais.

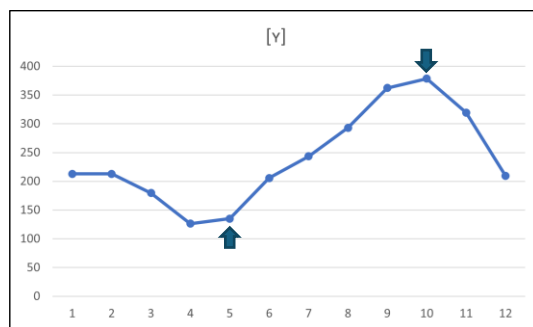
Figura 11: Picos ascendentes ↗, relativos aos Valores da Média de F3, para a discussão das vogais [y] e [ʊ]

Fonte: Elaboração própria (2025)

Como temos dois picos ascendentes ↗, apresentamos, conseqüentemente, as Coletas formadoras dos Pontos 2 (Coletas 1 e 2) e 5 (Coletas 4 e 5) e 2 (Coletas 1 e 2) e 7 (Coletas 6 e 7), respectivamente, para as vogais [y] e [u]. Salientamos que ambas as vogais são arredondadas, e que as bases de ambos os picos coincidem na Coleta 2. Em outras palavras, desde o início, a aprendiz já realiza alterações nas médias de F3 em algumas vogais (alterações essas que não necessariamente garantem que a aprendiz alcance o padrão nativo exposto no Referencial Teórico deste trabalho), ainda que, nessas primeiras coletas, realize mais alterações nos valores de F2 das vogais arredondadas (talvez, justamente, para dar conta das dificuldades que tal aprendiz ainda tem para lidar com F3).

A seguir, observamos a vogal [y], destacada por meio de mais um pico ascendente ↗, entre os Pontos 5 (Coletas 4 e 5) e 10 (Coletas 9 e 10) (valor de p : 0,04), com relação ao valor de desvio padrão (DP). Isso significa afirmar que essa vogal variou ainda mais, no tangente às suas produções individuais (em termos de dispersão no espaço acústico), entre os Pontos 5 e 10, o que estatisticamente/inferencialmente se confirmou, de fato, de forma significativa.

Figura 12: Pico ascendente ↗, relativo ao valor de DP para F3, para a discussão da vogal [y]



Fonte: Elaboração própria (2025)

A configuração acústica de tais picos originou-se da média móvel entre os pontos 5 e 10, formados a partir da união entre as Coletas 4 e 5 e 9 e 10.

5 Considerações finais

Os dados apresentados pelas vogais produzidas pela aprendiz do AP como língua adicional mostram um espaço acústico em pleno desenvolvimento, caracterizado por intensa variabilidade. Isso significa afirmar que as suas vogais não se inserem em uma posição fixa, mas sim em uma área condizente a produções vocálicas possíveis, com respeito à formação de categorias funcionais no sistema, independentemente de essas categorias se igualem aos padrões acústicos encontrados na fala nativa. Cada vogal diz respeito a uma categoria vocálica existente (FLEGE 1995; FLEGE, BOHN 2021).

Já no que se refere aos seus formantes (F1, F2, F3), em cumprimento ao primeiro objetivo específico, concluímos que as vogais da aprendiz exibiram o segundo formante (F2) como o parâmetro acústico com a maior quantidade de picos efetivamente significativos, pois nove (9) de suas quinze (15) vogais variaram em termos de F2; e cinco (5) de suas vogais variaram em termos de F1 e F3. Realçamos, a partir de tais achados, que as alterações de F2 surgiram, predominantemente, nas primeiras coletas da aprendiz (nr. 1 a 5). Quanto aos valores das médias de F2, constatamos que essas surgiram nas vogais arredondadas. Este é um fato que aponta para uma possível compensação de pistas acústicas (HOLT, LOTTO 2006; LEHET, HOLT 2016), na qual F2 está sendo utilizado no lugar da utilização esperada pelo terceiro formante (F3) para essas vogais. Ou seja, é possível especular, em caráter teórico e exploratório, que a aprendiz tenha feito uso de F2, em vez de F3, a fim de ter realizado o arredondamento labial.

Em outras palavras, asseveramos que a aprendiz se utilizou de outras pistas acústicas, que não as canonicamente empregadas, à disposição de falantes nativos do AP. Dessa maneira, a aprendiz pode ter conseguido dar conta das diferenças funcionais salientes entre vogais arredondadas e não arredondadas do AP, por meio de manipulações no eixo-x (ântero-posterior). Consequentemente, as vogais que mais experienciaram picos efetivamente significativos, foram [y:]-[ɣ]-[ø:]-[œ] (vogais anteriores); [a]-[ɑ:] (vogais baixas); [o:] [u:]-[ʊ] (vogais posteriores). Nesse sentido, é importante ressaltar que, ao longo de sua trajetória de aprendizagem, a aprendiz se mostra envolvida na tarefa de garantir as distinções do sistema funcional vocálico, ainda que, para isso, recorra a

estratégias (tais como o uso de F2 para compensar dificuldades em F3) que não necessariamente se aproximam das utilizadas por um falante nativo.

De modo a discutirmos os referidos dados à luz da teoria das TSDCs, verificamos que o resultado explanado pode ser analisado, em primeiro lugar, sob a ótica de um processo individual, que não necessariamente pode ser generalizado a grupos de aprendizes-falantes do AP (LOWIE, VERSPOOR 2015). Com efeito, verificamos o desenvolvimento de uma variabilidade linguística interindividual (VERSPoor, LOWIE, DE BOT 2021), que, no caso abordado, integra a variabilidade formântica, referente às dimensões acústicas acerca das vogais do AP produzidas pela aprendiz.

Com fins de abordarmos o segundo objetivo específico, de cunho teórico, compreendemos que a variabilidade mencionada revela diferentes estratégias empregadas pela aprendiz de alemão para o estabelecimento dessas diferenças vocálicas funcionais. Tais estratégias mostram que o sistema vocálico e o próprio processo de formação de categorias vocálicas da aprendiz, ainda que não necessariamente se iguale aos padrões acústicos nativos, se encontra em pleno processo de desenvolvimento, restando clara a necessidade de preservação das categorias funcionais do sistema. Tal verificação é bastante cara à luz da TSDC, por justamente distinguir uma tradicional análise do tipo “de produto” de uma análise “de processo” (cf. LOWIE 2017). À luz de análises processuais, mais do que discutir se o aprendiz “alcançou” ou não o padrão nativo, interessam-nos, sobretudo, o processo de desenvolvimento e as diversas estratégias empregadas pela aprendiz para garantir a funcionalidade e a distintividade dos elementos do sistema linguístico.

Consideradas as reflexões acima expressas, concluimos que o presente estudo revela contribuições aos âmbitos teórico e empírico da Linguística. Sob a esfera teórica, o presente estudo presta uma contribuição ao mostrar como a variabilidade introduz um novo aprendizado (mesmo que não remonte aos padrões nativos). Por sua vez, sob a esfera empírica, o trabalho fornece dados descritivos acerca do processo de aprendizado da língua alemã como língua adicional, por demonstrar estratégias emergentes do sistema e a própria trajetória desenvolvimental de uma aprendiz brasileira.

Referências bibliográficas

- ALBUQUERQUE, J. *Caminhos dinâmicos em inteligibilidade e compreensibilidade de línguas adicionais: um estudo longitudinal com dados de fala de haitianos aprendizes de português brasileiro*. Tese (Doutorado em Linguística Aplicada) - Curso de Programa de Pós-graduação em Letras, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019.
- AUDACITY®. Software is copyright ©. Audacity Team, 1999-2021. Disponível em: <https://audacityteam.org/>.
- ALVES, U.K. Teoria dos Sistemas Dinâmicos e desenvolvimento fonético-fonológico em uma nova língua. In: ORTIZ-PREUSS, E.; FINGER, I. (orgs.). *A dinâmica do processamento bilingue*. Campinas: Pontes Editores, 2018, 117-161.
- ALVES, U.K.; SANTANA, A.M. 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*, n. 67, 390-418, 2020.
- ALVES, U.K.; VIEIRA, F.G.M. “Mexeu com uma, mexeu com todas”: sobre o papel de intervenções pedagógicas em sistemas fonético-fonológicos multilíngues. In: PRADO, N.; COUTO, F. (orgs.). *Fonologia e suas interfaces: contribuições para a pesquisa, descrição e ensino de línguas*. Porto Velho: EDUFRO, 2023, 119-154.
- BARBOSA, P.; MADUREIRA, S. *Manual de Fonética acústica e experimental: aplicações a dados do português*. São Paulo: Cortez, 2015.
- BOERSMA, P.; WEENINK, D. *Praat: doing phonetics by computer* (Versão 6.1.09) [Programa de computador], 2020. Disponível em: <https://www.fon.hum.uva.nl/praat/> (26/03/2025).
- BOHN, O.-S. How to organize a fairly large vowel inventory: the vowels of Fering (North Frisian). *Journal of the International Phonetic Association*, v. 34, n. 2, 161-173, 2004.
- BOHN, O.-S.; POLKA, L. Target spectral, dynamic spectral, and duration cues in infant perception of German vowels. *The Journal of the Acoustical Society of America*, v. 110, n. 1, 504-515, 2001.
- CLARK, J.; YALLOP, C. *An introduction to phonetics and phonology*. 2ª ed. Cambridge (Massachusetts): Blackwell, 1995.
- DE BOT, K. Complexity Theory and Dynamic Systems Theory: same or different? In: ORTEGA, L.; HAN, Z. H. (orgs.). *Complexity Theory and language development: in celebration of Diane Larsen-Freeman*. Amsterdam: John Benjamins Publishing Company, 2017, 51-58.
- DE BOT, K.; LOWIE, W.; VERSPOOR, M. A dynamic systems theory approach to second language acquisition. *Bilingualism, Language and Cognition*, v. 10, n. 1, 7-21, 2007.
- DE BOT, K.; Rates of Change: Timescales in Second Language Development. In: DÖRNYEI, Z.; MACINTYRE, P. D.; HENRY (orgs.). *A Motivational Dynamics in Language Learning*. Bristol: British Library, 2015, 29-37.
- DE LOS SANTOS, B. *A produção da vogal átona final /e/ por porto-alegrenses aprendizes de espanhol como segunda língua (L2): uma investigação sobre atrito linguístico em ambiente de L2 não-dominante*. Dissertação (Mestrado em Linguística Aplicada) - Programa de Pós-Graduação em Letras, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.
- ELLIS, N. C.; LARSEN-FREEMAN, D. (orgs.). *Language as a complex adaptive system*. Boston: Wiley-Blackwell, 2009.
- FLEGE, J. E. Second Language Speech Learning: Theory, findings, and problems. In: STRANGE, W. (org.). *Speech perception and linguistic experience: Issues in cross-language research*. Timonium, MD: York Press, 1995, 233-277.
- FLEGE, J. E.; BOHN, O.-S. The Revised Speech Learning Model (SLM-r). In: WAYLAND, R. (org.). *Second Language Speech Learning: theoretical and empirical progress*. Miami: Cambridge, 2021, 3-83.

- HAN, Z.-H. (org.). *Profiling learner language as a dynamic system*. Bristol: Multilingual Matters, 2019.
- HANNAN, E. *Multiple Time Series*. Nova Iorque: John Wiley & Sons, 1970.
- HEERINGA, W.; SCHOORMANN, H.; PETERS, J. Cross-linguistic vowel variation in Saterland: Saterland Frisian, Low German, and High German. *The Journal of The Acoustical Society of America*, v. 137, n. 4, 2379-2379, 2015.
- HEERINGA, W.; VAN DE VELDE, H. Visible Vowels: a Tool for the Visualization of Vowel Variation. In: INTERSPEECH, 18, 2017, Stockholm. Proceedings. Stockholm: DBLP, 2018, 4034-4035.
- HEERINGA, W.; VAN DE VELDE, H. *Visible Vowels*. [Plataforma Online], 2023. Disponível em <https://www.visiblevowels.org/> (26/03/2025).
- HIVER, P. Complexity Theory as a Conceptual Framework for Language Teacher Research. In: NAKATA, Y.; KIM, T.; KIMURA, Y.; YANG, L. (orgs.). *Language Teacher Motivation, Autonomy and Development in East Asia*. Nova Iorque: Springer International Publishing, 2022a, 15-33.
- HIVER, P. Methods for Complexity Theory in Individual Differences Research. In: LI, S.; HIVER, P.; PAPI, M. (orgs.). *The Routledge Handbook of Second Language Acquisition and Individual Differences*. Nova Iorque: Routledge, 2022b, 477-493.
- HIVER, P.; AL-HOORIE, A. H.; EVANS, R. Complex dynamic systems theory in language learning: A scoping review of 25 years of research. *Studies in Second Language Acquisition*, v. 44, n. 4, 913-941, 2022.
- HOLLAND, J. H. Studying complex adaptive systems. *Journal of Systems Science and Complexity*, v. 19, 1-8, 2006.
- HOLT, L. L.; LOTTO, A. J. Cue weighting in auditory categorization: implications for first and second language acquisition. *Journal of the Acoustical Society of America*, v. 119, n. 5, 3059-3071, 2006.
- HULSTIJN, J. Proximate and ultimate explanations of individual differences in language use and language acquisition. *Dutch Journal of Applied Linguistics*, v. 9, 21-37, 2020.
- KOHLER, K. *Einführung in die Phonetik des Deutschen*. 2ª ed. Berlim: Schmidt, 1995.
- KOHLER, K. German. In: INTERNATIONAL PHONETIC ASSOCIATION (org.). *Handbook of the International Phonetic Association: A Guide to the Use of the International Phonetic Alphabet*. Cambridge: Cambridge University Press, 1999, 86-89.
- KOHLER, K. Illustrations of the IPA: German. *Journal of the International Phonetic Association*, 20, 48-50, 1990.
- JØRGENSEN, H. P. Die gespannten und ungespannten Vokale in der norddeutschen Hochsprache mit einer spezifischen Untersuchung der Struktur ihrer Formantenfrequenzen. *Phonetica*, v. 19, n. 1, 217-245, 1969.
- JUNGES, M. N. *Análise acústica-interlingüística das produções das vogais altas anteriores arredondadas do alemão padrão (AP) por falantes nativos do português brasileiro (PB)*. Dissertação (Mestrado em Linguística Aplicada) - Programa de Pós-Graduação em Linguística, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.
- JUNGES, M. N. Desenvolvimento vocálico do alemão como língua adicional por aprendizes do Sul do Brasil: análises de processo via Teoria dos Sistemas Dinâmicos Complexos. Tese (Doutorado em Linguística Aplicada) - Programa de Pós-Graduação em Letras, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2023.
- JUNGES, M. N.; ALVES, U.K. Desenvolvimento da duração das vogais altas anteriores arredondadas [y:]-[ʏ] do Alemão Padrão (AP) por um falante nativo brasileiro em contexto de instrução fonética. *Revista Investigações*, v. 32, n. 2, 325-352, 2019.
- JUNGES, M. N.; ALVES, U. K. Desenvolvimento da qualidade vocálica das vogais altas anteriores arredondadas [y:]-[ʏ] do Alemão Padrão (AP) por um falante nativo brasileiro em contexto de instrução fonética. In: AQUINO, M. (org.). *Was du schon immer über Linguistik, Daf und Interkulturalität wissen wolltest, aber nicht zu fragen wagtest:*

- Reflexões sobre Linguística, Ensino-Aprendizagem e Interculturalidade em língua alemã. São Paulo: Universidade de São Paulo - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas., 2020, 72-93. Disponível em: <http://www.livrosabertos.sibi.usp.br/portaldelivrosUSP/catalog/book/470>. (08/05/2024).
- JUNGES, M. N.; ALVES, U.K. Duração relativa das vogais do alemão padrão (AP) por uma falante nativa brasileira: uma análise de processo via TSDC. *Revista Acadêmica Licencia&acturas*, v. 11, n. 1, 112–127, 2023. Disponível em: <https://ws2.institutoivoti.com.br/ojs/index.php/licenciaeacturas/article/view/281> (12/03/2025).
- KENT, R. D.; READ, C. *Análise acústica da fala*. São Paulo: Cortez, 2015.
- LARSEN-FREEMAN, D. Complexity Theory. In: VAN PATTEN, B.; WILLIAMS, J. (orgs.). *Theories in Second Language Acquisition - an Introduction*. Nova Iorque: Routledge, 2015, 227-244.
- LARSEN-FREEMAN, D.; CAMERON, L. *Complex Systems and Applied Linguistics*. Nova Iorque: Oxford University Press, 2008.
- LEHET, M.; HOLT, L. L. Dimension-Based Statistical Learning Affects Both Speech Perception and Production. *Cognitive Science*, v. 41, n. S4, 885-912, 2016.
- LIMA JR., R. Análise longitudinal de vogais do inglês-L2 por brasileiros. *Gradus: Revista Brasileira de Fonologia de Laboratório*, v. 1, n. 1, 145-175, 2016.
- LINDNER, G. *Einführung in die experimentelle Phonetik*. Berlim: Hueber, 1969.
- LOWIE, W. Lost in state space? Methodological considerations in Complex Dynamic Theory approaches to second language development research. In: ORTEGA, L.; HAN, Z. (orgs.). *Complexity Theory and Language Development: In celebration of Diane Larsen-Freeman*. Amsterdam: John Benjamins, 2017, 123-141.
- LOWIE, W.; VERSPOOR, M. H. Individual Differences and the Ergodicity Problem. *Language Learning*, v. 69, 184-206, 2019.
- LOWIE, W.; VERSPOOR, M. Variability and Variation in Second Language Acquisition Orders: A Dynamic Reevaluation. *Language Learning: A Journal of Research in Language Studies*, v. 65, n. 1, 63-88, 2015.
- MEYER, J. *Linguistische Phonetik*. Stuttgart: Universität Stuttgart, 2010.
- NIMZ, K. The perception of vowel quality and quantity by Turkish learners of German as a foreign language. In: RAIMY, E.; CAIRNS, C. E. (orgs.) *The segment in phonetics and phonology*. Hoboken: John Wiley, 2015, 253-66.
- PEREYRON, L. *A produção vocálica por falantes de espanhol (L1), inglês (L2) e português (L3): uma perspectiva dinâmica na (multi) direcionalidade da transferência linguística*. Tese (Doutorado em Linguística Aplicada) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, 2017.
- POLKA, L.; BOHN, O.-S. A cross-language comparison of vowel perception in English-learning and German-learning infants. *The Journal of the Acoustical Society of America*, v. 100, n. 1, 577-592, 1996.
- POLKA, L.; BOHN, O.-S. Asymmetries in vowel perception. *Speech Communication*, v. 41, n. 1, 221-231, 2003. Elsevier BV.
- POLKA, L.; BOHN, O.-S. Natural Referent Vowel (NRV) framework: An emerging view of early phonetic development. *Journal of Phonetics*, v. 39, n. 4, 467-478, 2011.
- RAMERS, K.-H. *Einführung in die Phonologie*. München, Fink, 1998.
- RUES, B.; REDECKER, B.; KOCH, E.; WALLRAFF, U.; SIMPSON, A. P. *Phonetische Transkription des Deutschen*. Ein Arbeitsbuch. Tübingen: Narr Verlag, 2009.
- SANTANA, A. M. *Desenvolvimento vocálico em um aprendiz multilíngue (L1: espanhol; L2: inglês; L3: português): uma análise via sistemas dinâmicos complexos*. TCC (Graduação em Letras) - Curso de Letras: Bacharelado, Instituto de Letras, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, 2021. Disponível em:

<https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/235383/001136988.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (12/03/2025).

- SCHERESCHESKY, L. C. *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*. Dissertação (Mestrado em Linguística) – Instituto de Letras, Programa de Pós-Graduação em Letras da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, 2021.
- SCHOLL, A. P.; FINGER, I. Elaboração de um questionário de histórico da linguagem para pesquisa com bilíngues. *Nonada-Letras em Revista*, v. 2, n. 21, 1-17, 2013.
- SCHOORMANN, H. E. *Akustische Eigenschaften der Vokale des Saterfriesischen und seiner Kontaktsprachen*. Tese (Doutorado em Linguística) - Curso de Germanistik, University of Oldenburg Press, Oldenburg, 2023. Disponível em: <https://oops.uni-oldenburg.de/5867/> (10/01/2025).
- SCHOORMANN, H.; HEERINGA, W.; PETERS, J. Standard German vowel productions by monolingual and trilingual speakers. *International Journal of Bilingualism*, v. 23, n. 1, 138-156, 2017.
- SENDLMEIER, W. F. Der Einfluß von Qualität und Quantität auf die Perzeption betonter Vokale des Deutschen [The influence of quality and quantity on the perception of stressed German vowels]. *Phonetica*, v. 38, 291-308, 1981.
- SENDLMEIER, W. F.; SEEBODE, J. *Formantkarten des deutschen Vokalsystems*. TU Berlin, Institut für Sprache und Kommunikation. Formanten sind die wichtigsten akustischen Korrelate einzelner Lautkategorien. 2010. Disponível em: https://www.static.tu.berlin/fileadmin/www/10002019/Forschung/Formantkarten_des_d_utschen_Vokalsystems_01.pdf (10/01/2025).
- STOCK, E.; HIRSCHFELD, U. *Phonothek: Deutsch als Fremdsprache*. Leipzig, Berlin, München: Langenscheidt, 1996 [2002].
- STRANGE, W.; BOHN, O.-S. Dynamic specification of coarticulated German vowels: Perceptual and acoustical studies. *The Journal of the Acoustical Society of America*, v. 104, n. 1, 488-504, 1998.
- STRANGE, W. *et al.* Acoustic and perceptual similarity of North German and American English vowels. *The Journal of the Acoustical Society of America*, v. 115, n. 4, 1791-1807, 2004.
- VAN GEERT, P. Vygotskian Dynamics of Development. *Human Development*, n. 37, 346-365, 1994.
- VAN DIJK, M.; VERSPOOR, M.; LOWIE, W. Variability and DST. In: VERSPOOR, M.; de BOT, K.; LOWIE, W. (orgs.). *A Dynamic Approach to Second Language Development: methods and techniques*. Amsterdam: John Benjamins Publishing Company, 2011, 55-84.
- VERSPoor, M.; LOWIE, W.; DE BOT, K. Variability as normal as apple pie. *Linguistics Vanguard*, v. 7, n. 2, 1-11, 2021.
- XU, YI. In defense of lab speech. *Journal of Phonetics*, v. 38, n. 3, 329-336, 2010.
- YU, H.; LOWIE, W. Dynamic Paths of Complexity and Accuracy in Second Language Speech: A Longitudinal Case Study of Chinese Learners. *Applied Linguistics*, 1-23, 2019.

Recebido em 05 de novembro 2024

Aceito em 26 de dezembro de 2024

Editor: Gabriel Sanches Teixeira

Declaração de Disponibilidade de Dados

Os dados que fundamentam esta pesquisa podem ser obtidos sob consulta com o autor.