

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Centro de Letras e Comunicação
Programa de Pós-Graduação em Letras



Dissertação de Mestrado

**Desenvolvimento linguístico das vogais baixas anteriores do inglês como L2:
o papel da instrução explícita e treinamento articulatório mediada pelo
ultrassom**

Rômulo Schwanz Diel

Pelotas, 2025

Rômulo Schwanz Diel

**Desenvolvimento linguístico das vogais baixas anteriores do inglês como L2:
o papel da instrução explícita e treinamento articulatório mediada pelo
ultrassom**

Versão final da Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Letras da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre no Curso de Mestrado em Letras. Área de concentração: Estudos da Linguagem.

Orientadora: Profa. Dra. Giovana Ferreira Gonçalves

Pelotas, 2025

Rômulo Schwanz Diel

“Desenvolvimento linguístico das vogais baixas anteriores do inglês como L2: o papel da instrução explícita e treinamento articulatório mediada pelo ultrassom”

Dissertação aprovada, como requisito parcial, para obtenção do grau de Mestre em Letras, Programa de Pós-Graduação em Letras, Centro de Letras e Comunicação, Universidade Federal de Pelotas.

Data da defesa: 20/12/2024.

Banca examinadora:

Profa. Dra. Helena Vitalina Selbach (Presidente da banca)
Doutora em Letras pela Universidade Federal de Santa Maria

Profa. Dr. Susiele Machry da Silva
Doutora em Linguística Aplicada pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul

Profa. Dra. Gabriela Bohlmann Duarte
Doutora em Letras pela Universidade Católica de Pelotas

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação da Publicação

D561d Diel, Rômulo Schwanz

Desenvolvimento linguístico das vogais baixas anteriores do inglês como L2 [recurso eletrônico] : o papel da instrução explícita e do treinamento articulatório mediados pelo ultrassom / Rômulo Schwanz Diel ; Giovana Ferreira Gonçalves, orientadora. — Pelotas, 2025.
240 f. : il.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Letras, Centro de Letras e Comunicação, Universidade Federal de Pelotas, 2025.

1. Teoria dos Sistemas Dinâmicos Complexos. 2. Desenvolvimento de segunda língua. 3. Vogais frontais baixas. 4. Instrução explícita. 5. Ultrassom. I. Gonçalves, Giovana Ferreira, orient. II. Título.

CDD 469.5

Elaborada por Simone Godinho Maisonave CRB: 10/1733

*“ A minha complexidade supera qualquer tentativa
de autodefinição...”*
Eliane Azevedo

AGRADECIMENTOS

Agradeço inicialmente à minha grande mãe Oyá, à minha Pombogira Maria Padilha das Almas, a Deus e a todos os guias e a toda cúpula espiritual que me acompanhou nessa longa jornada;

Agradeço aos meus amigos, que sempre me apoiaram e me incentivaram durante todo o percurso desenvolvimental do meu mestrado. Sem o apoio de vocês, tudo teria sido muito mais difícil. Amo todos vocês;

Agradeço também a minha família, tanto a de sangue, quanto à religiosa, além de irmãos, foram apoios além do espiritual;

Agradeço ao meu companheiro e namorado Igor. Tu foste essencial para que eu cumprisse com os objetivos dessa pesquisa. Esteves do meu lado nos momentos que mais precisei: foste apoio quando não tinha mais chão, força quando me achava por vencido e razão quando acreditava não existir mais;

Às minhas “Divas”, participantes da pesquisa. Sem vocês nada disso existiria;

À minha orientadora, Professora Dr. Giovana Ferreira Gonçalves, pela dedicação e perseverança;

Às professoras membras da banca;

À CAPES.

RESUMO

A presente dissertação aborda o papel da instrução explícita e do treinamento articulatório, por meio da ultrassonografia, no processo desenvolvimental das vogais frontais baixas /æ/ e /ɛ/ do inglês por aprendizes brasileiros de inglês como segunda língua (L2). Para isso, foram realizadas doze coletas de dados de produção acústica de quatro informantes de semestres iniciais do curso de Letras - Português e Inglês da Universidade Federal de Pelotas, contando com estímulos visuais (apresentação de imagens) para que os informantes produzissem os sons-alvo em uma frase veículo. As coletas ocorreram em três momentos distintos: i) coletas iniciais, ii) coletas de instrução explícita e iii) coletas finais. Tendo por base a Teoria dos Sistemas Dinâmicos Complexos e a existência da variabilidade no processo de desenvolvimento linguístico (Larsen-freeman 1997, 2015, 2017; Hiver e Al-Hoorie 2016, Hiver, Al-Hoorie e Evans 2021, 2022; De Bot; Lowie e Verspoor 2017, 2021, 2022), os dados longitudinais foram descritos e analisados por meio de estatísticas descritiva e inferencial de forma a averiguar se o treinamento articulatório pode ser um fator a ocasionar mudança linguística (Cf. Taylor, 2000; Verspoor, De Bot e Lowie, 2011; Schereschewsky, 2021). Os resultados demonstraram que o treinamento articulatório mediado por ultrassom teve um impacto positivo nas produções das vogais, evidenciado por mudanças significativas nos valores formânticos (F1 e F2) e na duração das vogais. Após o treinamento, houve uma estabilização e aproximação das produções das vogais do Português Brasileiro (PB) em relação às vogais do inglês, especialmente a vogal [æ]. Os testes estatísticos descritivos e inferenciais das coletas longitudinais revelaram que as produções vocálicas evoluíram ao longo do tempo, em especial para as informantes S2, S3 e S4 que mostraram progresso na qualidade vocálica de [æ], assemelhando-se, assim, à da vogal realizada pela nativa de IA, ainda que diferenças duracionais tenham permanecido. Contudo, S1 apresentou dificuldades na distinção entre as vogais [ɛ] e [æ], evidenciando desestabilização do sistema, mas não o suficiente para que avanços no processo desenvolvimental fossem realizados. Esses resultados indicam que a metodologia utilizada foi eficaz para melhorar a produção das vogais, além de a análise longitudinal, via TSDC, ter sido fundamental para compreender a trajetória desenvolvimental das produções das vogais e os impactos das sessões de instrução explícita e do treinamento articulatório com o ultrassom na variabilidade do sistema fonético-fonológico.

Palavras-chave: teoria dos sistemas dinâmicos complexos; desenvolvimento de segunda língua; vogais frontais baixas; instrução explícita; ultrassom.

ABSTRACT

This dissertation addresses the role of explicit instruction and articulatory training through ultrasound imaging in the developmental process of the English low front vowels /æ/ and /ɛ/ by Brazilian learners of English as a second language (L2). Twelve data collection sessions were conducted, focusing on the acoustic production of four participants enrolled in the initial semesters of the Portuguese-English undergraduate program at the Federal University of Pelotas. The participants were exposed to visual stimuli (image presentations) to produce the target sounds in a carrier sentence. The data collections were carried out in three distinct phases: (i) initial collections, (ii) explicit instruction sessions, and (iii) final collections. Based on the Complex Dynamic Systems Theory and the concept of variability in the linguistic development process (Larsen-Freeman 1997, 2015, 2017; Hiver and Al-Hoorie 2016; Hiver, Al-Hoorie, and Evans 2021, 2022; De Bot, Lowie, and Verspoor 2017, 2021, 2022), the longitudinal data were described and analyzed using descriptive and inferential statistics to determine whether articulatory training can trigger linguistic change (Cf. Taylor, 2000; Verspoor, De Bot, and Lowie, 2011; Schereschewsky, 2021). The results showed that ultrasound-mediated articulatory training had a positive impact on vowel productions, evidenced by significant changes in formant values (F1 and F2) and vowel duration. After the training, there was a stabilization and approximation of the Brazilian Portuguese (BP) vowel productions to English vowels, particularly the vowel [æ]. Descriptive and inferential statistical analyses of the longitudinal collections revealed that vowel productions improved over time, especially for participants S2, S3, and S4, who showed progress in the quality of [æ], resembling that of the native speaker's production, although durational differences persisted. However, participant S1 faced difficulties in distinguishing between the vowels [ɛ] and [æ], showing system destabilization that prevented developmental advances. These results indicate that the methodology used was effective in improving vowel production, and the longitudinal analysis through the Complex Dynamic Systems Theory was essential for understanding the developmental trajectory of vowel productions and the impacts of explicit instruction and ultrasound-mediated articulatory training on the variability of the phonetic-phonological system.

Keywords: Complex Dynamic Systems Theory; second language development; low front vowels; explicit instruction; ultrasound.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Distribuição das vogais simples tônicas do IA (adaptado de Nobre-Oliveira, 2007, p.19)	19
Figura 2 - As posições relativas da língua na produção das vogais 1 [i:] ; 2 [ɪ] ; 3 [ɛ] ; 4 [æ] ; 5 [ɑ:] ; 6 [ʊ] ; e 7 [u:] (Ladefoged & Johnson, 2010, p. 21)	20
Figura 3 - Posição da língua e da mandíbula na produção de [ɛ] e [æ] (adaptado de Celce-Murcia <i>et al</i> , 2010, p.116).....	22
Figura 4 - Comparação entre a posição dos lábios na produção de [ɛ] e [æ], respectivamente (adaptado de Celce-Murcia <i>et al</i> , 2010, p. 125).....	22
Figura 5 - Imagens ultrassonográficas, contendo sequência de frames da produção de [æ].....	23
Figura 6 - Imagens ultrassonográficas, contendo sequência de frames da produção de [ɛ].....	24
Figura 7 - Espectrograma das vogais [ɛ] e [æ] proferidas nas palavras head e had por um falante do sexo masculino de inglês americano (adaptado de Ledfoged & Johnson (2010, p. 194).....	26
Figura 8 - Sistema vocálico do Português. Fonte: Adaptado de Câmara Júnior (2011, p. 41).....	28
Figura 9 - Diagrama com as diferentes configurações dos lábios na produção das vogais do PB. Fonte: Adaptado de Cristófaros-Silva <i>et al</i> (2019, p. 19).....	29
Figura 10 - Posições da altura da língua/abertura da mandíbula para a produção das vogais do PB. Fonte: Adaptado de Cristófaros-Silva <i>et al</i> (2019, p. 17).....	30
Figura 11 - Representação das vogais tônicas do português. Fonte: adaptado de Machry-da-Silva (2014, p. 30).....	31
Figura 12 - Splines dos dados articulatórios da aprendiz de nível básico obtidos na coleta pré-teste Fonte: Ferreira-Gonçalves, Pereira, Lemes (2019, p. 141).....	45
Figura 13 - Splines dos dados articulatórios da aprendiz de nível básico obtidos na coleta pós-teste 2 Fonte: Ferreira-Gonçalves, Pereira, Lemes (2019, p. 141).....	45
Figura 14 - Procedimentos de coletas acústicas das informantes realizados na cabine acústica do Laboratório LELO	54
Figura 15 – imagem ultrassonográfica coronal da produção da vogal [ɛ]	59
Figura 16 - imagem ultrassonográfica coronal da produção da vogal [æ].....	59
Figura 17 – imagem ultrassonográfica sagital da produção da vogal [ɛ].....	60

Figura 18 - imagem ultrassonográfica sagital da produção da vogal [æ]	60
Figura 19 - procedimentos de instrução explícita com as informantes realizados no Laboratório LELO.....	63
Figura 20 - Textgrid da palavra sax.....	68

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Quadro de valores dos formantes de acordo com os dados de Peterson e Barney (1952), Hillenbrand et al. (1995) e Hagiwara (1997) Fonte: Adaptado de Rauber (2006, p. 27)	35
Tabela 2 – Média dos valores formânticos das vogais tônicas [ɛ], [a] e [ɔ] do PB Fonte Adaptado de Escudero <i>et al</i> (2009, p.1383)	40
Tabela 3 - Exemplo de Tabela de mudanças significativa dos valores de duração (ms) da vogal [æ].....	87
Tabela 4- Médias e desvios-padrão dos valores de duração (ms), F1 e F2 (Hz) das vogais produzidas pela falante monolíngue do português.....	92
Tabela 5 - Médias e desvios-padrão dos valores de duração (ms), F1 e F2 (Hz) das vogais produzidas pela falante monolíngue do Inglês Americano.....	93
Tabela 6 - Médias e desvios-padrão dos valores de duração (ms), F1 e F2 (Hz) das vogais do português produzidas por S1.....	94
Tabela 7 - Médias e desvios-padrão dos valores de duração (ms), F1 e F2 (Hz) das vogais do inglês produzidas por S1.....	95
Tabela 8 - Médias e desvios-padrão dos valores de duração (ms), F1 e F2 (Hz) das vogais do português produzidas por S2.....	97
Tabela 9 - Médias e desvios-padrão dos valores de duração (ms), F1 e F2 (Hz) das vogais do inglês produzidas por S2.....	98
Tabela 10 - Médias e desvios-padrão dos valores de duração (ms), F1 e F2 (Hz) das vogais do português produzidas por S3.....	100
Tabela 11 - Médias e desvios-padrão dos valores de duração (ms), F1 e F2 (Hz) das vogais do inglês produzidas por S3.....	101
Tabela 12 - Médias e desvios-padrão dos valores de duração (ms), F1 e F2 (Hz) das vogais do português produzidas por S4	103
Tabela 13 - Médias e desvios-padrão dos valores de duração (ms), F1 e F2 (Hz) das vogais do inglês produzidas por S4.....	104
Tabela 14 - Tabela de mudanças significativas dos valores de duração (ms) da vogal [æ] juntamente com o percentual de nível de confiança.....	138
Tabela 15 - Tabela de mudanças significativas da média de valores de duração (ms) da vogal [ɛ] de S1.....	139

Tabela 16 - Tabela de mudanças significativas da média de valores de F1 da vogal [æ] de S1.....	140
Tabela 17 - Tabela de mudanças significativas da média de valores de F1 da vogal [ɛ] de S1.....	143
Tabela 18 - Tabela de mudanças significativas da média de valores de duração (ms) da vogal [ɛ] de S2.....	147
Tabela 19 - Tabela de mudanças significativas da média de valores de F1 da vogal [æ] de S2.....	148
Tabela 20 - Tabela de mudanças significativas da média de valores de F1 da vogal [ɛ] de S2.....	150
Tabela 21 - Tabela de mudanças significativas da média de valores de duração (ms) da vogal [æ] de S3.....	153
Tabela 22 - Tabela de mudanças significativas da média de valores de duração (ms) da vogal [ɛ] de S3.....	154
Tabela 23 - Tabela de mudanças significativas da média de valores de duração (ms) da vogal [æ] de S4.....	158
Tabela 24 - Tabela de mudanças significativas da média de valores de F1 (Hz) da vogal [æ] de S4.....	160
Tabela 25 - Médias e desvios-padrão dos valores de duração (ms), F1 e F2 (Hz) das vogais do português produzidas por S1 na coleta geral final.....	164
Tabela 26 - Médias e desvios-padrão dos valores de duração (ms), F1 e F2 (Hz) das vogais do inglês produzidas por S1 na coleta geral final.....	165
Tabela 27 - Médias e desvios-padrão dos valores de duração (ms), F1 e F2 (Hz) das vogais do português produzidas por S2 na coleta geral final.....	167
Tabela 28 - Médias e desvios-padrão dos valores de duração (ms), F1 e F2 (Hz) das vogais do inglês produzidas por S2 na coleta geral final.....	168
Tabela 29 - Médias e desvios-padrão dos valores de duração (ms), F1 e F2 (Hz) das vogais do português produzidas por S3 na coleta geral final.....	170
Tabela 30 - Médias e desvios-padrão dos valores de duração (ms), F1 e F2 (Hz) das vogais do inglês produzidas por S3 na coleta geral final.....	171
Tabela 31 - Médias e desvios-padrão dos valores de duração (ms), F1 e F2 (Hz) das vogais do português produzidas por S4 na coleta geral final.....	174
Tabela 32 - Médias e desvios-padrão dos valores de duração (ms), F1 e F2 (Hz) das vogais do inglês produzidas por S3 na coleta geral final.....	175

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 - Perfil linguístico dos sujeitos com base na aplicação do questionário..	50
Quadro 02 - Sujeitos da pesquisa.....	51
Quadro 03 - Etapas das coletas de dados.....	52-53
Quadro 04 - Palavras do PB utilizadas na coleta geral (adaptado de LEMES, 2021, p. 79).....	55
Quadro 05 - Palavras do IA utilizadas na coleta geral (adaptado de LEMES, 2021, p. 79).	55-56
Quadro 06 - Corpus da língua inglesa utilizado nas coletas acústicas.....	56-57
Quadro 07 - Corpus da língua portuguesa utilizado nas coletas acústicas.....	57
Quadro 08 - Conjunto de palavras utilizadas na primeira sessão de instrução explícita e de treinamento articulatorio.....	61
Quadro 09 - Conjunto de palavras utilizadas na segunda sessão de instrução explícita e de treinamento articulatorio.....	63
Quadro 10 - Conjunto de palavras utilizadas na terceira sessão de instrução explícita e de treinamento articulatorio.....	64
Quadro 11 - Conjunto de palavras utilizadas na quarta sessão de instrução explícita e de treinamento articulatorio.....	65
Quadro 12 - Conjunto de palavras utilizadas na quinta sessão de instrução explícita e de treinamento articulatorio.....	65-66
Quadro 13 - Conjunto de palavras utilizadas na sexta sessão de instrução explícita e de treinamento articulatorio.....	66
Quadro 14 - Datas e intervalos temporais entre as coletas de dados.....	78

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Exemplo de gráfico de linha desenvolvimental a partir de valores de F1 e F2 (Hz).....	71
Gráfico 2 - Exemplo de Gráfico de linhas de tendência a partir de valores de F1 e F2 (Hz).....	72
Gráfico 3 - Exemplo de Gráfico de mínimo e máximo a partir de valores de F1 e F2 (Hz).....	73
Gráfico 4 - Exemplo de gráfico de <i>change point</i> com base nos valores de duração (ms) da vogal [æ].....	76
Gráfico 5 - Espaço vocálico com a distribuição das médias de F1 e F2 (Hz) das vogais da nativa de IA (preto) e de S1 (azul)	84
Gráfico 6 - Espaço vocálico com a distribuição das médias de F1 e F2 (Hz) das vogais da nativa de IA (preto) e de S2 (vermelho).....	99
Gráfico 7 - Espaço vocálico com a distribuição das médias de F1 e F2 (Hz) das vogais da nativa de IA (preto) e de S3 (roxo).....	101
Gráfico 8 - Espaço vocálico com a distribuição das médias de F1 e F2 (Hz) das vogais da nativa de IA (preto) e de S4 (azul marinho).....	104
Gráfico 9 - Gráfico desenvolvimental e de linhas de tendência dos valores duracionais (ms) das produções das vogais alvo produzidas por S1 no decorrer das 12 coletas longitudinais em relação ao valor médio de controle das produções da nativa de IA.....	106
Gráfico 10 - Gráfico desenvolvimental e de linhas de tendência dos valores médios de F1 e F2 (Hz) da vogal /æ/ produzida por S1 no decorrer das 12 coletas longitudinais em relação aos valores médios de controle da produção da nativa de IA.....	107
Gráfico 11 - Gráfico desenvolvimental e de linhas de tendência dos valores médios de F1 e F2 (Hz) da vogal /ɛ/ produzida por S1 no decorrer das 12 coletas longitudinais em relação aos valores médios de controle da produção da nativa de IA.....	108
Gráfico 12 - Gráfico desenvolvimental e de linhas de tendência dos valores duracionais (ms) das produções das vogais alvo produzidas por S2 no decorrer das 12 coletas longitudinais em relação ao valor médio de controle das produções da nativa de IA.....	110

Gráfico 13 - Gráfico desenvolvimental e de linhas de tendência dos valores médios de F1 e F2 (Hz) da vogal /æ/ produzida por S2 no decorrer das 12 coletas longitudinais em relação aos valores médios de controle da produção da nativa de IA.....	111
Gráfico 14 - Gráfico desenvolvimental e de linhas de tendência dos valores médios de F1 e F2 (Hz) da vogal /ɛ/ produzida por S2 no decorrer das 12 coletas longitudinais em relação aos valores médios de controle da produção da nativa de IA.....	112
Gráfico 15 - Gráfico desenvolvimental e de linhas de tendência dos valores duracionais (ms) das produções das vogais alvo produzidas por S3 no decorrer das 12 coletas longitudinais em relação ao valor médio de controle das produções da nativa de IA.....	113
Gráfico 16 - Gráfico desenvolvimental e de linhas de tendência dos valores médios de F1 e F2 (Hz) da vogal /æ/ produzida por S3 no decorrer das 12 coletas longitudinais em relação aos valores médios de controle da produção da nativa de IA.....	116
Gráfico 17 - Gráfico desenvolvimental e de linhas de tendência dos valores médios de F1 e F2 (Hz) da vogal /ɛ/ produzida por S3 no decorrer das 12 coletas longitudinais em relação aos valores médios de controle da produção da nativa de IA.....	117
Gráfico 18 - Gráfico desenvolvimental e de linhas de tendência dos valores duracionais (ms) das produções das vogais alvo produzidas por S4 no decorrer das 12 coletas longitudinais em relação ao valor médio de controle das produções da nativa de IA.....	119
Gráfico 19 - Gráfico desenvolvimental e de linhas de tendência dos valores médios de F1 e F2 (Hz) da vogal /æ/ produzida por S4 no decorrer das 12 coletas longitudinais em relação aos valores médios de controle da produção da nativa de IA.....	120
Gráfico 20 - Gráfico desenvolvimental e de linhas de tendência dos valores médios de F1 e F2 (Hz) da vogal /ɛ/ produzida por S4 no decorrer das 12 coletas longitudinais em relação aos valores médios de controle da produção da nativa de IA.....	121

Gráfico 21 - Gráfico de mínimo e máximo dos valores médios duracional das vogais alvo produzidas por S1 no decorrer das 12 coletas longitudinais em relação aos valores médios de controle da produção da Nativa de IA.....	124
Gráfico 22 - Gráfico de mínimo e máximo dos valores médios de F1 e F2 (Hz) da vogal [æ] da informante 1 no decorrer das 12 coletas longitudinais em relação aos valores médios de controle da produção da Nativa de IA.....	125
Gráfico 23 - Gráfico de mínimo e máximo dos valores médios de F1 e F2 (Hz) da vogal [ɛ] produzida por S1 no decorrer das 12 coletas longitudinais em relação aos valores médios de controle da produção da Nativa de IA.....	127
Gráfico 24 - Gráfico de mínimo e máximo dos valores médios duracional das vogais alvo produzidas por S2 no decorrer das 12 coletas longitudinais em relação aos valores médios de controle da produção da Nativa de IA.....	128
Gráfico 25 - Gráfico de mínimo e máximo dos valores médios de F1 e F2 (Hz) da vogal [æ] de S2 no decorrer das 12 coletas longitudinais em relação aos valores médios de controle da produção da Nativa de IA.....	130
Gráfico 26 - Gráfico de mínimo e máximo dos valores médios de F1 e F2 (Hz) da vogal [ɛ] produzida por S2 no decorrer das 12 coletas longitudinais em relação aos valores médios de controle da produção da Nativa de IA.....	131
Gráfico 27 - Gráfico de mínimo e máximo dos valores médios duracional das vogais alvo produzidas por S3 no decorrer das 12 coletas longitudinais em relação aos valores médios de controle da produção da Nativa de IA.....	133
Gráfico 28 - Gráfico de mínimo e máximo dos valores médios de F1 e F2 (Hz) da vogal [æ] de S3 no decorrer das 12 coletas longitudinais em relação aos valores médios de controle da produção da Nativa de IA.....	134
Gráfico 29 - Gráfico de mínimo e máximo dos valores médios de F1 e F2 (Hz) da vogal [ɛ] produzida por S3 no decorrer das 12 coletas longitudinais em relação aos valores médios de controle da produção da Nativa de IA.....	135
Gráfico 30 - Gráfico de mínimo e máximo dos valores médios duracionais das vogais alvo produzidas por S4 no decorrer das 12 coletas longitudinais em relação aos valores médios de controle da produção da Nativa de IA.....	137
Gráfico 31 - Gráfico de mínimo e máximo dos valores médios de F1 e F2 (Hz) da vogal [æ] de S4 no decorrer das 12 coletas longitudinais em relação aos valores médios de controle da produção da Nativa de IA.....	138

Gráfico 32 - Gráfico de mínimo e máximo dos valores médios de F1 e F2 (Hz) da vogal [ɛ] produzida por S4 no decorrer das 12 coletas longitudinais em relação aos valores médios de controle da produção da Nativa de IA.....	139
Gráfico 33 - Plot do gráfico de change points gerado a partir dos valores médios de duração (ms) da vogal [æ] de S1.....	141
Gráfico 34 - Plot do gráfico de change points gerado a partir dos valores médios de duração (ms) da vogal [ɛ] de S1.....	142
Gráfico 35 - Plot do gráfico de change points gerado a partir dos valores médios de F1 da vogal [æ] de S1.....	143
Gráfico 36 - Plot do gráfico de change points gerado a partir dos valores médios de F2 da vogal [æ] de S1.....	144
Gráfico 37 - Plot do gráfico de change points gerado a partir dos valores médios de F1 da vogal [ɛ] de S1.....	145
Gráfico 38 - Plot do gráfico de change points gerado a partir dos valores médios de F2 da vogal [ɛ] de S1.....	145
Gráfico 39 - Plot do gráfico de change points gerado a partir da média dos valores de duração (ms) da vogal [æ] de S2.....	148
Gráfico 40 - Plot do gráfico de change points gerado a partir da média dos valores de duração (ms) da vogal [ɛ] de S2.....	149
Gráfico 41 - Plot do gráfico de change points gerado a partir da média de valores de F1 da vogal [æ] de S2.....	150
Gráfico 42 - Plot do gráfico de change points gerado a partir da média de valores de F2 da vogal [æ] de S2.....	151
Gráfico 43 - Plot do gráfico de change points gerado a partir da média de valores de F1 da vogal [ɛ] de S2.....	152
Gráfico 44 - Plot do gráfico de change points gerado a partir da média de valores de F2 da vogal [ɛ] de S2.....	153
Gráfico 45 - Plot do gráfico de change points gerado a partir da média de valores de duração (ms) da vogal [æ] de S3.....	155
Gráfico 46 - Plot do gráfico de change points gerado a partir da média dos valores de duração (ms) da vogal [ɛ] de S3.....	156
Gráfico 47 - Plot do gráfico de change points gerado a partir da média de valores de F1 (Hz) da vogal [æ] de S3.....	157

Gráfico 48 - Plot do gráfico de change points gerado a partir da média de valores de F2 (Hz) da vogal [æ] de S3.....	158
Gráfico 49 - Plot do gráfico de change points gerado a partir da média de valores de F1 (Hz) da vogal [ɛ] de S3.....	159
Gráfico 50 - Plot do gráfico de change points gerado a partir da média de valores de F2 (Hz) da vogal [ɛ] de S3.....	160
Gráfico 51 - Plot do gráfico de change points gerado a partir da média de valores de duração (ms) da vogal [æ] de S4.....	161
Gráfico 52 - Plot do gráfico de change points gerado a partir da média de valores de duração (ms) da vogal [ɛ] de S4.....	162
Gráfico 53 - Plot do gráfico de change points gerado a partir da média de valores de F1 (Hz) da vogal [æ] de S4.....	163
Gráfico 54 - Plot do gráfico de change points gerado a partir da média de valores de F2 (Hz) da vogal [æ] de S4.....	164
Gráfico 55 - Plot do gráfico de change points gerado a partir da média de valores de F1 (Hz) da vogal [ɛ] de S4.....	165
Gráfico 56 - Plot do gráfico de change points gerado a partir da média de valores de F2 (Hz) da vogal [ɛ] de S4.....	166
Gráfico 57 - Espaço vocálico com a distribuição das médias de F1 e F2 (Hz) das vogais da nativa de IA (preto), de S1 na coleta geral inicial (azul) e de S1 na coleta geral final (verde).....	170
Gráfico 58 - Espaço vocálico com a distribuição das médias de F1 e F2 (Hz) das vogais da nativa de IA (preto), de S2 na coleta geral inicial (vermelho) e de S2 na coleta geral final (amarelo).....	173
Gráfico 59 - Espaço vocálico com a distribuição das médias de F1 e F2 (Hz) das vogais da nativa de IA (preto), de S3 na coleta geral inicial (roxo) e de S3 na coleta geral final (verde claro).....	176
Gráfico 60 - Espaço vocálico com a distribuição das médias de F1 e F2 (Hz) das vogais da nativa de IA (preto), de S4 na coleta geral inicial (azul marinho) e de S4 na coleta geral final (cinza).....	179
Gráfico 61 - Gráfico desenvolvimental dos valores médios de F1 e F2 (Hz) das vogais [ɛ], [a] e [ɔ] do Português Brasileiro produzida por S1 no decorrer das 12 coletas longitudinais.....	182

Gráfico 62 - Gráfico desenvolvimental dos valores médios de F1 e F2 (Hz) das vogais [ɛ], [a] e [ɔ] do Português Brasileiro produzida por S1 no decorrer das 12 coletas longitudinais em relação aos valores médios de controle da produção da vogal [æ] da nativa de IA.....	183
Gráfico 63 - Gráfico desenvolvimental dos valores médios de F1 e F2 (Hz) das vogais [ɛ], [a] e [ɔ] do Português Brasileiro e da vogal [æ] produzida por S1 no decorrer das 12 coletas longitudinais.....	184
Gráfico 64 - Gráfico desenvolvimental dos valores médios de F1 e F2 (Hz) das vogais [ɛ], [a] e [ɔ] do Português Brasileiro produzida por S2 no decorrer das 12 coletas longitudinais.....	185
Gráfico 65 - Gráfico desenvolvimental dos valores médios de F1 e F2 (Hz) das vogais [ɛ], [a] e [ɔ] do Português Brasileiro produzida por S2 no decorrer das 12 coletas longitudinais em relação aos valores médios de controle da produção da vogal [æ] da nativa de IA.....	186
Gráfico 66 - Gráfico desenvolvimental dos valores médios de F1 e F2 (Hz) das vogais [ɛ], [a] e [ɔ] do Português Brasileiro e da vogal [æ] produzida por S1 no decorrer das 12 coletas longitudinais.....	188
Gráfico 67 - Gráfico desenvolvimental dos valores médios de F1 e F2 (Hz) das vogais [ɛ], [a] e [ɔ] do Português Brasileiro produzida por S3 no decorrer das 12 coletas longitudinais.....	189
Gráfico 68 - Gráfico desenvolvimental dos valores médios de F1 e F2 (Hz) das vogais [ɛ], [a] e [ɔ] do Português Brasileiro produzida por S3 no decorrer das 12 coletas longitudinais em relação aos valores médios de controle da produção da vogal [æ] da nativa de IA.....	191
Gráfico 69 - Gráfico desenvolvimental dos valores médios de F1 e F2 (Hz) das vogais [ɛ], [a] e [ɔ] do Português Brasileiro e da vogal [æ] produzida por S3 no decorrer das 12 coletas longitudinais.....	192
Gráfico 70 - Gráfico desenvolvimental dos valores médios de F1 e F2 (Hz) das vogais [ɛ], [a] e [ɔ] do Português Brasileiro produzida por S4 no decorrer das 12 coletas longitudinais.....	194
Gráfico 71 - Gráfico desenvolvimental dos valores médios de F1 e F2 (Hz) das vogais [ɛ], [a] e [ɔ] do Português Brasileiro produzida por S4 no decorrer das 12 coletas longitudinais em relação aos valores médios de controle da produção da vogal [æ] da nativa de IA.....	195

Gráfico 72 - Gráfico desenvolvimental dos valores médios de F1 e F2 (Hz) das vogais [ɛ], [a] e [ɔ] do Português Brasileiro e da vogal [æ] produzida por S4 no decorrer das 12 coletas longitudinais.....196

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	23
2 REFERENCIAL TEÓRICO	30
2.1 Caracterização dos segmentos vocálicos em inglês americano (IA) e em português brasileiro (PB)	30
2.1.1 O sistema vocálico do Inglês Americano IA:	30
2.1.1.1 Descrições articulatórias das vogais em IA	31
2.1.1.1.1 Características articulatórias das vogais /æ/ e /ɛ/ do IA:	32
2.1.1.1.2 Descrições acústicas das vogais em IA	35
2.1.1.1.2.1 Características acústicas das vogais [æ] e [ɛ] do IA	37
2.1.2 O sistema vocálico do PB	38
2.1.2.1 Descrições articulatórias das vogais em PB	40
2.1.2.2 Descrições acústicas das vogais em PB	41
2.2 Teoria dos Sistemas Dinâmicos Complexos no desenvolvimento de L2	43
2.2.1 A língua como um sistema dinâmico complexo	44
2.2.2 A variabilidade no processo de desenvolvimento linguístico	47
2.2.3 A TSDC aplicada ao desenvolvimento de L2	50
2.3 A ultrassonografia e o ensino de L2	54
2.3.1. A emergência do uso da ultrassonografia como ferramenta no ensino da pronúncia em L2	55
2.3.2 A aplicação da ultrassonografia em estudos de aquisição de L2 em pesquisas internacionais	56
2.3.3. Estudos pioneiros de exploração do uso da ultrassonografia da aquisição de L2 no contexto brasileiro	58
2.4 Síntese	61
3 METODOLOGIA	63
3.1 Sujeitos da pesquisa	63
3.2 Procedimentos de coleta de dados	66
3.3 Sessões de instrução explícita	73
	21

3.4 Critérios de análises dos dados	85
3.4.1 Análise acústica	86
3.4.2 Análise estatística	87
3.5. Síntese	92
4 RESULTADOS	94
4.1 Análise das condições iniciais	94
4.1.1 Análise das condições iniciais de S1	98
4.1.2 Análise das condições iniciais de S2	101
4.1.3 Análise das condições iniciais de S3	103
4.1.4 Análise das condições iniciais de S4	106
4.1.5 Síntese	110
4.2 Gráficos desenvolvimentais e de linhas de tendência	110
4.2.1 Gráficos desenvolvimentais e de linhas de tendência das produções de S1	111
4.2.1.1 Síntese	114
4.2.2 Gráficos desenvolvimentais e de linhas de tendência das produções de S2	115
4.2.2.1. Síntese	118
4.2.3 Gráficos desenvolvimentais e de linhas de tendência das produções de S3	119
4.2.3.1. Síntese	122
4.2.4 Gráficos desenvolvimentais e de linhas de tendência das produções de S4	123
4.2.4.1. Síntese	126
4.3 Gráficos de mínimo e máximo	126
4.3.1 Gráficos de mínimo e máximo das produções de S1	127
4.3.1.1. Síntese	130
4.3.2 Gráficos de mínimo e máximo das produções de S2	130
4.3.2.1. Síntese	133
4.3.3 Gráficos de mínimo e máximo das produções de S3	134

4.3.3.1. Síntese	137
4.3.4 Gráficos de mínimo e máximo das produções de S4	138
4.3.4.1. Síntese	141
4.4 Gráficos de change points	142
4.4.1 Gráficos de change points das produções de S1	143
4.4.1.1. Síntese	148
4.4.2 Gráficos de change points das produções de S2	149
4.4.2.1. Síntese	155
4.4.3 Gráficos de change points das produções de S3	156
4.4.3.1. Síntese	161
4.4.4 Gráficos de change points das produções de S4	162
4.4.4.1. Síntese	167
4.5 Análise das condições finais	168
4.5.1 Análise das condições finais das produções de S1	168
4.5.2 Análise das condições finais das produções de S2	172
4.5.3 Análise das condições finais das produções de S3	175
4.5.4 Análise das condições finais das produções de S4	178
4.5.5. Síntese	181
4.6 Impacto da instrução e do treinamento articulatório no sistema do PB	182
4.6.1 Impacto da instrução e do treinamento articulatório no sistema do PB de S1	182
4.6.1.1. Síntese	185
4.6.2 Impacto da instrução e do treinamento articulatório no sistema do PB de S2	186
4.6.2.1. Síntese	188
4.6.3 Impacto da instrução e do treinamento articulatório no sistema do PB de S3	189
4.6.3.1. Síntese	192
4.6.4 Impacto da instrução e do treinamento articulatório no sistema do PB de S4	193

4.6.4.1. Síntese	196
CONCLUSÃO	198
REFERÊNCIAS	204
ANEXOS	215
Anexo 1 - Questionário para captação de sujeitos	215
Anexo 2 - Questionário para captação de informante nativa de Inglês Americano	217
Anexo 3 - Questionário para captação da informante nativa de Português Brasileiro	218
Anexo 4 - TCLE para as informantes brasileiras e americanas	219
Anexo 5 - Slides utilizados nas coletas gerais de inglês	221
Anexo 6 - Slides utilizados para as coletas gerais de Português Brasileiro	225
Anexo 7 - Slides para as coletas das vogais alvo de Português Brasileiro	227
Anexo 8 - Slides para as coletas das vogais alvo do inglês	231
Anexo 9 - Slides de familiarização com o ultrassom e a imagem ultrassonográfica utilizado na primeira coleta de IE	236

1 INTRODUÇÃO

É comum em uma aula de língua inglesa com alunos nativos do Português Brasileiro (PB) surgirem questionamentos quanto à pronúncia distintiva de determinados sons da língua, como por exemplo “como vou saber se vou estar falando cama (*bed*) ou mau (*bad*)?”. Ainda que o professor instrua os alunos a produzirem os sons de forma diferente, o processo desenvolvimental da distinção das vogais /æ/ e /ɛ/ do inglês tende a variar pouco ou muito ou simplesmente neutralizar a produção de /æ/ à /ɛ/, uma vez que a vogal /æ/ é inexistente no inventário fonológico do Português Brasileiro (PB) (Nobre-Oliveira, 2007).

Este processo desenvolvimental da produção distintiva das vogais frontais baixas do inglês /æ/ e /ɛ/ podem variar devido à infinitos fatores internos ou externos à língua, seja a instrução de um professor até a produção aproximada à outras vogais pertencentes ao sistema fonológico da língua materna. Ainda que as variáveis relacionadas à este processo sejam diversas, uma sequência de instruções explícitas com amparo visual, focando na trajetória dos movimentos articulatórios do trato vocálico utilizados para a produção distintiva das vogais, pode aumentar essa variabilidade durante a trajetória das instruções podendo ao fim gerar mudanças efetivas nesta distinção vocálica.

Desta forma, o presente trabalho tem como tema principal o papel da instrução explícita e do treinamento articulatório, por meio da ultrassonografia, no processo desenvolvimental das vogais frontais baixas do inglês /æ/ e /ɛ/ por brasileiros aprendizes iniciais de inglês como L2. O desenho metodológico e análise dos dados desta pesquisa baseia-se nos pressupostos da Teoria dos Sistemas Dinâmicos Complexos (Larsen-freeman 1997, 2015, 2017; Hiver; Al-Hoorie e Evans 2016, 2021; De Bot; Lowie e Verspoor 2017, 2021, 2022) a fim de averiguar longitudinalmente os possíveis efeitos causados no processo destas instruções.

A escolha do tema foi primeiramente motivada pela experiência do pesquisador como educador linguístico, visto as dificuldades apresentadas pelos estudantes acerca da pronúncia das vogais na língua inglesa. Como supracitado, no processo de aquisição de uma Segunda Língua (L2), um dos maiores desafios no que compete ao desenvolvimento da comunicação oral está na produção de segmentos inexistentes no sistema da Primeira Língua (L1). No que compete ao

aprendizado da Língua Inglesa (LI) como L2, aprendizes brasileiros apresentam dificuldades no processo desenvolvimental do sistema vocálico da LI, principalmente quando há contrastes vocálicos entre vogais próximas em que uma é existente e a outra inexistente no inventário fonológico do Português Brasileiro (PB), como em /ɛ æ/, /i:/, // e /u:/, ə/ (Nobre-Oliveira, 2007).

Ao analisar os problemas da produção dessas vogais por aprendizes de inglês como L2, Celce-Murcia *et al.* (2010) prognostica que, para falantes de uma L1, em que não há a oposição contrastiva entre um determinado par de segmentos, como [ɛ, æ], torna-se difícil perceber e produzir os segmentos, tendendo a confundi-los. Ainda, de acordo com a autora, diferente também dos demais contrastes supracitados, em que sua principal distinção se encontra no fato de que há uma oposição entre vogais tensas – /i:/ e /u:/ – e frouxas – /ɪ/ e /ʊ/ –, no par /ɛ/ e /æ/, ambas as vogais são frouxas, o que dificulta ainda mais a distinção de ambas pelos aprendizes.

Também em relação ao processo de distinção das vogais, Flege (1987) evidencia, em seu estudo, as diferenças entre dois inventários vocálicos, em que a L2 apresenta vogais não encontradas no sistema da L1, embora os segmentos possam ser semelhantes. Como resultado, os aprendizes confundem os sons e os produzem de maneira semelhante e de forma neutralizada. Assim, falantes em processo de aquisição de L2, por influência da língua materna, tendem a sobrepor em uma única categoria fonológica dois sons distintivos.

No que tange o papel que a instrução explícita desempenha na produção e percepção das vogais da LI por falantes nativos do PB nas últimas décadas, diversos estudos, baseados em diversos pressupostos teóricos (Nobre-oliveira, 2003; Alves, 2004; Rauber, 2006; Zimmer *et al.*, 2009; Ramires, 2016; Bertho, 2018; Lemes, 2021; Silva-garcia, 2023), tem apresentando resultados promissores para a área de aquisição de L2.

De acordo com os resultados apresentados pela literatura acadêmica, o uso da instrução explícita se demonstra eficaz como metodologia de ensino de L2. Ramires (2016), por exemplo, utilizou descrições fonéticas e fonológicas das vogais do português brasileiro e do inglês americano, em um curso de línguas, e os resultados demonstraram o entendimento das diferenças dos segmentos /æ, ɛ, ɑ, ɔ, ə/ e das estratégias para diferenciá-los. Do mesmo modo, Ramires (2016) examinou os efeitos da instrução explícita, em uma disciplina voltada para os estudos de

fonética e fonologia da LI, na percepção e produção do par de vogais /ɛ/ e /æ/, por estudantes de Graduação, e seus resultados indicaram que o ensino da pronúncia auxiliou no processo de percepção da distinção dos sons. Lemes (2021) verificou o papel da instrução explícita e do treinamento articulatório, por meio do ultrassom, na produção do par de vogais distintivas da LI /i, I/, tendo os resultados sido promissores para o aprimoramento da produção destas vogais.

Para que ocorra a produção distintiva destes sons para falantes nativos de PB é importante que haja um entendimento maior sobre o trato articulatório e os articuladores ativos nesta produção, desta forma, Ladefoged & Johnson (2011) comentam sobre o importante papel da língua na produção articulatória das vogais. De acordo com os autores, “É difícil descrever a posição da língua de uma vogal na própria fala. Muitas vezes, as pessoas podem apenas repetir o que os livros lhes disseram – elas não podem determinar por si mesmas onde estão suas línguas” (p.87). Desse modo, uma metodologia capaz de auxiliar na compreensão do movimento da língua para a produção distintiva integrada nas instruções explícitas pode apresentar resultados promissores. Assim, a escolha metodológica de integrar o ultrassom às técnicas de instrução explícita para treinamento articulatório, entre outras vantagens, permite que o aprendiz possa visualizar a imagem de seus movimentos articulatórios na produção dos sons vocálicos.

A técnica de ultrassonografia aplicada ao ensino de línguas tem apresentado resultados promissores (Ferreira-Gonçalves; Pereira; Lemes, 2019; Teixeira-Correa, 2017; Silva-Garcia; Lemes; Ferreira-Gonçalves, 2021), desta forma, reconhecer o ultrassom como ferramenta metodológica para a instrução explícita permite que os aprendizes consigam acompanhar os movimentos da língua envolvidos na produção dos sons em tempo real por meio da visualização da imagem dos seus movimentos articulatórios (Meadows, 2007; Gick *et al*, 2008; Tsui, 2012; Lemes, 2021).

O processo de desenvolvimento linguístico pode ser estudado e analisado à luz da Teoria dos Sistemas Dinâmicos Complexos (TSDC), que considera este processo como dinâmico e complexo uma vez que os sistemas em desenvolvimento têm trajetórias diferentes de acordo com a experiência de cada aprendiz. Desta forma, delimita-se essa pesquisa compreendendo a língua como o sistema dinâmico complexo da análise (Larsen-freeman; Cameron, 2008; De Bot; Lowie; Verspoor, 2007; Beckner *et al.*, 2009; Verspoor; De Bot; Lowie, 2011; Verspoor, Hong, 2013; De Bot, 2017, Lowie; Verspoor, 2015; 2019; Yu; Lowie, 2019). Compreende-se a

língua como um Sistema Dinâmico Complexo (SAC) por ser vista como um sistema aberto formado por vários elementos ativos que se relacionam entre si e podem causar interações adicionais que se organizam por conta própria. Assim como afirmam os autores supracitados, essas interações podem resultar em comportamentos imprevisíveis em diversas escalas de tempo e magnitude, porém são influenciadas pelas condições iniciais.

Uma vez que a variabilidade faz parte de um sistema dinâmico complexo e predispõe mudança (Larsen-freeman; Cameron, 2008; De Bot; Lowie; Verspoor, 2007; Beckner *et al.*, 2009; Verspoor; De Bot; Lowie, 2011; Verspoor, Hong, 2013; De Bot, 2017, Lowie; Verspoor, 2015; 2019; Yu; Lowie, 2019), um fator essencial para o desenvolvimento linguístico é o aumento da variabilidade. Os autores supracitados compreendem que para que ocorra qualquer alteração no sistema é necessário uma maior variabilidade nos seus elementos, visto que a variabilidade predispõe à mudança. Desta forma para a compreensão de uma categoria fonológica ainda inexistente no sistema fonológico do falante é necessário que nesse processo desenvolvimental ocorra variabilidade nas produções com a finalidade dessa categoria ser produzida. Com isso, quanto maior a variabilidade, maior a possibilidade de ocorrer mudança no sistema linguístico.

Esta concepção de língua a partir da Teoria dos Sistemas Dinâmicos Complexos (TSDC) tem sido muito discutida nas últimas décadas, sendo aplicada a trabalhos de desenvolvimento linguístico dos quais têm-se feito análises desenvolvimentais mais robustas e apresentado resultados promissores para os estudos dos processos de aquisição linguística (Lowie; Verspoor, 2015, 2019; Pereyron, 2017; Schereschewsky, 2021; Frey, 2023; entre outros).

Desta forma, o presente trabalho tem como objetivo geral investigar, com base na Teoria dos Sistemas Dinâmicos Complexos (TSDC), os efeitos da instrução explícita e do treinamento articulatório, utilizando como instrumento metodológico o ultrassom, na produção das vogais baixas anteriores da língua inglesa por estudantes brasileiros em semestres iniciais do curso de graduação em Letras - Licenciatura em Português/ Inglês.

Com base no objetivo geral, delimitaram-se os seguintes objetivos específicos:

- (i) Analisar e descrever acusticamente o par de vogais baixas anteriores /ɛ/ e /æ/ do inglês produzidas pelos aprendizes.
- (ii) Investigar se o contraste entre as vogais /ɛ/ e /æ/ é produzido distintivamente pelos aprendizes.
- (iii) Verificar o grau de variabilidade no percurso desenvolvimental, a qual, segundo a TSDC, a variabilidade faz parte do SAC e o seu aumento é necessário para que o desenvolvimento linguístico ocorra.
- (iv) Verificar se houve ganhos ou mudança nas produções pré e pós-instrução explícita e treinamento articulatório dos informantes, a fim de constatar o efeito do uso da ferramenta ultrassonográfica na desestabilização do sistema.

Baseado nos objetivos específicos, este trabalho procura responder às seguintes questões de pesquisa:

Q1: As vogais baixas anteriores /ɛ/ e /æ/ são produzidas de forma contrastiva por alunos de semestres iniciais do curso de graduação?

H1: Os alunos de semestres iniciais do curso de graduação não produzem as vogais /ɛ/ e /æ/ de forma distinta, visto que, por influência da L1, sobrepõem este par de vogais em uma única categoria fonológica (Rauber *et al.*, 2016; Gonçalves, 2014; Lima Jr, 2015).

Q2: A realização de instrução explícita e de treinamento articulatório, por meio do ultrassom, pode ser capaz de aumentar o grau de variabilidade nos sistemas fonológicos da L1 e L2 das informantes?

H2: Haverá um aumento do grau de variabilidade constatado nas produções das aprendizes, tanto nos dados da L1 quanto da L2. Isso se justifica, uma vez que, compreendendo a língua como um sistema dinâmico complexo, entende-se que fatores externos podem afetar o sistema e levá-lo a variar e se reorganizar, fatores esses que podem predispor mudança (Larsen-freeman; Cameron, 2008; De Bot; Lowie; Verspoor, 2007; Beckner *et al.*, 2009; Verspoor; De Bot; Lowie, 2011; Verspoor, Hong 2013; De Bot, 2017, Lowie; Verspoor, 2015; 2019; Yu; Lowie, 2019). Com isso, a realização de instrução explícita e de treinamento articulatório, por meio

do ultrassom, pode ser capaz de aumentar o grau de variabilidade nos sistemas fonológicos da L1 e da L2 das informantes.

Q3: A realização de instrução explícita e de treinamento articulatorio, por meio do ultrassom, favorece o processo desenvolvimental das vogais baixas anteriores alvos da pesquisa?

H3: A instrução explícita e o treinamento articulatorio, por meio do ultrassom, serão propícios para o desenvolvimento fonético-fonológico dos segmentos da L2 (Lemes, 2021; Silva-Garcia, 2022) e, conseqüentemente, das vogais baixas anteriores da LI [ɛ] e [æ].

De forma a atender os objetivos propostos, esta dissertação está disposta da seguinte maneira: após a presente introdução teremos o referencial teórico norteador do estudo. Adiante, será apresentada a metodologia do trabalho, baseada nos pressupostos teóricos apresentados, a fim de constituir o delineamento do *corpus* de análise a ser analisado no capítulo seguinte, na discussão dos resultados, de forma a responder às questões de pesquisa e a conclusão do trabalho.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo, apresentar-se-á a revisão da literatura que norteia este estudo investigativo. Inicialmente teremos a caracterização dos segmentos vocálicos em inglês americano e em português brasileiro, com a descrição acústica e articulatória dos sistemas fonológicos. Segundamente será apresentado a teoria dos sistemas dinâmicos complexos, a concepção base do trabalho, onde entende-se a língua como SAC. Por último, a ultrassonografia aplicada ao ensino de línguas, explicando a ferramenta metodológica utilizada nas instruções explícitas e treinamento articulatório.

2.1 Caracterização dos segmentos vocálicos em inglês americano (IA) e em português brasileiro (PB)

A presente seção tem por objetivo (i) apresentar os sistemas vocálicos do inglês americano (IA) e do português brasileiro (PB) e como as vogais alvo estão situadas; (ii) caracterizar articulatoriamente as vogais baixas anteriores das duas línguas; (iii) caracterizar as referidas vogais acusticamente e (iv) discutir o funcionamento fonológico dessas vogais em suas respectivas línguas.

2.1.1 O sistema vocálico do Inglês Americano IA:

De acordo com Celce-Murcia *et al* (2010) e Ladefoged & Johnson (2010), estão presentes no sistema vocálico tônico do IA quatorze vogais, sendo onze vogais simples (sem ditongação) e três ditongos. No quadro da distribuição das vogais simples, a primeira grande divisão das vogais em LI se dá a partir do tensionamento, ou seja, a força de constrição, sendo divididas entre *LAX* (frouxas) e *TENSES* (tensas), assim como apresentado na Figura 1:

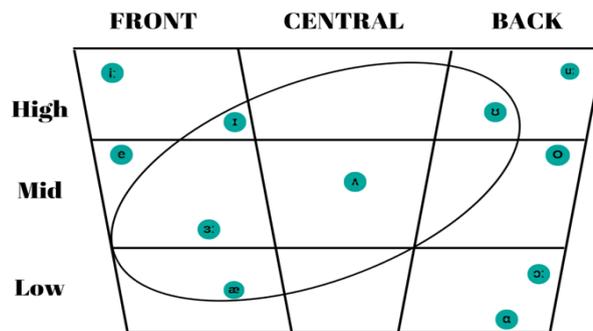


Figura 1 - Distribuição das vogais simples tônicas do IA (Fonte: adaptado de Nobre-Oliveira, 2007, p.19)

De acordo com Nobre-Oliveira (2017), as vogais encontradas fora do círculo são vogais tensas, ou seja, quando produzidas, há uma maior tensão muscular; já nas vogais frouxas, há um menor tensionamento. Ladefoged & Johnson (2010) acrescentam, também, que essa diferença é refletida na escrita: “As vogais tensas ocorrem nas palavras com o chamado “e” silencioso na ortografia, por exemplo, *mate, mete, kite, cute*. As vogais frouxas ocorrem nas palavras correspondentes em termos ortográficos, mas sem o “e” silencioso: *mat, met, kit, cut*” (p.98). Ademais, assim como em português, cada vogal de IA é classificada e diferenciada uma da outra também em termos de altura e dorso, podendo também ser classificadas pelo arredondamento dos lábios.

2.1.1.1 Descrições articulatórias das vogais em IA

De acordo com Ladefoged & Johnson (2010), na produção de sons vocálicos, os articuladores não se aproximam muito e a passagem da corrente de ar é relativamente desobstruída. Com isso, para descrever os sons das vogais e como se articulam, parte-se da posição do ponto mais alto da língua e da posição dos lábios. Ainda de acordo com os autores, os alvos para gestos vocálicos podem ser descritos em termos de três fatores: (1) a altura do corpo da língua; (2) a posição posterior (frente) e anterior (trás) da língua e (3) o grau de arredondamento labial.

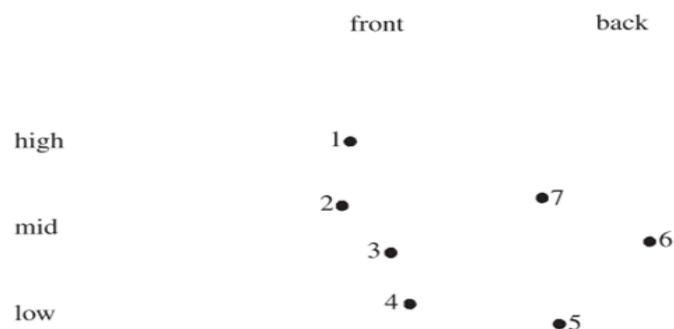


Figura 2 - As posições relativas da língua na produção das vogais 1 [i:] ; 2 [ɪ] ; 3 [ɛ] ; 4 [æ] ; 5 [ɑ:] ; 6 [ʊ] ; e 7 [u:] (Fonte: adaptado de Ladefoged & Johnson, 2010, p. 21)

Os autores revelam que a especificação das vogais, em termos da posição da língua, não são descrições absolutas, devido ao fato de que não há limites distintos entre um tipo de vogal e outro: “é possível emitir uma vogal a qualquer distância especificada entre quaisquer outras duas vogais” (p.87). Entretanto, os autores reconhecem que essa precisão sobre a posição dos órgãos vocais na produção desses sons pode ser encontrada por meio de tecnologias capazes de monitorar os movimentos da língua.

2.1.1.1.1 Características articulatórias das vogais /æ/ e /ɛ/ do IA:

Assim como supracitado, as vogais /æ/ e /ɛ/ são consideradas relaxadas, pois são articuladas com menor tensão muscular. De acordo com Celce-Murcia *et al* (2010), as vogais relaxadas, quando tônicas, ocorrem apenas em sílabas fechadas, necessitando de uma consoante para fechar a sílaba, como em *met* e *hand*.

Apesar de ambas serem vogais relaxadas, a vogal frontal média /ɛ/ e a vogal frontal baixa /æ/, logo abaixo dela no quadrante vocálico do IA, são frequentemente confundidas. De acordo com Celce-Murcia *et al* (2010), geralmente há uma pequena diferença na posição da mandíbula e também na quantidade de abertura dos lábios. A pesquisadora afirma que “o volume da cavidade oral aumenta à medida que a mandíbula se abre, com as seções alta, média e baixa do quadrante vocálico, sendo diferenciadas [ɛ] e [æ], (*grifo nosso*) tanto pela abertura sucessiva da mandíbula quanto pelo abaixamento da língua” (p.116).

Para a produção da vogal /ɛ/, a mandíbula permanece relativamente estacionária em sua posição intermediária e os lábios ligeiramente abertos, enquanto que, para produzir /æ/, a língua e a mandíbula são mais baixas ou caem ligeiramente durante a articulação, podendo haver uma abertura labial mais extrema (Celce-Murcia *et al*, 2010). É possível visualizar a diferença articulatória entre essas vogais, conforme o disposto na Figura 3:

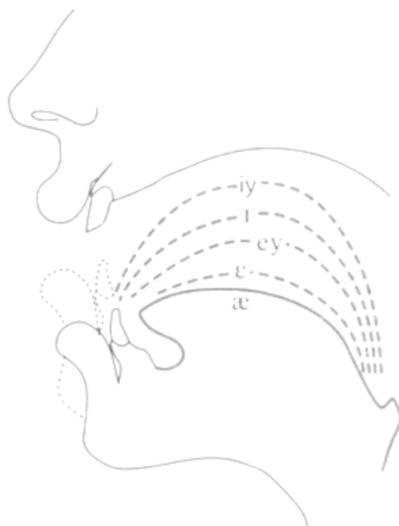


Figura 3 - Posição da língua e da mandíbula na produção de /ɛ/ e /æ/ (Fonte: adaptado de Celce-Murcia *et al*, 2010, p.116)

Com base na Figura 3, Celce-Murcia *et al* (2010) constroi, então, uma tabela articulatória para a distinção entre as vogais. Com isso, a vogal [ɛ], em relação a tensionamento, é relaxada; quanto à posição da língua, é frontal média centralizada; pela posição da mandíbula, é um pouco mais aberta do que o ditongo /iy/; e a posição dos lábios é um pouco aberto. Já para a vogal /æ/, em relação ao tensionamento, também é relaxada; quanto à posição da língua, é frontal baixa centralizada; pela posição da mandíbula, é um pouco mais aberta do que /ɛ/. podendo abaixar um pouco mais durante a articulação; já a posição dos lábios é aberta.

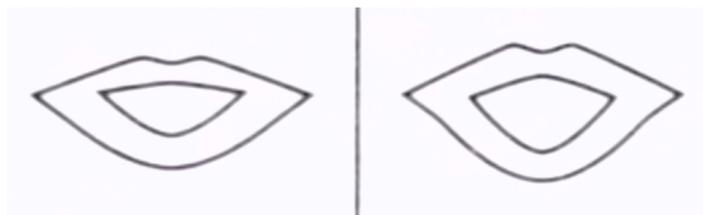


Figura 4 - Comparação entre a posição dos lábios na produção de /ɛ/ e /æ/, respectivamente (Fonte: adaptado de Celce-Murcia *et al*, 2010, p. 125)

De forma a aferir com maior precisão a descrição dos movimentos articulatorios na última década, as tecnologias de imagem aplicadas aos estudos fonéticos-fonológicos são capazes de averiguar a trajetória dos movimentos da língua na produção de segmentos. Uma dessas ferramentas é o ultrassom, a qual mostra, em tempo real, a dinâmica dessas produções, como as imagens da produção da vogal baixa /æ/ do inglês estadunidense apresentadas na Figura 5:

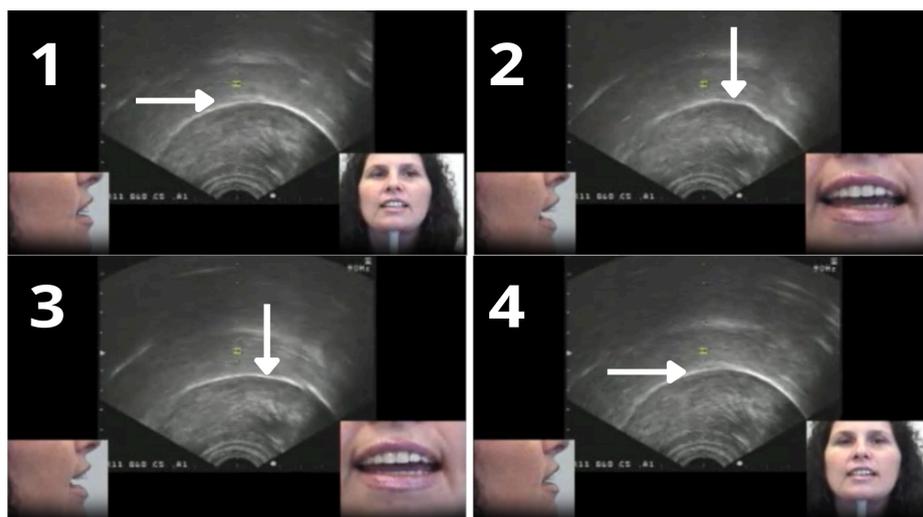


Figura 5 - Imagens ultrassonográficas, contendo sequência de frames da produção de [æ]¹
 fonte: audiospeech.ubc.ca

No primeiro *frame*, a língua na posição neutra. Logo após, no segundo *frame*, ocorre o início do movimento articulatorio, com o abaixamento da língua. No terceiro *frame*, alcança-se o grau de máxima constrição no movimento da língua, estando rebaixada. No último *frame*, a língua retorna a sua posição neutra.

¹ Disponível em: <https://audiospeech.ubc.ca/research/child-phonology-phonetics-and-language-acquisition-lab/ultrasound-in-speech-training/> Acesso em: 1 de Agosto de 2023

Na Figura 6, é possível constatar a sequência de *frames* da produção da vogal /ɛ/:

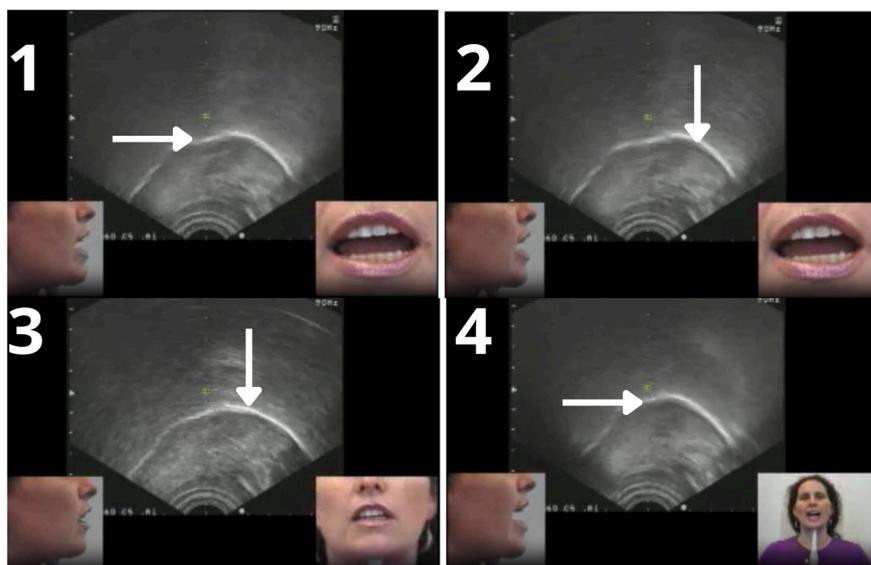


Figura 6 - Imagens ultrassonográficas, contendo sequência de frames da produção de [ɛ]²
fonte: audiospeech.ubc.ca

No primeiro *frame*, a língua parte do seu estado de repouso para o início do movimento. Observa-se que, ao longo dos próximos três *frames*, a língua se rebaixa gradualmente até alcançar o seu ponto máximo de constrição na quarta imagem. Entretanto, o gesto da língua apresenta menor magnitude quando comparado com a produção da vogal [æ]. Ademais, o corpo da língua parece manter-se mais acima da posição neutra e recuado em comparação com a outra vogal.

2.1.1.2 Descrições acústicas das vogais em IA

Ladefoged & Johnson (2010) afirmam que as vogais têm estruturas complexas, pois contêm vários tons diferentes ocorrendo simultaneamente. Os autores distinguem dois destes como sendo (1) o tom em que a vogal é falada, o qual depende dos pulsos produzidos pelas pregas vocais e (2) os tons harmônicos, os quais dependem da forma das cavidades ressonantes do trato vocal. Com base

² Disponível em: <https://audiospeech.ubc.ca/research/child-phonology-phonetics-and-language-acquisition-lab/ultrasound-in-speech-training/> Acesso em: 1 de agosto de 2023

em (2) é que ocorre a distinção da qualidade vocálica. Para distingui-las, existem duas alturas características do trato vocal associadas aos seus harmônicos. A primeira corresponde à diferença entre as vogais anteriores e posteriores e a segunda corresponde inversamente à altura vocálica em termos articulatórios.

Esses tons harmônicos são frequências que chamamos de formantes. De acordo com Pickett (1999), os formantes são ressonâncias do trato vocal representadas sob a forma de picos no espectro, e caracterizam as vogais acusticamente na medida em que são determinadas pelo formato da boca e cavidade faríngea.

Pickett (1999) explica que, para distinguir as vogais por essas frequências, é necessário considerar os primeiros três formantes, ainda que, de acordo com Ladefoged & Johnson (2010), usualmente seja possível distingui-las com somente os dois primeiros. A frequência do primeiro formante (F1) varia de acordo com a altura do corpo da língua, fornecendo informações sobre a altura da vogal, logo, vogais baixas são caracterizadas por valores altos de F1, enquanto valores baixos de F1 caracterizam vogais altas. A frequência do segundo formante (F2) nos dá informações sobre anteriorização e posteriorização da língua, em que as vogais posteriores têm valores baixos de F2, enquanto as vogais anteriores têm valores altos para o segundo formante. De acordo com Ladefoged & Johnson (2010), “A prega vocal pode vibrar mais rápido ou mais devagar, dando ao som um tom mais alto ou mais baixo, mas as frequências dos formantes permanecerão as mesmas desde que não haja mudanças na forma do trato vocal” (p.191). No caso das vogais, todo o trato vocal serve como filtro acústico para o ruído gerado pela vibração das pregas vocais. Com isso, a frequência fundamental, as frequências formânticas, a amplitude e a largura de banda de uma forma de onda de vogal constituem algumas de suas propriedades acústicas. Para entender melhor a descrição dessas propriedades, é importante compreender como analisar um espectrograma de uma vogal.

De acordo com Ladefoged & Johnson (2010), o tempo corre da esquerda para a direita nos espectrogramas, a intensidade de cada componente é mostrada pelo grau de escuridão e a frequência dos componentes é mostrada na escala vertical, ou seja, “uma exibição que mostra, de grosso modo, bandas escuras para concentrações de energia em frequências específicas - mostrando a fonte e as características do filtro da fala” (p. 194). Na Figura 7, temos os espectrogramas das

palavras *head* e *had* faladas por um homem americano, vejamos como aparecem os três formantes e como se estabelecem suas diferenças:

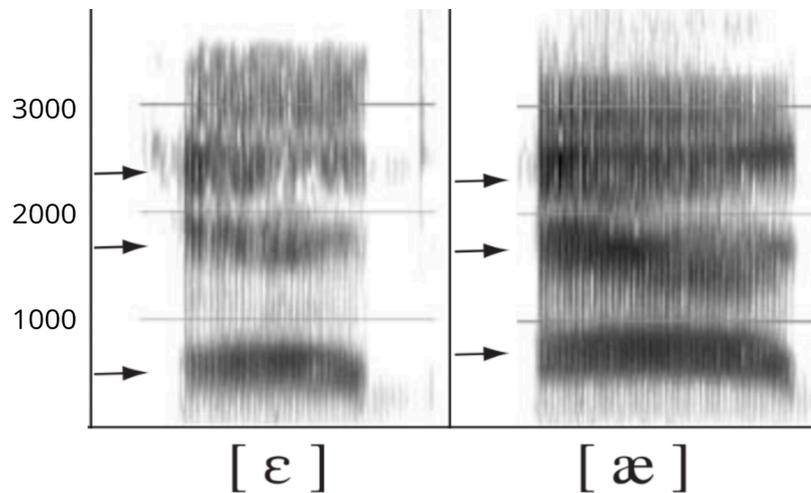


Figura 7 - Espectrograma das vogais [ε] e [æ] proferidas nas palavras *head* e *had* por um falante do sexo masculino de inglês americano (Fonte: adaptado de Ledfoged & Johnson (2010, p. 194))

Como podemos ver no espectrograma, as setas representam os formantes F1, F2 e F3. Percebe-se que a principal distinção entre as vogais está em F1 e F2. Podemos ver que apesar de ambos apresentarem valores altos de F1 (próximos a 1000 Hz) por serem vogais baixas, esta frequência será mais alta na produção de [æ], o que evidencia uma elevação maior da língua dessa vogal em relação à [ε]. Já em F2, é possível visualizar, ainda que de forma mais sutil, valores mais altos na produção de [ε], o que se justifica uma vez que a sua produção é menos posteriorizada do que a vogal [æ].

2.1.1.2.1 Características acústicas das vogais [æ] e [ε] do IA

Em relação aos valores formânticos, retomamos, aqui, a compilação feita por Rauber (2006, p.27), contendo os valores de F0, F1, F2 e F3 de [æ] e [ε], propostos por Peterson e Barney (1952), Hillenbrand *et al.* (1995) e Hagiwara (1997).

Estudo	Formantes	/ɛ/ produzido por mulheres	/ɛ/ produzido por homens	/æ/ produzido por mulheres	/æ/ produzido por homens
Peterson & Barney	F0	223	130	210	127
	F1	610	530	860	660
	F2	2330	1840	2050	1720
	F3	2990	2480	2850	2410
Hillenbrand <i>et al.</i>	F0	214	127	215	123
	F1	731	580	669	588
	F2	2058	1799	2349	1952
	F3	2979	2605	2972	2601
Hagiwara	F1	808	529	1017	685
	F2	2163	1670	1810	1601
	F3	3065	2528	2826	2524

Tabela 1 - Quadro de valores dos formantes de acordo com os dados de Peterson e Barney (1952), Hillenbrand *et al.* (1995) e Hagiwara (1997)
 Fonte: Adaptado de Rauber (2006, p. 27)

Um fator a destacar está na variabilidade de valores formânticos das vogais alvo da pesquisa. Ao analisar a Tabela 1, percebe-se que não há uma regularidade clara entre as diferenças dos valores de F1 e F2 nos trabalhos apresentados, especialmente para a vogal baixa – tomando por base a fala das mulheres, os valores de F1 oscilam entre 619 Hz e 1017 Hz, e os de F2 entre 1810 Hz e 2349 Hz. Isso, talvez, possa se justificar pelas diferentes regiões em que os dados foram coletados. Entretanto, ao comparar os dados encontrados na literatura apresentada, percebe-se que a distinção das vogais alvo da pesquisa está na relação inversamente proporcional dos valores de F1 e F2, sendo valores de F1 (Hz) mais altos para [æ] e menores para [ɛ], e valores de F2 (Hz) mais altos para [ɛ] e mais baixos para [æ]. Em relação a medidas duracionais, Peterson e Lehiste (1960) apontam que a vogal [æ] é mais longa do que qualquer outro monotongo do inglês. Conforme o referido estudo, a duração intrínseca da vogal [æ] é de 284 ms, enquanto a vogal [ɛ] tem duração de 204 ms. Além disso, embora a vogal [ɛ] seja considerada curta, ela é mais longa que a vogal [i], que é considerada longa.

2.1.2 O sistema vocálico do PB

Ao contrário do inglês, que possui uma ampla variedade de vogais, o Português Brasileiro tem um número consideravelmente menor dessa classe de sons. Câmara Jr (2011) postula que o sistema vocálico do PB é complexo e não se limita apenas pelas 5 letras do alfabeto latino. De acordo com o autor, as vogais são caracterizadas da seguinte forma:

altas	/u/		/i/	
médias	/ô/		/ê/	(2º grau)
médias	/ò/		/è/	(1º grau)
baixas		/a/		
	/posteriores/	/central/	/anteriores/	

Figura 8 - Sistema vocálico do Português
 Fonte: Adaptado de Câmara Júnior (2011, p. 41)

O sistema é constituído por sete vogais em posição tônica, apresentando neutralizações, com a redução do sistema para cinco, quatro e três vogais em posições pré-tônica, pós-tônica não final e pós-tônica final, respectivamente. O processo de neutralização das vogais do português ocorre em sílabas pretônicas, onde a distinção entre as vogais médias de primeiro grau (/ɛ/ e /ɔ/) e as vogais médias de segundo grau (/e/ e /o/) é eliminada. Isso resulta em um sistema de cinco vogais em posição pretônica, compreendendo as vogais altas /i/ e /u/, as vogais médias de segundo grau /e/ e /o/ e a vogal baixa /a/ (Machry-da-Silva, 2014).

É importante destacar que a representação em forma de triângulo está relacionada com as formas como os sons são produzidos pelo trato oral. O eixo vertical está relacionado à altura em que a língua é posicionada para produzir cada vogal. Dessa forma, nas pontas superiores do triângulo, estão as vogais /i/ e /u/, categorizadas como vogais altas, enquanto, na base, encontra-se a vogal /a/, categorizada como vogal baixa. As vogais intermediárias são localizadas na parte central do triângulo. O eixo horizontal está relacionado à posição da língua, a sua anteriorização e posteriorização a partir da sua posição neutra. À direita, tem-se as vogais posteriores e, à esquerda, situam-se as vogais anteriores. A vogal baixa /a/ enquadra-se no centro do triângulo, categorizando a centralização da língua em sua produção.

2.1.2.1 Descrições articulatórias das vogais em PB

Assim como supracitado, as vogais do PB são categorizadas a partir da posição da língua na sua produção, bem como acerca do movimento de arredondamento dos lábios. Câmara Jr (2011) postula o que, na literatura, chama-se sistema vocálico triangular, em que existe uma série de vogais posteriores [ɔ, o, u], com um recuo da parte posterior da língua e sua elevação gradual, e a série de vogais anteriores [ɛ, e, i], com um avanço da parte anterior da língua e a sua elevação gradual. No intervalo entre esses segmentos, sem um movimento significativo de avanço ou elevação da língua, encontra-se a vogal /a/ localizada no ponto mais baixo do triângulo, como a base. Ainda que seja considerada uma vogal baixa central, a forma como a língua é articulada na sua produção é ligeiramente anterior em relação ao ponto central (ligeiramente adiantado).

Essa elevação, seja na parte anterior ou na parte posterior, dependendo do caso, resulta na classificação articulatória que inclui vogais altas, vogais médias de segundo grau (fechadas), vogais médias de primeiro grau (abertas) e a vogal baixa. As vogais posteriores também apresentam um arredondamento gradual dos lábios, assim como pode ser visto na Figura 9:

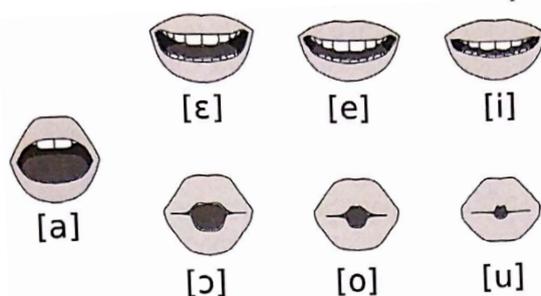


Figura 9 - Diagrama com as diferentes configurações dos lábios na produção das vogais do PB

Fonte: Adaptado de Cristófar-Silva *et al* (2019, p. 19)

Conforme Cristófar-Silva *et al* (2019), quando uma vogal é aberta, significa que a língua está posicionada mais baixa dentro da boca, criando um espaço maior entre a língua e o palato, o que resulta em uma cavidade oral mais ampla e em uma ressonância diferente. As vogais abertas [ɛ] e [ɔ] geralmente têm um som de maior amplitude e são percebidas como mais sonoras. Vejamos a figura adaptada de Cristófar-Silva *et al* (2019):

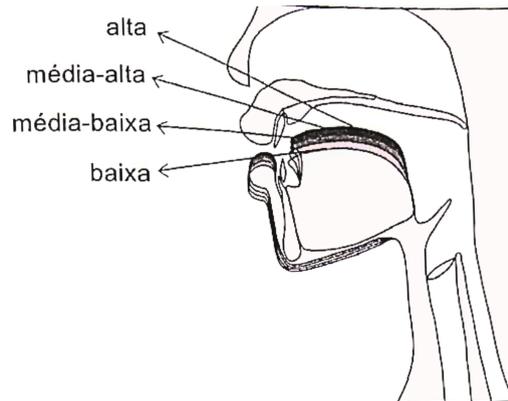


Figura 10 - Posições da altura da língua/abertura da mandíbula para a produção das vogais do PB.

Fonte: Adaptado de Cristófar-Silva *et al* (2019, p. 17).

Por outro lado, quando uma vogal é fechada, a língua está em posição mais elevada dentro da boca, criando um espaço menor entre a língua e o palato, levando a uma cavidade oral mais estreita e a uma ressonância diferente em comparação com vogais abertas. As vogais fechadas [e] e [o] geralmente têm um som com menos amplitude e podem parecer menos sonoras.

Cristófar-Silva *et al* (2019) reportam os quatro parâmetros de natureza articulatória contínua, considerando-se as posições mínimas e máximas entre os articuladores, a fim de estabelecer critérios específicos para a classificação dos segmentos vocálicos. Assim, as autoras apresentam a seguinte ordem dos parâmetros para as nomenclaturas das vogais: altura da língua/abertura de mandíbula; avanço/recuo da língua; arredondamento/estreitamento dos lábios; e abertura/fechamento do véu palatino. Desta forma, a vogal [ɛ] é denominada vogal média baixa anterior não-arredondada ou vogal meio aberta anterior não-arredondada. Observa-se que não foi acrescentado o termo oral na denominação, pois subentende-se que [ɛ] seja uma vogal oral.

2.1.2.2 Descrições acústicas das vogais em PB

Conforme Cristófar-Silva *et al* (2019), embora as frequências de F1, F2 e F3 possuam valores distintos em cada língua natural, existem princípios gerais que se aplicam universalmente, tais como a associação do primeiro formante (F1) à altura da língua; do segundo formante (F2) estar ligado ao movimento horizontal da língua; e do terceiro formante (F3) estar relacionado ao arredondamento dos lábios.

Machry-da-Silva (2014) apresenta uma discussão sobre as diferenças formânticas das vogais tônicas do PB partindo dos estudos de Moraes Callou e Leite (2002). Na sua discussão, a autora comenta que os dados apresentados indicam que as vogais médias [e] e [o], quando em posição tônica, são geralmente produzidas como próximas das vogais altas [i] e [u] em termos de altura. Por outro lado, as vogais médias [ɛ] e [ɔ] tendem a ser realizadas de forma mais baixa. Já a vogal [a] distancia-se das vogais [ɛ] e [ɔ] por ser produzida de forma centralizada e mais baixa. A representação gráfica da localização acústica dessas vogais pode ser vista na Figura 11, adaptada de Machry-da-Silva (2014, p. 30) a qual mostra os valores médios de F1 e F2 obtidos por Moraes, Callou e Leite (2002, p. 35) para os dados das vogais tônicas de Porto Alegre, a região apresentada no estudo mais próxima à cidade de Pelotas, exemplificando essa relação.

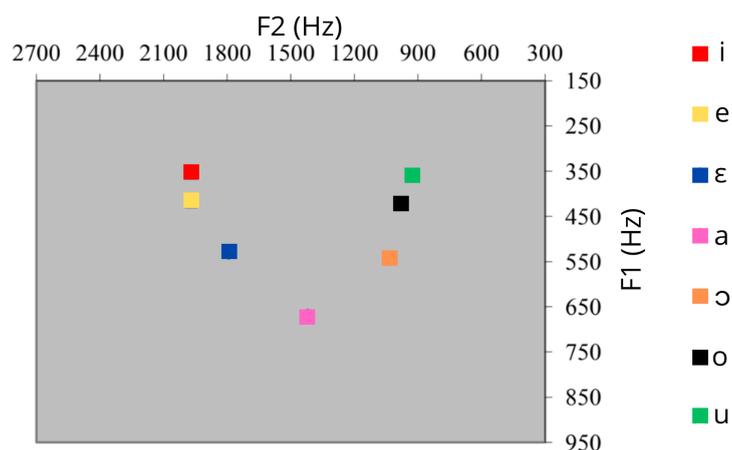


Figura 11 - Representação das vogais tônicas do português
 Fonte: adaptado de Machry-da-Silva (2014, p. 30)

A análise gráfica anterior revela que, no que diz respeito à pronúncia das vogais médias em Porto Alegre, as principais distinções entre as vogais [a], [ɛ] e [ɔ] estão relacionadas principalmente à anterioridade/posterioridade (F2). Em termos de altura (F1), é evidente que as vogais [ɛ] e [ɔ] são mais elevadas em comparação com a vogal [a]. Em relação à anterioridade/posterioridade (F2), observa-se que a vogal média baixa [ɛ] é mais anterior que a vogal [a], enquanto a vogal média baixa [ɔ] é mais posterior que a vogal [a].

Tendo em vista que a vogal [æ], do inglês, pode ser produzida como [a], [ɛ] ou [ɔ], pelos aprendizes, apresentam-se, na Tabela 2, os valores formânticos das vogais tônicas [ɛ], [a] e [ɔ] do PB, com base em Escudero *et al* (2009):

Vogais	F1 feminino	F1 masculino	F2 feminino	F2 masculino	F3 feminino	F3 masculino
[ɛ]	646 Hz	518 Hz	2217 Hz	1831 Hz	2897 Hz	2572 Hz
[a]	910 Hz	683 Hz	1627 Hz	1329 Hz	2625 Hz	2324 Hz
[ɔ]	681 Hz	532 Hz	1054 Hz	927 Hz	2653 Hz	2335 Hz

Tabela 2 - Média dos valores formânticos das vogais tônicas [ɛ], [a] e [ɔ] do PB

Fonte: Adaptado de Escudero *et al* (2009, p.1383)

Com isso, em [a], tem-se uma vogal baixa levemente anteriorizada, cujos valores de F1 e F2 para adultos são de aproximadamente 796 Hz e 1478 Hz, respectivamente, e em [ɔ], uma vogal média baixa posteriorizada com valores de F1 e F2 para adultos de aproximadamente 606 Hz e 990 Hz, enquanto a vogal [ɛ], uma vogal média-baixa, apresenta valores de F1 e F2 de aproximadamente 582 Hz e 2024 Hz, respectivamente.

Cabe salientar ainda que em pesquisas pelo viés da TSDC não entende-se a língua como estanque (Larsen-freeman, 1997, 2015, 2017), ou seja, apesar de apresentar-se a distinção comum das vogais como supracitado, compreende-se a existência de variações tanto regionais quanto por indivíduo nas produções. Desta forma, a presente pesquisa buscou-se analisar a aproximação aos valores controle com foco no progresso da distinção das produções.

2.2 Teoria dos Sistemas Dinâmicos Complexos no desenvolvimento de L2

A presente seção tem por objetivo apresentar um panorama acerca da Teoria dos Sistemas Dinâmicos Complexos (TSDC), baseado nos principais autores que discutem a teoria no âmbito da linguística aplicada ao processo desenvolvimental de L2 (Larsen-freeman, 1997, 2015, 2017; Hiver; Al-Hoorie 2016, Hiver, Al-Hoorie 2021, 2022; De Bot; Lowie E Verspoor 2017, 2021 2022). Está dividida em três

subseções: (i) a língua como um sistema dinâmico complexo; (ii) a variabilidade no processo de desenvolvimento linguístico; e (iii) a TSDC aplicada ao desenvolvimento de L2.

2.2.1 A língua como um sistema dinâmico complexo

Larsen-Freeman, a pioneira nos estudos da TSDC no âmbito linguístico, em seus estudos (1997, 2015, 2017) concebe a TSDC como uma metateoria que dialoga com as teorias da linguagem, uma vez que é um conjunto coeso de princípios interrelacionados que delinea e orienta tanto na esfera teórica quanto metodológica o que é considerado relevante, aceitável, central ou periférico. Entretanto, apesar de não ser uma teoria propriamente linguística, ela dialoga com teorias da linguagem.

De acordo com Hiver; Al-Hoorie e Evans (2021), a TSDC é uma metateoria que fornece uma posição ontológica (princípios da realidade) para entender a linguagem, o uso da linguagem e o desenvolvimento da linguagem em termos complexos e dinâmicos. Também captura ideias epistemológicas que auxiliam o pensamento científico e a teorização.

No campo do desenvolvimento da linguagem, a TSDC sustenta e contextualiza as teorias de objetos das quais abordam questões aproximadas sobre processos e resultados do desenvolvimento, e com isso tem-se outro olhar sobre as formas de investigação na linguística. Hiver & Al-Hoorie (2016) sugeriram que os objetivos centrais da pesquisa sob a TSDC em linguística aplicada devem:

(a) representar e compreender sistemas complexos específicos em várias escalas de descrição; (b) identificar e compreender padrões dinâmicos de mudança, resultados de sistemas emergentes e comportamento no ambiente; (c) rastrear, compreender e, sempre que possível, modelar os complexos mecanismos e processos pelos quais esses padrões surgem; e (d) capturar, compreender e aplicar os parâmetros relevantes para influenciar o comportamento dos sistemas (p. 752).

Com isso, a TSDC é considerada transdisciplinar nos dois sentidos do termo, pois é utilizada em disciplinas muito diferentes para os estudos modernos, redefinindo a estrutura do conhecimento – introduzindo as temáticas de dinamismo (estudo da mudança como ponto central) – e a emergência, uma vez postulado que

a ocorrência espontânea de algo novo surge a partir da interação dos componentes do sistema (Hiver & Al-Hoorie, 2019).

Larsen-Freeman (1997, 2015, 2017), no seu desenvolvimento tece diversas discussões sobre a teoria e suas aplicações em estudos aplicados à linguagem. Para este trabalho, compreende-se como sendo a língua o sistema dinâmico complexo a ser analisado. Baseado na autora, a TSDC entende a linguagem como um sistema adaptativo complexo, pois exibe variabilidade e mudança dinâmica. O seu uso é um processo iterativo de co-adaptação e se desenvolve num processo emergente não linear que se baseia em processos de construção de local (parte) para global (todo) e processos de restrição de global (todo) para local (parte).

Hiver; Al-Hoorie e Evans (2022) aprofundam mais essa concepção da linguagem como complexa por ser composta por muitos subsistemas diferentes e estes serem interdependentes. Assim, em qualquer ponto da trajetória evolutiva do sistema, uma influência pequena pode provocar uma mudança na direção do sistema, ou seja, o comportamento do todo emerge da interação dos subsistemas. Quando ocorre uma mudança em qualquer um dos subsistemas da linguagem - fonologia, morfologia, léxico, sintaxe, semântica, pragmática - pode resultar em uma mudança nos outros, assim como afirma Larsen-Freeman (1997). Desta forma, dentro da TSDC, não é possível realizar uma análise univariada.

Autores como Larsen-Freeman (1997) e De Bot; Lowie; Verspoor (2007) discutem, também, o dinamismo dentro da TSDC, uma vez que mudanças na linguagem ocorrem no decorrer do tempo. Por esse motivo, estudos em TSDC precisam ter um recorte longitudinal, tornando possível a análise da variabilidade no avançar do processo.

De acordo com Ellis (2011), a linguagem, como sistema aberto, caracteriza-se pelas diversas interações, sejam elas internas da própria língua (agentes linguísticos) ou externas (agentes sociais, cognitivos e ambientais), implicando no desenvolvimento de padrões linguísticos. Esses agentes podem desempenhar papel maior ou menor em determinados momentos. Isso ocorre, pois, no ambiente de um sistema dinâmico complexo, nada permanece constante, ou seja, não conseguimos obter uma avaliação precisa da influência de um agente ao isolá-lo dos demais e analisá-lo de forma isolada. Embora períodos de estabilidade possam ocorrer, a observação desse fenômeno inevitavelmente passa por mudanças, com uma frequência variável ao longo do tempo.

De acordo com Larsen-Freeman (1997), a linguagem entendida como um sistema não linear complexo exibe uma dependência sensível de suas condições iniciais, ou seja, mesmo uma alteração mínima na situação inicial pode gerar repercussões significativas no comportamento futuro. Sob condições iniciais diversas, os sistemas manifestarão trajetórias e resultados diferentes.

Segundo a autora, outro fator presente em um sistema dinâmico complexo é o atrator. Os atratores são descritos como orientações na qual um sistema dinâmico pode ser acompanhado, ou seja, um padrão no sistema que o faz retornar ao mesmo lugar. Na linguagem são padrões linguísticos dos quais o sistema tende manter ou estar ao invés de utilizar outras formas.

Os atratores de um sistema não são estáveis e podem mudar de acordo com as influências externas ou internas do sistema. Sade (2011) denomina de atrator estranho todo novo atrator que possa surgir dentro do sistema.

Larsen Freeman (1997) postula então os chamados “campos de atração” discutidos por Mohanan (1992) dos quais permitem uma infinita variação dentro de um finito espaço gramatical. Desta forma, para qualquer idioma, serão estes campos que definirão o estado para o qual o sistema linguístico é atraído, se seu estado será mais natural ou não marcado. É por conta deles que as mudanças pelas quais uma língua passa deixam intacta sua forma básica. Portanto, “qualquer coisa emprestada para o idioma será adaptada para se adequar às sequências fonológicas permitidas e, às vezes, também às restrições morfossintáticas” (Larsen-Freeman, 1997, p. 150). Entretanto, segundo a autora, à medida em que novos padrões emergem no aprendizado de uma L2, podem formar novos atratores (atrator estranho).

A autora ainda postula o seu entendimento de linguagem como fractal na mesma concepção como são postulados os atratores estranhos de sistemas não lineares complexos. Um sistema é fractal quando exibe um padrão auto-semelhante, ou seja, suas partes têm a mesma aparência ou estrutura, independentemente da escala de observação, ou seja, apresenta infinitas possibilidades dentro de um perímetro finito (Sade, 2011).

Larsen-Freeman (1997) afirma que todos os sistemas de informação precisam ter formato fractal para torná-los compreensíveis e, portanto, compartilháveis (Winter, 1994). Na verdade, é sua fractalidade que torna disponível

uma quantidade infinita de comportamento ou informação dentro de um espaço estritamente circunscrito (Taylor, 1994).

Mudança e emergência são pontos centrais para a compreensão de qualquer sistema dinâmico (Hiver & Al-Hoorie, 2019). Na TSCD, o sistema é aberto, com propriedade emergentes e com potencial para transformações qualitativas. De acordo com os autores, um sistema complexo está sempre em uma linha tênue entre ser robustamente estruturado ao mesmo tempo que está sempre aberto para constantes mudanças e adaptações.

A linguagem, como sistema aberto e não-linear, a partir de suas interações com outros agentes, faz emergir novas formas por meio de processos contínuos inerentes ao próprio sistema, dessa forma, as interações com o ambiente externo leva a uma auto-organização resultante de mudanças internas, assim como afirmam Larsen-Freeman (2011). Esta auto-organização indica que um novo comportamento de um sistema complexo surge pela interação auto-organizada de seus elementos constituintes.

A partir da TSDC, passa-se a ser capaz de traçar e descrever padrões emergentes dos sistemas dinâmicos de forma a explicar as mudanças na linguagem e no desenvolvimento da linguagem. Desta forma, a teoria tem respondido diversas questões de pesquisa e ampliando a visão de investigação de trabalhos, alterando os objetivos da pesquisa e a forma de conduzir os trabalhos de investigação. Para a presente discussão, faz-se importante adentrar na variabilidade em um sistema dinâmico complexo e como ela desempenha um papel essencial para o desenvolvimento linguístico, como veremos na próxima seção.

2.2.2 A variabilidade no processo de desenvolvimento linguístico

Outro fator importante para o entendimento de um sistema dinâmico está na variabilidade, um fator central para os sistemas complexos. Verspoor, Lowie e De Bot (2021) afirmam que a variabilidade é, além de parte dos SDC, considerada uma fonte de informação poderosa no desenvolvimento da linguagem, compreendendo o aumento do grau de variabilidade em um subsistema específico como importante a este processo de desenvolvimento.

De acordo com os autores, através de exemplos de estudos de caso longitudinal, é possível observar que fases de maior variabilidade nas construções linguísticas geralmente indicam que o aprendiz está experimentando diferentes construções, o que pode ser um sinal de mudança e aprendizado. Além disso, um grau limitado de variabilidade é inerente a processos automáticos ou controlados. Por outro lado, o baixo grau de variabilidade pode indicar que não há aprendizado ocorrendo ou que o sistema está mais estável e com pouca mudança.

Para os autores, a variabilidade permite um comportamento flexível e adaptativo, sendo necessária para o desenvolvimento. Quando um aprendiz tenta realizar uma nova tarefa, o sistema se torna menos estável, o que leva a um aumento na variabilidade, seja de progressão ou regressão. Portanto, a variabilidade é um aspecto indispensável ao desenvolvimento humano.

Verspoor, Lowie e De Bot (2021) afirmam que os picos de variabilidade no subsistema lexical em aprendizes avançados de L2 referem-se a momentos em que há um aumento significativo na variabilidade do uso de itens lexicais únicos. No estudo apresentado por Lowie e Verspoor (2019), que acompanhou o desenvolvimento da escrita de um aprendiz avançado de inglês como língua estrangeira ao longo de 13 anos, foi observado que houve picos de variabilidade no uso de itens lexicais únicos em determinados pontos do tempo.

Esses picos indicam que o aprendiz estava experimentando e incorporando novas palavras em seu repertório lexical, o que sugere um processo ativo de expansão do vocabulário. De acordo com os autores, esses picos de variabilidade no subsistema lexical são considerados significativos, pois refletem mudanças e desenvolvimento na competência lexical do aprendiz (Verspoor, Lowie e De Bot, 2021).

Verspoor, Lowie e De Bot (2021) apresentam a variabilidade como um sinal de processo controlado ou automático, o que se refere à flutuação e variação nos comportamentos linguísticos que são realizados de forma consciente e intencional (processo controlado) ou de forma automática e sem esforço consciente (processo automático). Baseado nos autores, estudos como os de Van Orden *et al* (2003) e Lowie *et al* (2014) têm mostrado que tanto processos controlados quanto automáticos exibem algum grau de variabilidade.

Outro conceito apresentado pelos autores é a coordenação fractal, que é a organização e a interação de elementos de um sistema de maneira auto-semelhante

em diferentes escalas que se repetem ao decorrer do tempo, desde os menores componentes até a estrutura global do sistema, a qual é discutida como uma forma de analisar a variabilidade nos tempos de resposta durante tarefas de linguagem (Verspoor, Lowie e De Bot, 2021). Os autores exemplificam a coordenação fractal como uma pilha de arroz: ao adicionar grãos, pequenas avalanches acontecem com frequência, enquanto grandes deslizamentos são raros. Esse padrão sugere que as mudanças estão interligadas, ou seja, o estado atual do sistema influencia suas futuras transformações. Por isso, enfatiza-se a importância da pesquisa longitudinal e qualitativa para entender a mudança e o aprendizado da linguagem e o valor de estudar a variabilidade e a variação no uso da linguagem, reconhecendo que a observação da variabilidade depende da perspectiva do observador, visto que a análise dos diferentes períodos de variabilidade de cada subsistema da linguagem permite compreender como interagem os diferentes subsistemas.

Ao relacionar a variabilidade com a descoberta de novas abordagens ou estratégias de aprendizagem, os autores Verspoor e De Bot (2021) discutem que, no início do desenvolvimento, espera-se que haja mais variabilidade, pois os aprendizes estão experimentando novas estratégias e usando-as de forma inconsistente. Com isso, à medida que os aprendizes progridem, espera-se que haja uma maior compatibilidade no uso de estratégias mais avançadas.

Esses estudos apreciam que um maior grau de variabilidade está relacionado a maiores ganhos de aprendizagem e, dessa forma, essas medidas de variabilidade são úteis para entender o desenvolvimento individual e identificar momentos críticos de mudança. Por estes fatores, estudos de variabilidade individual demonstram ser mais vantajosos, pois, com a análise de diferentes trajetórias dos aprendizes, podemos compreender quais são e como ocorrem diferentes tipos de processos de aprendizagem, possibilitando que se preveja e analise mudanças, compreendendo os seus mecanismos envolvidos.

Verspoor e De Bot (2021) apresentam resultados de estudos que mostram que a variabilidade está relacionada à diferença no desenvolvimento entre grupos de alunos. Esses estudos indicam que a variabilidade, medida pelo coeficiente de variação (CoV), está correlacionada com ganhos de aprendizagem. Segundo os autores, a variabilidade é considerada uma característica de um processo de aprendizagem criativo, onde novas estratégias são experimentadas, mesmo que nem sempre levem a comportamentos bem-sucedidos. Desta forma, a variabilidade

não é um preditor direto da proficiência final ou dos ganhos de aprendizagem, mas um sintoma das mudanças dinâmicas e interconexões de vários fatores no desenvolvimento.

Os teóricos discorrem também sobre a relação entre a variabilidade e as fases de desenvolvimento em aprendizagem de segunda língua. Verspoor e De Bot (2021) mostram que as fases de transição, quando novas habilidades estão sendo aprendidas, tendem a apresentar maior grau de variabilidade. Essa variabilidade pode ser observada em diferentes aspectos da aprendizagem, como fluência na escrita e leitura.

Em suma, a variabilidade desempenha um papel importante no desenvolvimento da segunda língua, pois está relacionada a ganhos de proficiência especialmente em fases de transição. Além disso, os índices de variabilidade podem mudar de acordo com o nível de proficiência, sendo mais altos em estágios iniciais. Desta forma, o presente trabalho procura analisar estatisticamente os graus de variabilidade no sistema de forma longitudinal para compreender quando e como as mudanças no sistema ocorrem e como diferentes aprendizes apresentam diferentes padrões desenvolvimentais.

2.2.3 A TSDC aplicada ao desenvolvimento de L2

De acordo com Larsen-Freeman (1997), alguns paralelos podem ser estabelecidos entre aquisição de segunda língua (SLA) e a TSDC. Primeiramente, ambos são caracterizados por processos dinâmicos. De fato, um dos desafios nas pesquisas em SLA tem sido capturar, com qualquer formalismo, o dinamismo em evidência na evolução das interlínguas (ILs) do aprendiz. Para a autora, o dinamismo linguístico vale tanto para aprendizes de L2 quanto para falantes proficientes de uma determinada língua, visto que a língua quando em uso sempre é transformada, ou seja, sempre em movimento dinâmico.

Outro paralelo está no fato de que o processo de SLA também ser complexo (Larsen-Freeman, 1997). Existem muitos fatores de interação dos quais podem interferir na trajetória do desenvolvimento linguístico, seja na primeira língua ou na L2, tais como a marcação da L1 e L2, o tipo e a quantidade de inputs, interação, *feedback* recebido, e se é adquirido em contextos tutorados ou não tutorados. Além disso, Larsen-Freeman e Long (1991) afirmam que existem muitos outros fatores

interativos a SLA, como idade, sexo, idade, aptidão, fatores sociopsicológicos – motivação e atitude –, fatores de personalidade, estilo cognitivo, *hemisphericity*³estratégias de aprendizagem e interesses, por exemplo. Os autores ainda discutem que mesmo que não sejam fatores determinantes, a interação entre eles tem efeito no processo de aquisição linguística.

A SLA também não é um processo linear (Larsen-Freeman e Long, 1991). Os aprendizes não aprendem determinado item para passar para o próximo, o que ocorre é que em decorrência das diversas interações do sistema, não se pode traçar uma sequência do que foi aprendido primeiro e o que veio depois. Além disso, a curva de aprendizado para um único item também não é linear. A curva é preenchida com picos e vales, progresso e retrocesso ao decorrer do tempo.

Também outro paralelo está no fato de que o processo de SLA é sensível ao *feedback* (Larsen-Freeman, 1997). Isso ocorre, pois a apresentação direta de *feedback* negativo e/ou a falta de evidências positivas na sua produção pode auxiliar os alunos no processo de adaptação da interlíngua com a L2. Entretanto, quando não há *feedback* no processo de aquisição linguística, o sistema gramatical do aprendiz fossiliza e mantém-se fechado.

Ao tratar de SLA e TSDC, outro fator a se destacar está na importância da variabilidade no processo de aquisição de uma L2. Tarone, Frauenfelder e Selinker (1976) postularam que, quando a produção do aluno demonstra certa estabilidade, significa que não ocorreu mudança na distribuição das variantes ao longo do tempo. Esta discussão se concretiza quando demais autores da TSDC demonstram resultados positivos no processo de aquisição linguística quando há maior variabilidade no processo, que pode ser visualizada quando se analisam os dados de forma longitudinal (Larsen-Freeman, 2015, 2017; Hiver; Al-Hoorie 2016, Hiver, Al-Hoorie 2021, 2022; De Bot; Lowie e Verspoor 2017, 2021 2022).

Estudos de desenvolvimento fonológico de L2 à luz da TSDC vêm emergindo na última década (Kupske e Alves, 2016; Pereyron e Alves, 2016; Lima Jr, 2016; Pereyron, 2017; Schereschewsky, 2021; Frey, 2023), os quais vêm demonstrando a adequação da teoria para explicitar o percurso desenvolvimental dos aprendizes.

³ Este termo se refere à dominância ou especialização de um dos hemisférios cerebrais (esquerdo ou direito) em determinadas funções cognitivas e comportamentais (Beaumont, Young, McManus, 1984).

Lima Jr (2016) discute a importância de dados individuais e longitudinais na análise do desenvolvimento fonológico de aprendizes de uma segunda língua, comparando com dados agrupados e transversais, uma vez que a abordagem individualizada é destacada como essencial para uma compreensão mais profunda e precisa desse processo complexo e dinâmico. A análise acústica de vogais em diferentes contextos fonológicos por aprendizes brasileiros de inglês é utilizada como exemplo, ressaltando a relevância da análise individual para identificar características únicas e tendências de desenvolvimento em cada aluno.

O autor relaciona o desenvolvimento fonológico como sistema complexo devido à relação da natureza dinâmica, não-linear e interconectada desse processo de aprendizagem de uma segunda língua (L2). Segundo o artigo, a abordagem individualizada e longitudinal dos dados dos aprendizes de L2 é essencial para compreender a complexidade e a constante evolução desse sistema. A interconectividade dos diversos elementos que compõem o aprendiz e sua interlíngua também são aspectos importantes a serem considerados nesse contexto.

Em sistemas complexos, como o desenvolvimento fonológico de uma L2, os processos são mais relevantes do que os produtos, devido à constante mutação e evolução do sistema ao longo do tempo (Lima Jr, 2016). Essa perspectiva destaca a importância de analisar individualmente cada aprendiz, levando em conta suas características únicas, crenças, estilos de aprendizagem e estratégias, em vez de agrupá-los de forma homogênea com base em critérios como idade ou nível de proficiência.

A metodologia utilizada no artigo envolveu a coleta e análise de dados de produção fonológica de aprendizes brasileiros de inglês como segunda língua. Inicialmente, os dados foram analisados de forma agrupada e transversal. Posteriormente, os mesmos dados foram reanalisados de maneira individualizada e longitudinal, comparando as duas abordagens. Essa metodologia permitiu uma comparação direta entre a análise agrupada e a análise individual, destacando a superioridade da abordagem individual e longitudinal na compreensão do desenvolvimento fonológico em L2 como um sistema complexo e dinâmico (Lima Jr, 2016).

Kupske e Alves (2016) investigaram a produção de sons da fala em imigrantes brasileiros em Londres, analisando como o tempo de residência afeta a

produção dos sons e como a influência da língua dominante (inglês) pode impactar na língua materna (português brasileiro). O artigo baseia-se no entendimento da linguagem como um Sistema Adaptativo Complexo, sujeito a mudanças em resposta a novas interações linguísticas.

De forma a analisar o *Voice Onset Time* (VOT), a pesquisa contou com 22 participantes, sendo 12 no grupo experimental e 10 no grupo-controle de português brasileiro. Os participantes realizaram a leitura de itens-alvo inseridos na frase-veículo "Eu diria (palavra-alvo)" em cabines acústicas, gravando três blocos de itens-alvo. Cada bloco continha 24 slides com 24 palavras, sendo 18 itens-alvo com a coleta de dados realizada em laboratórios especiais, e a análise acústica pelo *software Praat*.

Os dados mostraram que os valores de Voice Onset Time (VOT) do português brasileiro aumentam ao longo do tempo de residência em um país de língua estrangeira, indicando um desenvolvimento linguístico contínuo. Os imigrantes brasileiros em Londres apresentaram um aumento nos valores de VOT da língua materna, contrariando a tendência monolíngue e sugerindo a influência da língua dominante. Além disso, foi observado que a produção de VOT em alguns casos apresentou valores intermediários entre o português brasileiro e o inglês, o que é consistente com a visão de sistemas complexos na linguagem.

Os resultados mostram que o tempo de residência afeta a produção dos sons da fala, indicando a dinamicidade da linguagem e sua constante transformação, enfatizando a importância de uma análise longitudinal. Além disso, a influência da língua dominante (inglês) na língua materna (português brasileiro) foi evidenciada, apontando para a inter-relação entre os sistemas de L1 e L2.

Pereyron e Alves (2016) buscaram investigar a transferência vocálica em falantes bilíngues e trilíngues, considerando a língua como um sistema adaptativo complexo. Os estudos visavam analisar como a interação dos diversos sistemas linguísticos influencia a produção vocal dos participantes, resultando em formas híbridas que combinam características de todas as línguas envolvidas. A pesquisa buscou confirmar a complexidade do processo de desenvolvimento multilíngue e contribuir para a compreensão dos processos de desenvolvimento de línguas adicionais e nativas.

Os participantes bilíngues e trilíngues preencheram um questionário de linguagem para verificar o contexto de aprendizagem das línguas faladas por eles .

Foram utilizados instrumentos de leitura em espanhol, português e inglês, compostos por palavras não-cognatas para evitar ativação da língua materna dos participantes. As gravações de áudio foram feitas com o *software Audacity* e a análise acústica foi realizada com o *software Praat*.

Os resultados da pesquisa indicaram diferenças significativas nos valores formânticos das vogais produzidas pelos monolíngues em comparação com os trlíngues. Houve diferenças estatisticamente significativas nas alturas das vogais /a/, /e/, /o/, /u/ entre os grupos, demonstrando a influência das línguas adicionais no sistema vocálico da língua materna dos participantes. Além disso, os resultados refletiram a natureza complexa e dinâmica da transferência vocálica, mostrando uma relação direta e multilateral entre as línguas dos falantes multilíngues.

O estudo destaca a influência multidirecional das línguas adicionais no sistema vocálico da língua materna, resultando em formas híbridas que combinam características de todas as línguas envolvidas. Desta forma, os resultados confirmaram a complexidade do processo multilíngue e ressaltaram a importância da interação dos diversos sistemas linguísticos na produção vocal dos participantes. Além disso, a aplicação das Teorias do Caos, Complexidade e Sistemas Dinâmicos demonstra como a interação de múltiplos agentes influencia a aquisição de línguas e o desenvolvimento linguístico.

A aplicação da TSDC nos estudos de desenvolvimento de línguas adicionais abre caminho para abordagens metodológicas inovadoras, em que se destaca a importância de dados longitudinais e individuais. A ênfase recai sobre a variabilidade, sem necessariamente investigar suas causas, mas estabelecendo conexões entre as formas variáveis e os diferentes estágios do desenvolvimento.

2.3 A ultrassonografia e o ensino de L2

Esta seção tem como propósito oferecer uma visão abrangente sobre a utilização do ultrassom para investigações na aquisição de uma segunda língua (L2), sendo dividida em três partes: (i) a emergência do uso da ultrassonografia como ferramenta no ensino da pronúncia em L2; (ii) a aplicação da ultrassonografia em estudos de desenvolvimento linguístico da L2 em pesquisas internacionais; e (iii)

estudos pioneiros de exploração do uso da ultrassonografia da aquisição de L2 no contexto brasileiro.

2.3.1. A emergência do uso da ultrassonografia como ferramenta no ensino da pronúncia em L2

Uma das habilidades mais difíceis para os estudantes é, sem dúvida, o desenvolvimento linguístico da pronúncia de uma L2. No contexto do ensino de uma língua estrangeira, nem sempre se dá muita importância a essa habilidade. De forma geral, atividades que envolvem repetir e imitar sons são frequentemente vistas como as principais estratégias usadas quando se quer enfatizar a pronúncia (Lemes, 2021; Silva-Garcia, 2022).

De acordo com Wilson e Gick (2006), embora os estudantes possam usar *feedback* proprioceptivo, segmentos como as vogais, principalmente, não são facilmente observáveis. Ademais, Wilson (2014) menciona que as instruções sobre os movimentos articulatórios, fornecidas verbalmente pelo professor, nem sempre são seguidas e compreendidas adequadamente pelos estudantes.

Por isso, no ensino da pronúncia, há uma necessidade crescente por diferentes métodos de *feedback* que possam ajudar os alunos a entender melhor os movimentos articulatórios específicos, especialmente quando se trata de produzir sons mais complexos, como as vogais. Wilson (2014) também afirma que a visualização confiável dos movimentos da fala tem sido um desafio por muitos anos.

Entretanto, ao levar em conta os avanços tecnológicos ocorridos nas últimas décadas, dispositivos como o ultrassom têm se tornado mais disponíveis e seguros para aplicação em pesquisas no campo educacional. Além da ultrassonografia, há agora também alternativas como a ressonância magnética, a eletropalatografia e outras ferramentas. Contudo, essas opções acarretam custos mais elevados e são abordagens invasivas. Em contraste, o ultrassom emergiu como uma solução eficaz, segura e de fácil portabilidade (Lemes, 2021; Silva-Garcia, 2022).

De acordo com a literatura (Wilson & Gick, 2006; Bird & Gick, 2018; Ferreira-Gonçalves; Brum-De-Paula, 2013; Lemes, 2021; Silva-Garcia, 2023), a incorporação da ultrassonografia no contexto da aquisição de uma L2 oferece benefícios, incluindo a capacidade de observar, em tempo real, os movimentos

linguais, permitindo que os aprendizes ajustem sua pronúncia. Essa visualização ocorre de maneira dinâmica, no entanto, também é possível analisar pontos específicos do movimento realizado por meio de imagens estáticas.

Por se tratar de uma abordagem não invasiva, o uso do ultrassom não causa nenhuma modificação na produção da fala, não havendo a necessidade de introduzir qualquer objeto no sistema vocal. (Ferreira-Gonçalves; Brum-De-Paula, 2013). Wilson e Gick (2006) ainda afirmam que, ao usar essa técnica, é viável observar de maneira simultânea os movimentos anteriores e posteriores da língua, o que simplifica a produção e compreensão de segmentos mais complexos.

Embora seja uma abordagem com potencial para o ensino de idiomas, a utilização dessa técnica enfrenta certas restrições, como a falta de uniformidade nas abordagens metodológicas (Gick *et al.*, 2008); a variabilidade na qualidade das imagens de acordo com cada indivíduo (Stone, 2005); e a desafio de implementar o método em salas de aula com um grande número de estudantes (Wilson, 2014).

2.3.2 A aplicação da ultrassonografia em estudos de aquisição de L2 em pesquisas internacionais

Conforme Gick *et al.* (2008), a incorporação do ultrassom no desenvolvimento linguístico de sons de uma L2 tem gradualmente atraído a atenção e se tornado um tópico de investigação nos estudos da área. No referido trabalho, os pesquisadores conduziram uma sessão de treinamento, com a duração de uma hora, buscando avanços na produção dos sons [l] e [ɹ] do inglês por três alunos japoneses, estudantes de Linguística. Ao término da sessão, todos os participantes conseguiram produzir os sons-alvo com sucesso. Entretanto, é importante notar que o referido estudo não avaliou se os efeitos do treinamento se mantiveram a longo prazo.

Outro trabalho a ser reportado é Tsui (2012). O pesquisador examinou a eficácia da incorporação do ultrassom no ensino da pronúncia [l] e [ɹ] do inglês para seis falantes nativos de japonês, com idades entre 19 e 28 anos. Quinze dias antes do começo das sessões de treinamento, foi conduzida uma avaliação inicial que teve duração de 45 minutos. Essa avaliação englobou atividades como a aplicação de um questionário sobre a experiência linguística dos participantes e a gravação de áudio de uma lista de palavras.

Conforme Tsui (2012, p. 37), cada participante passou por um total de quatro sessões de treinamento, cada uma com duração de 45 minutos. Estas sessões incluíram as seguintes atividades: (i) discussão sobre as diferenças entre a fonologia do inglês e do japonês; (ii) explicação sobre o equipamento de ultrassom; (iii) apresentação de modelos linguísticos para os segmentos alvo; (iv) instrução sobre os componentes gestuais dos segmentos alvo; (v) prática dos participantes com o uso do ultrassom.

As atividades de prática (v) envolviam a produção dos segmentos, tanto de forma audível quanto silenciosa, utilizando pares mínimos, assim como em palavras contendo os segmentos alvo em posições silábicas distintas. Além disso, cada participante tinha a tarefa de praticar a pronúncia de uma lista de palavras todos os dias em casa. Após duas semanas da conclusão das sessões de treinamento, os participantes eram submetidos a uma avaliação subsequente para coletar amostras de fala.

Os dados obtidos foram avaliados por falantes nativos de inglês e duas palavras (com maior progresso) para cada segmento foram analisadas tanto acusticamente quanto visualmente. Os resultados foram promissores em relação à aplicação do ultrassom, pois os participantes demonstraram melhorias consideráveis nas produções dos referidos segmentos, em diferentes contextos fonéticos e posições nas palavras, sendo esses avanços constatados na avaliação realizada após o treinamento.

Outra pesquisa, realizada por Pillot-Loiseau *et al.* (2013), examinou se a visualização por meio do ultrassom poderia ser empregada como uma forma de *feedback* para auxiliar estudantes japoneses de francês a aprimorar sua produção do contraste fonêmico entre [y] e [u]. Para alcançar esse objetivo, foram realizadas três sessões de treinamento que utilizaram o ultrassom, com a participação de quatro aprendizes japoneses de francês. Dentre eles, dois participantes foram submetidos ao treinamento e os outros dois, pertencentes ao grupo de controle, não receberam o treinamento com o auxílio da ferramenta.

Cada sessão de instrução durou 45 minutos e começou com a prática das vogais isoladamente, avançando para não-palavras (em diferentes contextos fonéticos), palavras reais e, finalmente, frases curtas. Os participantes foram gravados em três ocasiões distintas: antes do início das sessões de treinamento

(pré-teste), uma semana após a última sessão (pós-teste) e, posteriormente, dois meses após o término das sessões (retenção).

De uma maneira geral, as análises acústicas e articulatórias revelaram progressos na maneira como os dois aprendizes japoneses, que foram instruídos utilizando o ultrassom, produziram a diferença entre as vogais [y] e [u]. Esses resultados corroboram a eficácia do recurso metodológico, visto que os participantes submetidos ao treinamento demonstraram uma distinção mais acentuada entre essas vogais, mantendo, ou até mesmo aprimorando, suas habilidades de produção, conforme demonstrado nas avaliações posteriores.

2.3.3. Estudos pioneiros de exploração do uso da ultrassonografia da aquisição de L2 no contexto brasileiro

No Brasil, pesquisas acerca do uso da ultrassonografia na aquisição fonético-fonológica de uma L2 têm sido desenvolvidas basicamente no Laboratório Emergência da Linguagem Oral (LELO/UFPel). Um dos trabalhos desenvolvidos é o de Ferreira-Gonçalves, Pereira e Lemes (2019), que examinou a aplicação da ultrassonografia como técnica de instrução explícita e de treinamento articulatório no processo de aprendizagem do rótico retroflexo do inglês como L2. As participantes do estudo foram duas mulheres, aprendizes de inglês como LE, de diferentes níveis de proficiência – básico e avançado.

Ocorreram duas sessões de instrução explícita e foi dividida em quatro etapas, sendo elas caracterizadas como (i) coleta pré-teste; (ii) sessões de instrução explícita e (iii) coletas pós-teste. As sessões de instrução explícita eram divididas em quatro partes: (i) apresentação detalhada dos movimentos articulatórios do segmento; (ii) demonstração dos movimentos articulatórios pelo professor; (iii) prática da produção do rótico pelos aprendizes e (iv) revisão adicional do professor.

A coleta de dados ocorreu em três etapas distintas: (i) pré-teste; (ii) primeiro pós-teste e (iii) segundo pós-teste. As palavras em inglês eram inseridas na frase-veículo "I say _____ to you", enquanto as palavras em português eram utilizadas na construção da frase "Digo _____ para vocês". Cada termo era repetido cinco vezes e apresentado de forma aleatória. As coletas do pós-teste foram conduzidas imediatamente após a conclusão de cada sessão de instrução explícita. Os dados produzidos podem ser analisados por meio das Figuras 12 e 13:

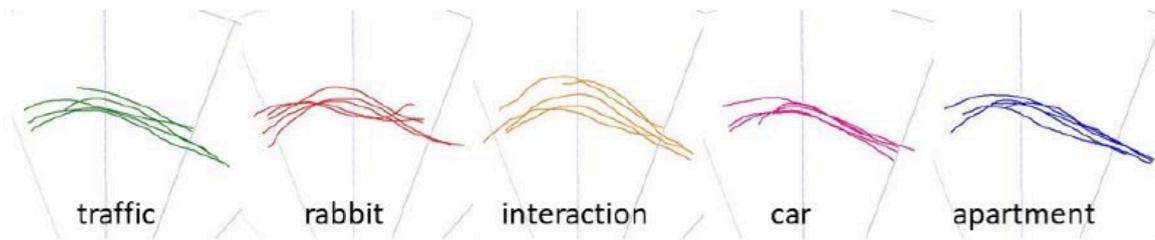


Figura 12 - *Splines*⁴ dos dados articulatórios da aprendiz de nível básico obtidos na coleta pré-teste
 Fonte: Ferreira-Gonçalves, Pereira, Lemes (2019, p. 141)



Figura 13 - *Splines* dos dados articulatórios da aprendiz de nível básico obtidos na coleta pós-teste 2
 Fonte: Ferreira-Gonçalves, Pereira, Lemes (2019, p. 141)

As curvas representadas na Figura 11 ilustram a maneira como a aprendiz de nível básico inicialmente produziu o som, antes de ter qualquer tipo de instrução. No entanto, na Figura 12, é possível observar a mesma participante após ter passado por duas sessões de instrução explícita e de treinamento articulatório com o auxílio do ultrassom. É perceptível a progressão na produção do rótico retroflexo pela aprendiz, com a elevação e curvatura da ponta da língua em direção à região posterior, próxima do palato duro – movimento necessário para produzir esse som, demonstrando, claramente, os efeitos positivos do uso da ferramenta ultrassonográfica.

O estudo mencionado passou por ajustes, principalmente em relação ao conjunto de palavras, e foi novamente aplicado a três indivíduos – estudantes universitários do segundo semestre, aprendizes de inglês como L2, denominados S1, S2 e S3 – por Duarte e Ferreira-Gonçalves (2018). Coletas de dados pré-teste e pós-teste foram igualmente conduzidas, juntamente com uma coleta de retenção, com o objetivo de avaliar os efeitos da instrução a longo prazo. Quanto às

⁴ *Splines* são as curvas da língua obtidas por meio das imagens ultrassonográficas das quais foram processadas no software AAA.

instruções e o treinamento articulatório, foram realizadas três sessões ocorridas semanalmente.

O protocolo de instrução e de treinamento seguiu o mesmo padrão implementado no estudo previamente mencionado. As medições da duração do rótico retroflexo foram analisadas nos contextos de *onset*, em posições inicial e medial. Os resultados revelaram um aumento notável nos valores de duração do rótico para todas as três participantes ao longo do período em que foram submetidas à instrução. Ao examinar os dados da coleta de retenção, pode-se notar que os avanços se mantiveram para as participantes S1 e S2. No entanto, para a participante S3, os resultados parecem estar em níveis semelhantes aos das suas produções iniciais.

Lemes (2021) estudou a produção das vogais [i] e [ɪ] da língua inglesa por quatro falantes nativos de PB, a partir da instrução explícita e do treinamento articulatório mediados pelo ultrassom. O pesquisador investigou a aquisição dos referidos segmentos, seguindo e aprimorando a metodologia apresentada por Ferreira-Gonçalves, Pereira e Lemes (2019) de forma a apresentar dados mais robustos para discussão.

Foram realizadas três sessões de instrução explícita de treinamento articulatório e coleta de dados acústicos. A análise dos dados incluiu a segmentação e etiquetagem das vogais, a extração de valores de formantes e a comparação da distância euclidiana entre as vogais. As coletas de dados foram feitas antes e depois de três sessões de instrução explícita sobre as vogais altas anteriores [i] e [ɪ], utilizando equipamentos específicos e palavras específicas para garantir a regularidade na distribuição dos diferentes pontos de articulação das consoantes que circundam as vogais. Cada sessão de instrução incluiu 26 palavras diferentes e as aprendizes foram instruídas sobre a produção distintiva e acurada das vogais [i] e [ɪ].

Os resultados apresentaram-se promissores à utilização da ferramenta como instrução explícita, evidenciando a eficácia da abordagem no processo de desenvolvimento linguístico aquisição da pronúncia dessas vogais. Foram observados ganhos graduais nas instruções, com maiores avanços no pós-teste 2. Os resultados indicaram melhorias na produção das vogais [i] e [ɪ] do inglês como segunda língua, tanto para aprendizes iniciantes quanto para uma aprendiz mais avançada. Além disso, a natureza da vogal apendicular tensa foi parcialmente

confirmada como um glide adjacente à vogal. O autor ainda sugere que novos estudos são necessários para explorar mais o potencial da ultrassonografia no ensino de línguas.

Silva-Garcia e Ferreira-Gonçalves (2019) e Silva-Garcia (2022) examinaram o impacto da instrução explícita e do treinamento articulatório, com o apoio do ultrassom, na aquisição da consoante lateral pós-vocálica do Espanhol como L2. Como participantes do estudo, foram selecionadas cinco mulheres, alunas do curso de Letras – Português/Espanhol, das quais duas eram do primeiro semestre, enquanto as outras três estavam no sétimo semestre.

A coleta de dados foi realizada em três fases distintas: (i) pré-teste; (ii) pós-teste e (iii) teste de retenção. Duas coletas de pós-teste foram conduzidas após a conclusão da primeira e da terceira sessão de instrução explícita. A fim de evitar qualquer influência da escrita na produção do segmento-alvo, os estímulos foram apresentados por meio de imagens.

No que diz respeito às instruções explícitas e ao treinamento articulatório, as três sessões ocorreram com aproximadamente 40 minutos de duração cada. As palavras incluídas no pré-teste e no teste de retenção eram idênticas, permitindo assim a comparação das produções em diferentes estágios.

Com base na análise acústica dos dados, os resultados indicaram que as participantes no sétimo semestre tiveram uma produção mais precisa, uma vez que os valores de diferença entre as frequências F1 e F2 – que caracterizam a forma mais alveolar do segmento lateral, em acordo com o alvo do espanhol – foram mais altos. Além disso, os intervalos de duração foram mais curtos para estas participantes, o que pode demonstrar menos esforço articulatório nas produções. Por outro lado, para as estudantes do primeiro semestre, os períodos de duração foram mais longos, o que apontou um esforço articulatório maior, demonstrando uma execução do gesto articulatório ainda não automatizada, conforme mencionado por Silva-Garcia e Ferreira-Gonçalves (2019, p. 72).

2.4 Síntese

Como constituição do referencial teórico, portanto, inicialmente foi apresentada uma caracterização dos sistemas vocálicos do IA e do PB, assim como

uma descrição acústica, articulatória e fonológica das vogais baixas do inglês e da vogal média baixa do português.

Posteriormente, apresentaram-se os pressupostos da Teoria dos Sistemas Dinâmicos Complexos (TSDC), compreendendo a língua, justamente, como o sistema dinâmico complexo aqui em foco. Por meio da teoria, é possível discorrer acerca do processo de desenvolvimento linguístico e os possíveis efeitos causados pela realização de instruções explícitas e de treinamento articulatório. Além disso, ressaltou-se a importância da ocorrência de variabilidade no desenvolvimento linguístico, a qual viabiliza o surgimento de mudanças no sistema fonológico, com a inclusão de novas categorias. Na sequência, foram retomadas algumas pesquisas sobre desenvolvimento linguístico à luz da TSDC, enfatizando a relevância e os resultados promissores apresentados.

Para finalizar, apresentou-se uma visão geral sobre o uso da ultrassonografia como ferramenta de instrução explícita para o ensino de pronúncia em uma segunda língua (L2), abrangendo estudos que utilizaram esse recurso para treinamento articulatório no processo de ensino de sons de uma L2, tanto no Brasil quanto em outros países. A revisão revelou que essa técnica ainda é incipiente no contexto de ensino de línguas, contudo, as pesquisas realizadas até então demonstraram resultados bastante promissores em relação à sua aplicação.

3 METODOLOGIA

Nesta seção, apresentamos a metodologia da presente pesquisa, com base em Lemes (2021), Silva-Garcia (2022) e nos estudos sobre o desenvolvimento de L2 via TSDC (Larsen-freeman, 1997, 2015, 2017; Hiver; Al-Hoorie 2016, Hiver, Al-Hoorie 2021, 2022; De Bot; Lowie E Verspoor 2017, 2021 2022), discorrendo sobre os sujeitos da pesquisa, procedimentos de coleta de dados, sessões de instrução explícita e de treinamento articulatório, e critérios de análises acústica e estatística dos dados.

3.1 Sujeitos da pesquisa

A amostra da presente pesquisa foi constituída por dados experimentais de 4 estudantes de um curso de Licenciatura em Letras - Português/Inglês e respectivas Literaturas, que cursavam o segundo semestre. A escolha dessas informantes motivou-se por serem professoras em formação, sendo, portanto, relevante que desenvolvam uma pronúncia acurada e inteligível em âmbito fonético. Justifica-se, assim, a preferência por estudantes dos semestres iniciais pela possibilidade de investigar o desenvolvimento das vogais do aprendiz em processo inicial de curso.

Dois importantes fatores de inclusão dos aprendizes foram: ser monolíngue e ser nativa ou ter passado grande parte da vida na cidade de Pelotas ou região e, preferencialmente, não ter frequentado ensino formal de língua estrangeira, exceto na escola. Em relação a este critério, destaca-se que o informante S2, conforme reportado no Quadro 1, frequentou, durante 5 anos, um curso de inglês em uma escola de língua. Sua inclusão no grupo de informantes, no entanto, ocorreu devido a ausência de disponibilidade de demais informantes para participação na pesquisa. Destaca-se, no entanto, que, sendo a pesquisa realizada com base na TSDC, com a realização de coletas longitudinais, com registros do estado inicial e de especificidades sobre os aprendizes, tal fato não inviabiliza o acompanhamento da evolução do processo de aprendizagem da informante.

De forma a assegurar que o perfil linguístico das participantes fosse correspondente aos critérios de inclusão, foi aplicado um questionário (anexo 1), o

qual buscava maior detalhamento acerca da experiência das aprendizes em relação à língua inglesa.

Informante	semestre	informações obtidas no questionário
S1	2°	Natural de Pelotas, passou toda sua vida na cidade e nunca esteve em um país falante de inglês. Aprendeu a língua em casa, na escola e sozinha e mantém contato com a língua quase todos os dias por meio de filmes, séries, músicas e comunicação escrita. Em uma escala de 1-6, atribuiu-se nota 4 à sua habilidade de fala.
S2	2°	Natural de Pelotas, passou toda sua vida na cidade e nunca esteve em um país falante de inglês. Aprendeu a língua em curso de idiomas durante 5 anos e mantém contato com a língua todos os dias por meio de filmes, séries, música, livros, TV e comunicação oral. Em uma escala de 1-6, atribuiu-se nota 6 à sua habilidade de fala.
S3	2°	Natural de Caxias do Sul, passou os primeiros 5 anos da sua vida na cidade natal e os últimos 13 anos na cidade de Pelotas e nunca esteve em um país falante de inglês. Aprendeu a língua sozinha e mantém contato com a língua todos os dias por meio de filmes, músicas e livros. Em uma escala de 1-6, atribuiu-se nota 4 à sua habilidade de fala.
S4	2°	Natural de Porto Lucena RS, passou os primeiros 18 anos da sua vida na cidade natal e os últimos 10 meses na cidade de Pelotas e nunca esteve em um país falante de inglês. Aprendeu a língua na escola e sozinha e mantém contato com a língua todos os dias por meio de filmes, séries, músicas e comunicação oral. Em uma escala de 1-6, atribuiu-se nota 1 à sua habilidade de fala.

Quadro 01: Perfil linguístico dos sujeitos com base na aplicação do questionário.

Fonte: o autor.

Outro parâmetro elegido foi o de que os sujeitos deveriam ser somente do sexo feminino, considerando-se que há diferenças no tamanho do trato articulatório entre homens e mulheres, o que altera os valores formânticos, dado a dimensão reduzida do comprimento e profundidade das camadas das pregas vocais (Esling, Dickson & Snell, 1992). Outro fator é dado pelo fato de que informantes mulheres apresentam melhor qualidade de imagem do trato vocálico pelo ultrassom em relação aos homens, principalmente no plano coronal (Stone, 2005).

É importante salientar que as coletas ocorreram quando as estudantes estavam cursando o segundo semestre da Graduação, matriculadas na disciplina de Fonética e Fonologia da Língua Inglesa, a qual é de caráter obrigatório e tem como objetivo geral “introduzir o inventário fonético da língua inglesa, os sons pertinentes

à fala e os fenômenos sonoros da língua inglesa como forma de comunicação oral” (Projeto pedagógico, 2013, p. 59).

A disciplina tem como conteúdos programáticos as vogais e consoantes da língua inglesa e seus aspectos fonológicos, juntamente com a transcrição fonética. Conforme a docente regente da turma, as aulas são desenvolvidas de forma teórica e prática (com ênfase nas atividades práticas), abordando inicialmente tópicos introdutórios referentes a som, fonema e pares mínimos. Na sequência, inicia-se o estudo das vogais, pelo fato de os alunos apresentarem maiores dificuldades no domínio dos segmentos vocálicos em comparação aos consonantais.

De maneira geral, de acordo com a professora, as aulas são planejadas de modo que os estudantes considerem vários casos relacionados às vogais em análise, antes mesmo de emitirem os sons. Por meio das aulas, é realizada uma variedade de exercícios, como os de natureza teórica, prática de repetição, expressão verbal e compreensão auditiva, entre outras abordagens.

Devido a esses fatores, de forma a considerar a disciplina como uma variante externa ao processo de instrução explícita segundo à TSDC, foi realizado um acompanhamento com os informantes acerca da progressão de conteúdos nas aulas.

Além do grupo de aprendizes, foram realizadas coletas de dados com uma falante nativa monolíngue de IA⁵ e uma falante nativa monolíngue do PB, selecionadas, a partir de um questionário simplificado (anexo 2 e 3), seguindo os critérios de serem do sexo feminino e de estarem na faixa etária de 18 a 30 anos. Para participarem da pesquisa, todas as informantes assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (anexo 4), conforme a aprovação do projeto no Comitê de Ética sob CAAE 77601724.2.0000.5317. O Quadro 02 sintetiza as informações sobre cada sujeito, incluindo a cidade natal, a idade e o semestre letivo das informantes alvo da pesquisa.

⁵ A informante nativa de inglês relatou ter morado na sua infância por 4 anos na China, entre os 7 e 11 anos de idade.

Sujeito	Naturalidade	Idade	Semestre
S1	Pelotas, RS	19	2°
S2	Pelotas, RS	19	2°
S3	Pelotas, RS	18	2°
S4	Pelotas, RS	18	2°
Monolíngue PB	Pelotas, RS	22	-
Monolíngue IA	Orem, Utah	24	-

Quadro 02: Sujeitos da pesquisa

Fonte: o autor

No próximo capítulo será apresentado o procedimento de coleta de dados em acordo com os pressupostos teóricos da teoria dos sistemas dinâmicos complexos, seguindo critérios rigorosos para responder às questões de pesquisa propostas na introdução do presente trabalho.

3.2 Procedimentos de coleta de dados

Em acordo com a metodologia proposta por trabalhos que investigam o desenvolvimento linguístico com base na TSDC (Larsen-Freeman 1997; Hiver; Al-Hoorie E Evans, 2021; Hiver & Al-Hoorie, 2019; De Bot, 2015; Verspoor, 2015; Verspoor & De Bot 2022), foram realizadas coletas longitudinais com as aprendizes, viabilizando a emergência da variabilidade e de possíveis ganhos no domínio fonético-fonológico da L2. As informantes monolíngues realizaram apenas uma coleta de dados, com a aplicação de dois instrumentos de coleta, um para cada língua, os quais também foram utilizados para compor a coleta geral das informantes experimentais (anexos 5 e 6).

No total, foram realizadas doze coletas com cada aprendiz, sendo três antes da instrução explícita (coletas iniciais) e do treinamento articulatório, seis durante as sessões de instrução e de treinamento, e três após o período de instrução (coletas finais) e treinamento, com janela de tempo, preferencialmente, de uma semana

entre cada coleta. Assim, uma vez realizadas as coletas iniciais, deram-se início às práticas de instrução explícita e de treinamento articulatório via US. Concluídas as sessões de instrução, três novas coletas foram feitas, de forma a verificar o comportamento do sistema no período subsequente à prática com o ultrassom. Podemos compreender melhor o arranjo das coletas no Quadro 03:

Encontros	Procedimento 1	Procedimento 2	Procedimento 3	Procedimento 4
coleta inicial 1	Coleta Geral 1	Coleta geral 2	Coleta vogais alvo inglês	Coleta vogais* português
coleta inicial 2	-	-	Coleta vogais alvo inglês	Coleta vogais português
coleta inicial 3	-	-	Coleta vogais alvo inglês	Coleta vogais português
coleta instrução 1	-	-	Coleta vogais alvo inglês	Coleta vogais português
coleta instrução 2	-	-	Coleta vogais alvo inglês	Coleta vogais português
coleta instrução 3	-	-	Coleta vogais alvo inglês	Coleta vogais português
coleta instrução 4	-	-	Coleta vogais alvo inglês	Coleta vogais português
coleta instrução 5	-	-	Coleta vogais alvo inglês	Coleta vogais português
coleta instrução 6	-	-	Coleta vogais alvo inglês	Coleta vogais português
coleta final 1	-	-	Coleta vogais alvo inglês	Coleta vogais português
coleta final 2	-	-	Coleta vogais alvo inglês	Coleta vogais português
coleta final 3	Coleta Geral 1	Coleta geral 2	Coleta vogais alvo inglês	Coleta vogais português

* Vogais médias baixas e vogal baixa

Quadro 03: Etapas das coletas de dados

Fonte: o autor

Importante reportar que foram feitas, ainda, duas coletas com todas as vogais do IA e com todas as vogais do PB sendo uma no início e a outra no final do processo, o que chamamos, aqui, de coletas gerais, a fim de compilar amostras de

todas as vogais de ambos os sistemas vocálicos – IA e PB –, o que viabilizou a posterior plotagem das vogais-alvo, relacionando-as às demais vogais do sistema dentro do espaço acústico vocálico. As coletas gerais de IA e PB foram realizadas duas vezes: na primeira coleta inicial e na última coleta final⁶ - com a finalidade de visualizar o espaço vocálico de cada informante em cada língua. Em cada uma das doze coletas, foram também controladas as produções das vogais médias baixas e da vogal baixa do PB, para que pudéssemos acompanhar se avanços na L2 afetariam o espaço acústico da L1.

Os dados foram coletados em uma cabine de isolamento acústico, localizada no Laboratório Emergência da Linguagem Oral (LELO) da Universidade Federal de Pelotas, assim como podemos ver nas imagens que compõem a Figura 14. Para a realização das coletas, em todas as etapas, foi utilizado um gravador digital, modelo *Zoom H4N*. Para a análise acústica, o *software PRAAT*, versão 6.1.03 (Boersma e Weenink, 2019).

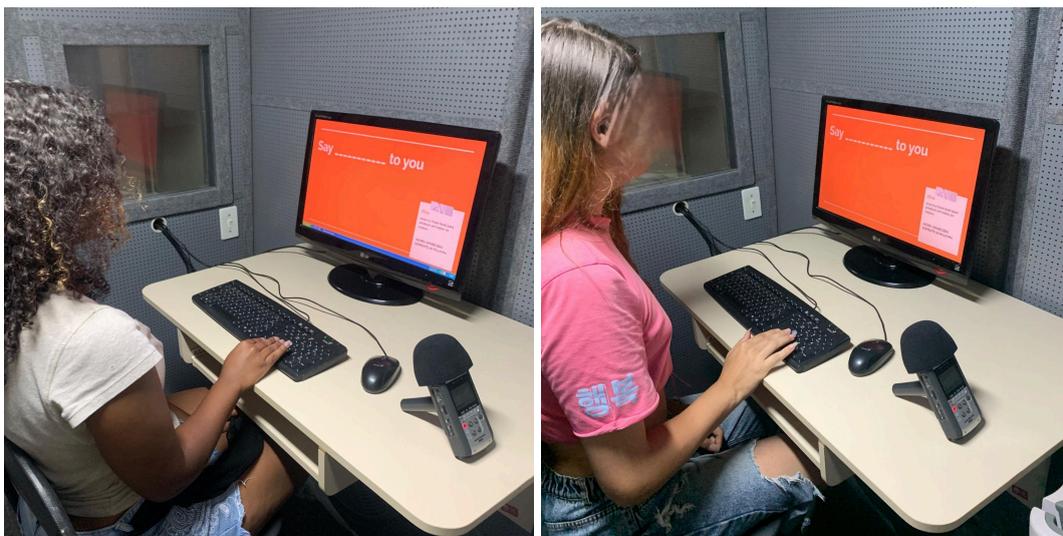


Figura 14 - Procedimentos de coletas acústicas das informantes realizados na cabine acústica do Laboratório LELO⁷.

Fonte: o autor

Cada sujeito foi, assim, submetido às três primeiras coletas de dados acústicos. Essas coletas tinham por finalidade registrar as produções das informantes, a fim de verificar como as vogais baixas anteriores eram produzidas

⁶ As informantes S1 e S2 realizaram as coletas gerais no início da segunda sessão de instrução explícita.

⁷ Foi autorizada pelas informantes a divulgação das imagens.

antes da realização das sessões de instrução explícita e de treinamento articulatório. Nessa etapa, nenhum sujeito havia recebido qualquer tipo de instrução explícita em relação aos segmentos da investigação. Os dados obtidos, nas coletas iniciais, serviram como base para análise dos resultados no decorrer das sessões, a fim de verificar mudanças nos sistemas após a realização da instrução e do treinamento.

Considerando que a literatura explicita que a grafia das palavras pode interferir na produção oral (Celce-Murcia *et al.*, 2010, p. 134), optou-se por estímulos visuais, por meio de imagens, para a elucidação das palavras, de forma que a ortografia não influenciasse na produção do alvo, tampouco fosse uma variável na coleta dos dados.

Todas as palavras foram produzidas em uma frase veículo, sendo “digo _____ para você”, para as coletas das produções em português, e “say _____ to you”, para as coletas das produções em inglês.

Optou-se, também, por não utilizar palavras distratoras, visto que o presente trabalho busca investigar o papel do US em atividades de instrução explícita e de treinamento articulatório, ou seja, os informantes passaram a ter conhecimento do alvo já a partir da primeira sessão de instrução e treinamento. Assim, a inserção desses elementos, apenas nas coletas iniciais, estaria em discrepância com as coletas posteriores.

Para as coletas gerais do IA e do PB, foi utilizado como base o conjunto de palavras de Lemes (2021). Cada aprendiz repetiu três vezes os vocábulos contendo cada uma das vogais das duas línguas, sendo 7 palavras do PB e 11 palavras do IA, as quais foram produzidas igualmente em frase-veículo. Os slides utilizados para a coleta estão nos anexos 5 e 6. Nos Quadros 04 e 05, as palavras do PB e do IA selecionadas para a coleta geral.

Vogal	Palavra
/i/	pipa
/e/	espeto
/ɛ/	Peca
/a/	Pata
/ɔ/	Pote
/o/	Toco
/u/	Tuco

Quadro 04 - Palavras do PB utilizadas na coleta geral (adaptado de Lemes, 2021, p. 79).

Vogal	Palavra
/i/	peep
/ I /	pip
/e/	pay
/ɛ/	pet
/æ/	pat
/ʌ/	up
/ɑ/	pot
/ɔ/	paw
/o/	post
/ɚ/	put
/u/	poop

Quadro 05 - Palavras do IA utilizadas na coleta geral (adaptado de Lemes, 2021, p. 79)

Logo após o término de cada sessão de instrução explícita e de treinamento articulatorio, ocorriam as coletas, salvo os casos em que houve algum tipo de impedimento em termos de disponibilidade prática. Como já mencionado, todos os estímulos foram apresentados por meio de imagens para a realização das coletas

referentes ao *corpus* da língua inglesa. A fim de assegurar que os sujeitos identificassem cada palavra correspondente às figuras, ocorreu, antes de cada coleta, uma etapa de habituação aos estímulos e, caso desconhecem determinado vocábulo, foi apresentado a palavra em português e, em último caso, o contexto vocálico que se encontra a vogal alvo, de forma a auxiliá-las no resgate do item lexical.

Para a realização das coletas acústicas do inglês, cada informante produziu aleatoriamente às 22 palavras do Quadro 06, repetidas 3 vezes. Os slides utilizados nas coletas estão no anexo 7.

Palavras com [ɛ]	Palavras com [æ]
Pep	pap
Pet	pat
Peck	pack
Kept	cap
kettle	cat
Tech	tack
Set	sat
Sep	sap
Shep	shap
Pest	past
Sex	sax

Quadro 06 - *Corpus* da língua inglesa utilizado nas coletas acústicas

Fonte: o autor

Cada coleta acústica relativa ao IA obteve um total de 66 *tokens*, totalizando 792 dados (66 tokens x 12 coletas) por sujeito.

Para a realização das coletas acústicas das vogais médias baixas e da vogal baixa do PB, cada informante produziu aleatoriamente as 15 palavras do Quadro 07, repetidas 3 vezes dentro da frase veículo “digo _____ para você”. Entretanto, para essas coletas, assim como para as coletas gerais, foram apresentados estímulos por meio da palavra escrita. Cada informante, por coleta, produziu um total de 45 *tokens*, totalizando 540 dados (45 tokens x 12 coletas). Os slides utilizados nestas coletas estão no anexo 8.

Palavras com [ɛ]	Palavras com [a]	Palavras com [ɔ]
Pépa	Papa	Pote
Peco	Pata	Toque
quepe	Paca	Toca
CEP	Cata	Cota
boteco	Taca	Copa

Quadro 07 - *Corpus* da língua portuguesa utilizado nas coletas acústicas

Fonte: o autor

O quadro 6 foi construído através de uma busca em sites⁸ e dicionários⁹ online feita pelo autor. Para compor os dois quadros (6 e 7), cada palavra deveria conter o segmento vocálico em posição tônica, antecedido e seguido por consoantes desvozeadas obstruintes, preferencialmente oclusivas, para melhor visualização no processo de análise. Entretanto, em alguns contextos, foi preciso considerar palavras com mais de uma sílaba, visto a inexistência do léxico com a referida sequência na língua.

A coleta de dados da falante nativa ocorreu diretamente do seu país de origem por meio do aplicativo *Easy Voice Recorder*, o qual gravou os áudios em boa qualidade, no formato *WAV*, em ambiente com baixa incidência de ruídos. Já a coleta com a falante monolíngue de PB foi feita no Laboratório Emergência da Linguagem Oral (LELO).

3.3 Sessões de instrução explícita

De forma a aprimorar a produção das vogais baixas anteriores [ɛ] e [æ], ocorreram 6 sessões de instrução explícita e de treinamento articulatório mediadas pela ultrassonografia. Foram utilizados aparelhos de ultrassom portáteis, modelo *Chison Eco1-Vet*, com as sondas micro convexas MC6-A. Os encontros, de duração

⁸ <https://www.goalsenglish.com/lessons/2020/3/6/english-practice-vowels-short-a-word-lists/>; <https://grammarvocab.com/e-sound-letter-words/>; e <https://www.englishbix.com/short-and-long-e-sound-words/>.

⁹ <https://www.englishbix.com/short-and-long-e-sound-words/>; e <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/>.

aproximada de 45 minutos, aconteceram semanalmente e foram conduzidos com, no máximo, dois sujeitos simultaneamente, a fim de fornecer mais atenção para cada informante. O estudo foi conduzido ao longo de doze pontos de coletas para cada informante, com intervalo de aproximadamente uma semana, entretanto, ocorreram alguns adiantamentos e atrasos nas datas previstas para a realização das coletas. No Quadro 8, temos as informações referentes às datas de cada coleta e o intervalo de tempo, em dias, entre elas.

Coletas	Informante 1	Informante 2	Informante 3	Informante 4
Coleta inicial 1	1/11/2023	1/11/2023	16/11/2023	16/11/2023
intervalo	8	8	5	5
Coleta inicial 2	9/11/2023	9/11/2023	21/11/2023	21/11/2023
intervalo	5	5	7	7
Coleta inicial 3	14/11/2023	14/11/2023	28/11/2023	28/11/2023
intervalo	9	9	13	13
Coleta IE 1	23/11/2023	23/11/2023	11/12/2023	11/12/2023
Intervalo	5	5	47	47
Coleta IE 2	28/11/2023	28/11/2023	26/01/2024	26/01/2024
Intervalo	10	10	6	6
Coleta IE 3	8/12/2023	8/12/2023	1/02/2024	1/02/2024
Intervalo	3	3	4	4
Coleta IE 4	11/12/2023	11/12/2023	5/02/2024	5/02/2024
Intervalo	7	7	4	4
Coleta IE 5	18/12/2023	18/12/2023	9/02/2024	9/02/2024
Intervalo	4	4	6	6
Coleta IE 6	22/12/2023	22/12/2023	15/02/2024	15/02/2024
Intervalo	4	4	6	6
Coleta final 1	26/12/2023	26/12/2023	21/02/2024	21/02/2024
Intervalo	7	7	7	7
Coleta final 2	2/01/2024	2/01/2024	28/02/2024	28/02/2024
Intervalo	6	6	7	7
Coleta final 3	8/01/2024	8/01/2024	6/03/2024	6/03/2024

Quadro 8 - Datas e intervalos temporais entre as coletas de dados.

Fonte: o autor

Como pode ser observado, as informantes 1 e 2 tiveram intervalos relativamente regulares entre as coletas, em torno de uma semana, com exceção dos intervalos entre as coletas de IE2 e IE4, uma vez que ocorreu, na universidade,

a Semana Integrada¹⁰. Além disso, fatores pessoais também respondem por intervalos distintos. Já as informantes 3 e 4, devido ao recesso universitário, acabaram por interromper o processo de coletas por uma janela de tempo consideravelmente maior. Tais janelas temporais serão consideradas na análise dos dados.

Cada sessão de instrução explícita e de treinamento articulatório ocorreu de forma semelhante, diferenciando o *corpus* de palavras que deveria ser trabalhado a cada encontro. Procurou-se uma distribuição regular de quantidades de itens lexicais para a constituição desses quadros de palavras. Desta forma, toda sessão contou com 20 palavras diferentes, sendo dez pares mínimos das vogais [ɛ] e [æ]. O último quadro de palavras (referente à sexta coleta durante as sessões de instrução/treinamento) foi construído com a utilização de palavras já apresentadas nas demais cinco sessões.

A primeira sessão de instrução explícita iniciou com a apresentação, em formato de *powerpoint*¹¹, denominada “familiarização com o ultrassom e a imagem ultrassonográfica”, na qual era apresentada uma imagem do trato vocal de forma a conscientizar as aprendizes do funcionamento dos articuladores envolvidos na produção das vogais alvo da pesquisa, visando a compreensão correta da configuração dos elementos a serem observados na tela do ultrassom durante a instrução.

Logo após, foi exibida uma nova imagem, a qual enfatizava as partes da língua: ponta, corpo e raiz, considerando a importância dessas denominações para a explicação dos movimentos que constituem as produções dos segmentos. Para finalizar, foram apresentadas quatro imagens de US, duas em formato coronal e duas em formato sagital, reproduzindo o ponto de máxima constrição/magnitude das vogais baixas anteriores alvos do estudo, com foco de possibilitar às informantes que percebessem as diferenças articulatórias entre elas, como a altura da língua e o recuo da vogal [æ] em relação à vogal [ɛ], assim como pode ser visualizado nas Figuras 15 e 16:

¹⁰ IX Semana Integrada de Inovação, Ensino, Pesquisa e Extensão (SIIEPE). Mais informações em: <https://wp.ufpel.edu.br/siiepe/>

¹¹ Os slides se encontram no anexo 9.



Figura 15 – imagem ultrassonográfica coronal da produção da vogal [ɛ]

Fonte: o autor



Figura 16 - imagem ultrassonográfica coronal da produção da vogal [æ]

Fonte: o autor

Os primeiros frames das figuras 15 e 16 apresentam a língua no estado inicial da produção e, logo em seguida, vemos o grau máximo de constrição da produção de cada vogal na posição coronal. Perceba-se que, para a produção da vogal [æ], há um abaixamento maior da língua em comparação com a produção de [ɛ].

Nas Figuras 17 e 18, as imagens das produções das vogais [æ] e [ɛ] em posição sagital.

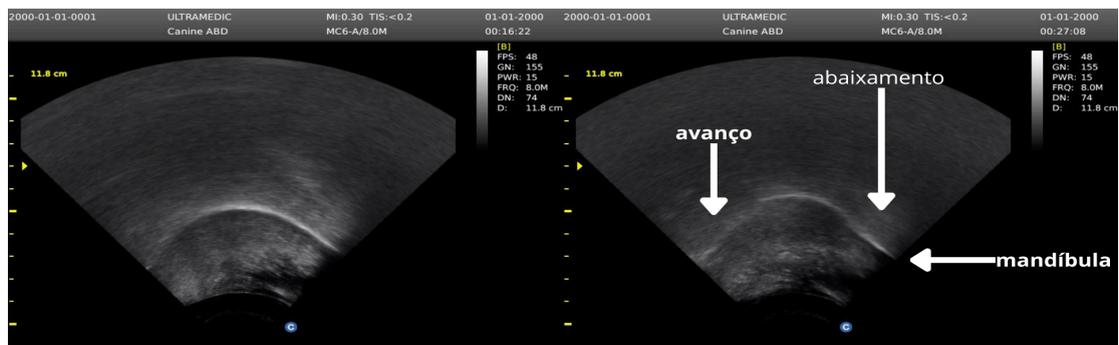


Figura 17 – imagem ultrassonográfica sagital da produção da vogal [ɛ]

Fonte: o autor

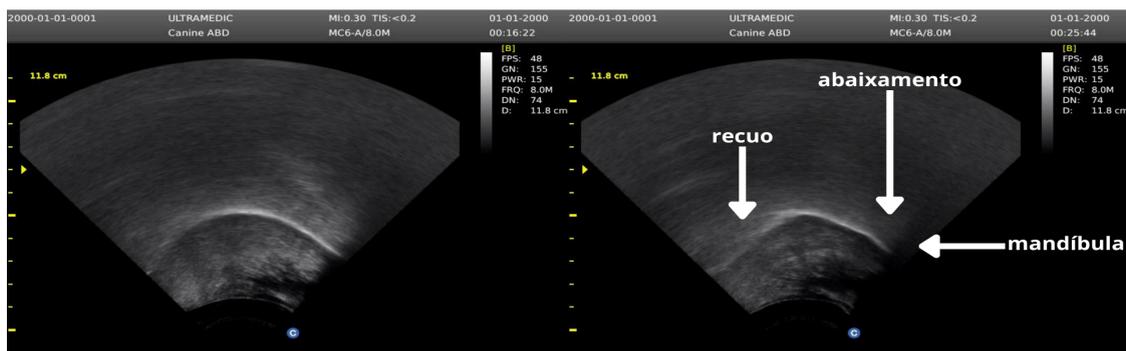


Figura 18 - imagem ultrassonográfica sagital da produção da vogal [æ]

Fonte: o autor

Assim como nas figuras 14 e 15, os primeiros *frames* das figuras 17 e 18 apresentam a língua no estado inicial da produção e, logo em seguida, vemos o grau máximo de constricção da produção de cada vogal na posição sagital. Nesse formato de imagem ultrassonográfica, fica mais perceptível o recuo e o abaixamento da língua na produção da vogal [æ] em comparação com a produção de [ɛ].

Finalizada a apresentação dos aspectos analisados nas imagens, passou-se a discorrer sobre os sistemas vocálicos de ambas as línguas, discorrendo sobre os sons [ɛ] e [æ] do inglês e o som adjacente do PB, como forma de conferir o entendimento das participantes acerca das características distintivas dessas vogais e também retomar a caracterização, ressaltando a atenção no movimento da língua para a produção de ambos os segmentos.

Em sequência, foram apresentados os vídeos ultrassonográficos¹² que demonstravam como ocorre a produção isolada das vogais alvo da pesquisa. Por fim, iniciavam-se as atividades de instrução com o US.

Seguindo metodologia proposta por Ferreira-Gonçalves, Pereira e Lemes (2019), o professor, com o uso do ultrassom, reproduzia os movimentos articulatorios das vogais de forma audível e silenciosa, nas posições sagital e coronal. O movimento era repetido cinco vezes em cada posição. Logo após, eram produzidas duas vezes, em sequência, ainda pelo educador, as palavras presentes no Quadro 09, referentes à primeira sessão, de forma a fornecer os *affordances* às participantes sobre as vogais alvo da L2.

¹² Disponíveis em:

<https://audiospeech.ubc.ca/research/child-phonology-phonetics-and-language-acquisition-lab/ultrasound-in-speech-training/> Acesso em: 1 de Agosto de 2023

Palavras com [ɛ]	Palavras com [æ]
men	man
Ben	ban
bed	bad
red	rad
led	lad
met	mat
bet	bat
sel	sal
Jen	Jan
Ned	Nad

Quadro 09 - Conjunto de palavras utilizadas na primeira sessão de instrução explícita e de treinamento articulatório.

Fonte: o autor

Na sequência, cada aprendiz, de forma a treinar sua produção das vogais alvo do projeto, realizava exercícios articulatórios por meio do US, possibilitando que pudesse manusear a ferramenta com suas próprias mãos no decorrer das tarefas.

Inicialmente, no treinamento articulatório, foi proposta a tarefa de produção do movimento articulatório das vogais, primeiro de forma silenciosa, para focar na trajetória do movimento da língua, e, logo após, de forma audível, observando os movimentos do trato vocal através do aparelho, em tempo real. Cada vogal foi produzida cinco vezes nas posições sagital e coronal, visto que, em ambas posições, é possível visualizar, com mais precisão, a distinção gestual das vogais [ɛ] e [æ].

Na sequência, as participantes produziam três vezes cada um dos itens lexicais presentes na lista de palavras do Quadro 08, assim como feito anteriormente pelo professor, o qual, durante esta tarefa, intervia e fornecia auxílio e

feedback quando necessário, mesmo que o foco fosse na autonomia do aluno no processo.

De forma a finalizar esta sessão, retomava-se o vídeo inicial com as produções das vogais isoladamente e, assim, as informantes, de forma simultânea, produziam o mesmo movimento pelo US, utilizando a função de congelamento de *frames* no aparelho, pressionando a tecla *freeze*, totalmente manipulado pelas usuárias, a fim de visualizar o percurso do movimento articulatório de maneira dinâmica, como podemos visualizar nas imagens da Figura 19:



Figura 19 - procedimentos de instrução explícita com as informantes realizados no Laboratório LELO¹³

Fonte: o autor

Dando sequência às instruções explícitas e ao treinamento articulatório, na segunda sessão, seguiu-se a maior parte das etapas da sessão anterior, entretanto, sem a inclusão das imagens do *powerpoint* de familiarização e, como mencionado, modificando os itens lexicais a serem trabalhados.

¹³ Foi autorizada a divulgação das imagens pelas informantes.

Palavras com [ɛ]	Palavras com [æ]
Deb	dab
feb	fab
reg	rag
beck	back
jem	jam
lem	lamb
rep	rap
sep	sap
vet	vat
lex	lax

Quadro 10 - Conjunto de palavras utilizadas na segunda sessão de instrução explícita e de treinamento articulatório.

Fonte: o autor

Uma nova atividade constituiu o estágio de finalização da segunda sessão. Neste encontro, por meio da função *freeze*, discutiu-se a produção das vogais em contexto de palavra. Para tanto, o professor utilizou algumas palavras do Quadro 10, escolhidas conforme o nível de dificuldade apresentado pelo aluno, como palavras em que a vogal é antecidida por róticos, visto que as informantes demonstraram certa dificuldade de visualizar a produção das vogais pelo ultrassom dada a coarticulação entre os segmentos.

As demais sessões de instrução explícita seguiram com a mesma estrutura da segunda, entretanto, os conjuntos de palavras foram modificados.

Ao final da terceira sessão, foi proposto que as informantes, com base no que já viram nas sessões anteriores, explicassem o porquê de as vogais [ɛ] e [æ] serem denominadas na literatura como baixas anteriores, de forma a verificar a sua compreensão acerca das diferenças articulatórias entre as vogais.

Palavras com [ɛ]	Palavras com [æ]
Jeb	jab
fed	fad
heck	hack
lek	lack
bem	bam
hem	ham
ren	ran
ten	tan
net	gnat
ret	rat

Quadro 11 - Conjunto de palavras utilizadas na terceira sessão de instrução explícita e de treinamento articulatório.

Fonte: o autor

Assim como nas sessões anteriores, na quarta sessão, seguiu-se a maior parte das etapas, entretanto, sem a inclusão das imagens do *powerpoint* de familiarização e sem a proposta de explicação da produção pelas informantes. Como mencionado, também foram modificados os itens lexicais a serem trabalhados.

Palavras com [ɛ]	Palavras com [æ]
head	had
med	mad
leg	lag
neg	nag
seck	sack
weck	whack
fen	fan
pen	pan
mess	mass
Desk	ask

Quadro 12 - Conjunto de palavras utilizadas na quarta sessão de instrução explícita e de treinamento articulatório.

Fonte: o autor

O mesmo ocorreu na quinta sessão, modificaram-se os itens lexicais a serem trabalhados e, assim, seguiu-se como a quarta etapa, com a exclusão das imagens do *powerpoint* de familiarização e a proposta de explicação da produção pelas informantes.

Palavras com [ɛ]	Palavras com [æ]
said	sad
Ted	tad
helf	half
beg	bag
neck	knack
reck	rack
rem	ram
ken	can
guess	gas
gess	jass

Quadro 13 - Conjunto de palavras utilizadas na quinta sessão de instrução explícita e de treinamento articulatorio.

Fonte: o autor

Já na sexta e última sessão, optou-se por seguir a proposta da terceira sessão, assim, com base no que já viram nas sessões anteriores, as informantes novamente explicaram o porquê de as vogais [ɛ] e [æ] serem denominadas na literatura como baixas anteriores, verificando novamente a sua compreensão acerca das diferenças articulatórias entre as vogais.

Palavras com [ɛ]	Palavras com [æ]
Kess	Kass
Pesh	Pash
Tess	Tass
men	man
Ben	ban
bed	bad
red	rad
led	lad
Deb	dab
feb	fab

Quadro 14 - Conjunto de palavras utilizadas na sexta sessão de instrução explícita e de treinamento articulatório.

Fonte: o autor

Importante reportar que as informantes responderam, no decorrer das coletas, cinco sequências de perguntas de forma a darem um *feedback* sobre o processo das coletas, das instruções e do treinamento articulatório, relacionando, também, com aspectos motivacionais envolvendo as aulas de língua inglesa e de Fonética e Fonologia de Língua Estrangeira. Estes questionários foram aplicados ao final da coleta inicial 2, instrução explícita 2, instrução explícita 4, instrução explícita 6 e coleta final 3, e ocorreram de forma oral¹⁴ e escrita, de maneira que as informantes pudessem se sentir mais à vontade para responderem. Esses dados serão abordados posteriormente no Capítulo de análise dos dados.

3.4 Critérios de análises dos dados

¹⁴ As respostas foram transcritas e apresentadas às informantes, as quais, após leitura de suas respostas, revisaram o texto transcrito e assinaram uma declaração, autorizando o uso das respostas no presente trabalho de pesquisa.

Os parâmetros, acústicos e estatísticos, para análise dos dados orais desta investigação estão delineados nos pontos que seguem.

3.4.1 Análise acústica

De acordo com Rauber (2006), para analisar vogais orais, a frequência máxima dos formantes geralmente fica configurada em 5500 Hz para mulheres. Cristófar-Silva *et al.* (2019) ainda apresenta que é necessário ter uma taxa de amostragem com o dobro do valor da frequência máxima do sinal da fala a fim de ter um sinal digitalizado corretamente. Com isso, foram coletados os dados acústicos com taxa de amostragem de 44100 Hz. Por fim, a análise acústica dos dados foi realizada por meio do *Software Praat*, versão 6.1.03 (Boersma E Weenink, 2019).

No processo de análise, a segmentação de cada vogal da L2 foi feita manualmente, usando os parâmetros de Cristófar-Silva *et al.* (2019), Barbosa & Madureira (2015) e Ladefoged & Johnson (2010), examinando a regularidade da forma de onda, início e fim dos pulsos periódicos da vogal, e configuração espectrográfica. Logo após, etiquetam-se, a partir dos dados relativos à LI e ao PB, *text grids* compostas por dois tiers: palavra e vogal.

Em seguida, foi feita uma análise manual dos dados de forma a obter os valores de duração e dos formantes F1 e F2, no ponto médio da produção de cada vogal, a fim de minimizar possíveis efeitos de coarticulação das consoantes adjacentes. É possível ver como foi feita de acordo com a Figura 20:

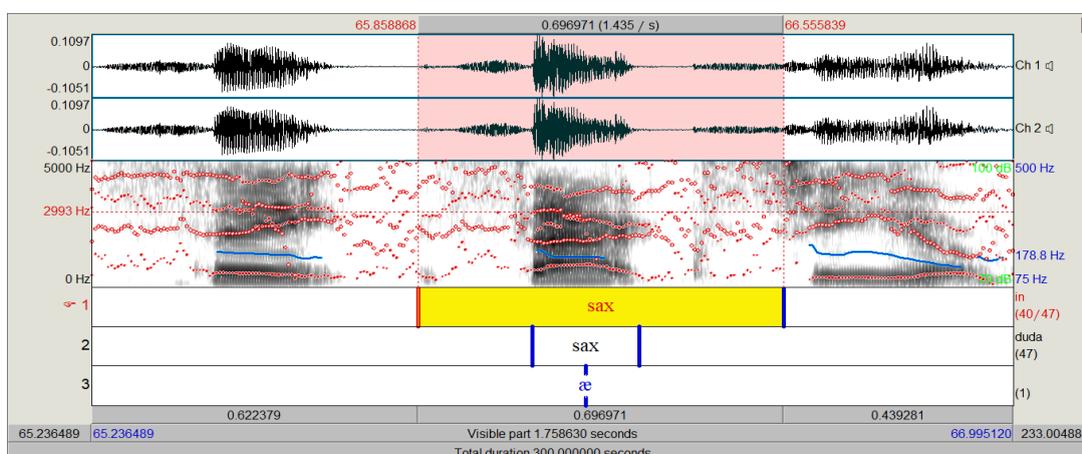


Figura 20 - *Textgrid* da palavra *sax*

Fonte: o autor

3.4.2 Análise estatística

Baseando-se nos aspectos supracitados na seção 2.2, no que se refere à TSDC e a aquisição de L2, o presente trabalho parte dos valores de médias de duração, F1 e F2 do par de vogais alvo, para cada informante, uma vez que, por meio desses valores, é possível verificar aumento de ocorrências de variabilidade, de forma a analisar os processos dinâmicos do desenvolvimento dos sistemas linguísticos.

Por essa razão, optou-se por conduzir análises estatísticas descritivas e inferenciais, de acordo com a literatura da área (Verspoor, De Bot e Lowie, 2011; Schereschewsky, 2021), utilizando gráficos desenvolvimentais, gráficos de linhas de tendência, gráficos de mínimo e máximo, correlações móveis – de modo a organizar, resumir, descrever examinar como as correlações entre variáveis mudam ao longo do tempo (Cf. Verspoor; Van Dijk, 2011) –, análises de pico (Cf. Van Dijk; Verspoor; Lowie, 2011) e *change-points* (Cf. Taylor, 2000) – a fim de avaliar a significância dos resultados.

Os gráficos foram construídos a partir dos valores médios de duração, F1 e F2 de cada vogal alvo, de forma a ver como cada uma destas variáveis comportou-se no decorrer das doze coletas longitudinais. Cada gráfico foi estruturado contendo, no eixo (y), a variável em questão (duração, F1 e F2) e, no eixo (x), os doze pontos de coletas¹⁵.

Assim, para as análises descritivas, realizou-se a construção dos gráficos de linhas desenvolvimentais, os quais facilitam a detecção de padrões, identificando tendências de crescimento, declínio e variações ao longo do período de coleta, oferecendo uma visão abrangente do progresso dos participantes em cada contexto de análise a partir da avaliação das médias das variáveis nas produções das vogais alvo, assim como pode-se ver no Gráfico 1:

¹⁵ À exceção dos Gráficos de Mínimo e Máximo que, no eixo x, apresentam os pontos de análise.

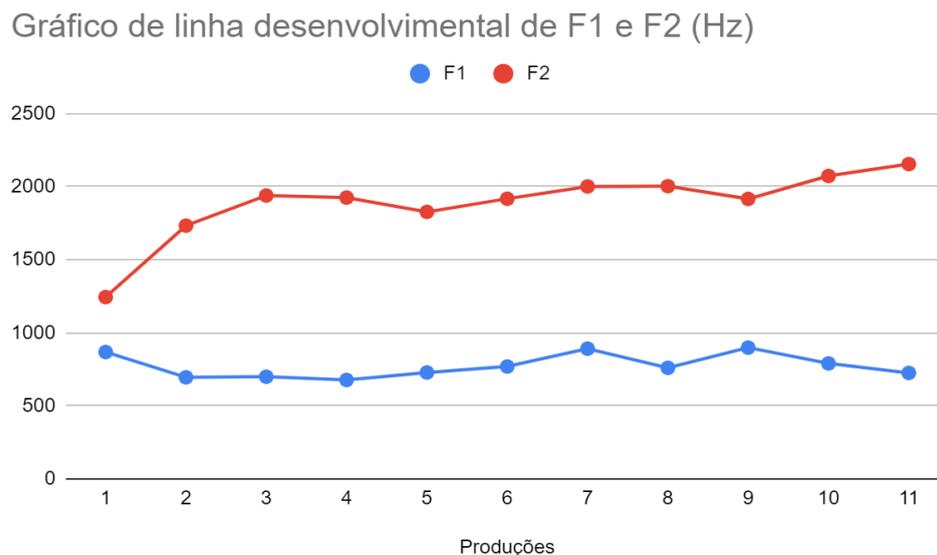


Gráfico 1 - Exemplo de gráfico de linha desenvolvimental a partir de valores de F1 e F2 (Hz).

Fonte: o autor

De forma a representar graficamente os dados longitudinais e examiná-los de forma mais suave (*Smoothed*), construiu-se, a partir do gráfico de linhas desenvolvimental, uma linha de tendência polinomial, de ordem 2, uma vez que, seguindo a orientação da literatura da área (Verspoor, De Bot e Lowie, 2011; Schereschewsky, 2021) , os autores explicam que, conforme a ordem da função polinomial aumenta, a linha de tendência se aproxima mais da curva longitudinal, porém, os dados são menos suavizados. A escolha da ordem 2, nesse contexto, visa proporcionar uma visão mais ampla e generalizada dos dados (Verspoor, De Bot e Lowie, 2011), conforme vemos no Gráfico 2¹⁶, onde ocorre um aumento nos valores de F2, seguido por uma possível estabilização, e uma linha praticamente estável nos valores de F1:

¹⁶ Fonte: o autor

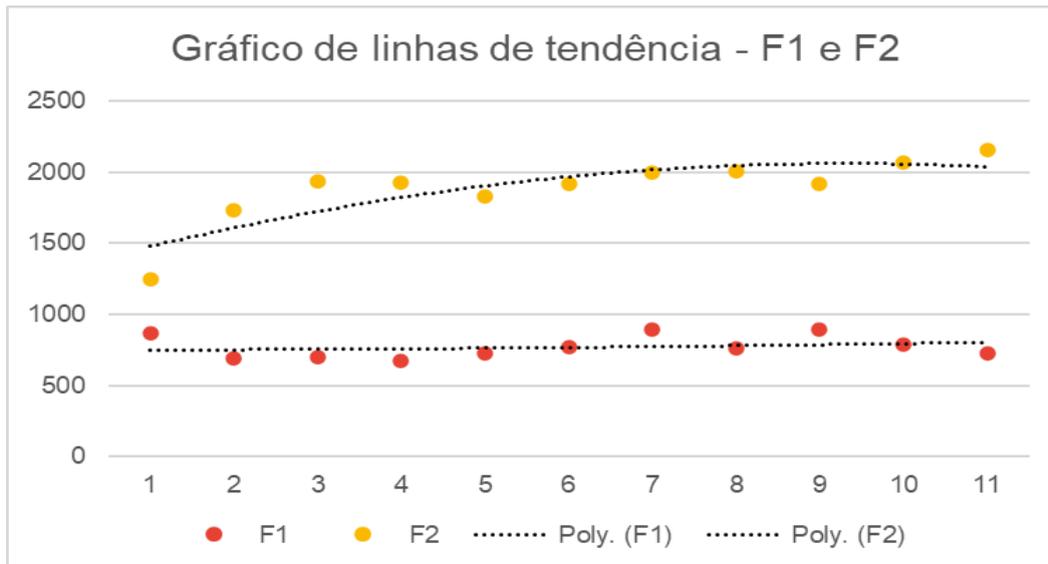


Gráfico 2 - Exemplo de Gráfico de linhas de tendência a partir de valores de F1 e F2 (Hz).

Fonte: o autor.

Van Dijk, Verspoor e Lowie (2011) observam que certas técnicas estatísticas de suavização podem eliminar detalhes finos dos dados e que a ausência de picos significativos não indica necessariamente a falta de variabilidade. Eles sugerem o uso de métodos complementares, como a organização dos dados em gráficos de mínimo-máximo. Essa técnica envolve a criação de janelas móveis que se deslocam um ponto por vez, amplamente sobrepondo-se às janelas anteriores e utilizando todos os pontos de coleta, exceto o primeiro e incluindo o próximo. Por exemplo, em conjuntos de três pontos consecutivos, os dois pontos anteriores são sobrepostos e o próximo é adicionado, identificando-se os valores mínimo e máximo entre os três pontos. Esse processo é repetido até o final dos dados, resultando em gráficos representativos.

Os autores também explicam que a representação gráfica é uma ferramenta visual útil para detectar as flutuações ao longo do tempo. Eles introduzem o conceito de "larguras de banda" para as janelas móveis, que expressam a quantidade de variabilidade em relação aos saltos desenvolvimentais. Por exemplo, no Gráfico 3, de mínimo e máximo, a variabilidade é maior, para F1, na janela entre os pontos móveis 6 e 10, e, para F2, a variabilidade é maior na janela entre os pontos móveis 1 e 3, o que corresponde a uma largura de banda maior.

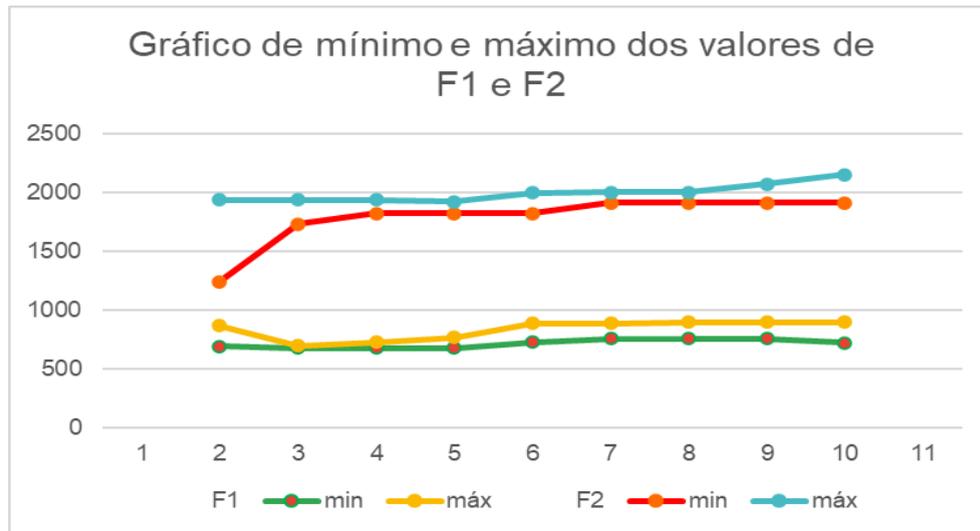


Gráfico 3 - Exemplo de Gráfico de mínimo e máximo a partir de valores de F1 e F2 (Hz).

Fonte: o autor

Para as análises inferenciais, realizaram-se análises de *change-points*, com o objetivo de identificar possíveis mudanças de fase ao longo do tempo (Larsen-Freeman, 2015; De Bot *et al.*, 2007; 2013). Conduziu-se uma análise de pontos de mudança, utilizando-se o *Change-Point Analyzer* v. 2.3 (Taylor Enterprises, 2019; Taylor, 2000; Schereschewsky, 2021). Uma vez que uma abordagem baseada na TSDC não busca prever as mudanças do sistema, pois há muitos fatores envolvidos no desenvolvimento de um sistema, sendo praticamente impossível identificar e entender todas essas interações, essa abordagem busca explicar retrospectivamente o desenvolvimento, analisando e descrevendo as características ou padrões da trajetória, que podem ser observados em diferentes componentes e contextos, mas ainda assim apresentam similaridades. De modo geral, essa análise aponta o momento em que ocorre uma mudança nos padrões de um conjunto de dados longitudinais.

De acordo com Taylor (2000) e Schereschewsky (2021), com o auxílio do *Change-Point Analyzer*, é possível realizar uma análise abrangente do momento em que a mudança ocorre. Utilizando o método rápido de análise recomendado pelo tutorial, o *software* combina a plotagem de gráficos de Soma Cumulativa (CUSUM) e *bootstrapping*. O *bootstrapping* é um método de reamostragem que gera uma grande quantidade de novas amostras (1.000, conforme o tutorial) dos dados originais. Essas reamostragens representam reordenações aleatórias dos dados que imitam o comportamento da CUSUM caso nenhuma mudança tenha ocorrido. O

software produz várias abas de resultados que indicam as mudanças que ocorreram, o ponto da mudança de fase e os intervalos de confiança. Para esta análise, focamos apenas nos resultados compilados do gráfico de *change points* e na tabela a qual apresenta os pontos de mudança de fase e os intervalos de confiança (caso haja) a partir dos valores médios de duração, F1 e F2, assim como no exemplo do Gráfico 4 e da Tabela 3:

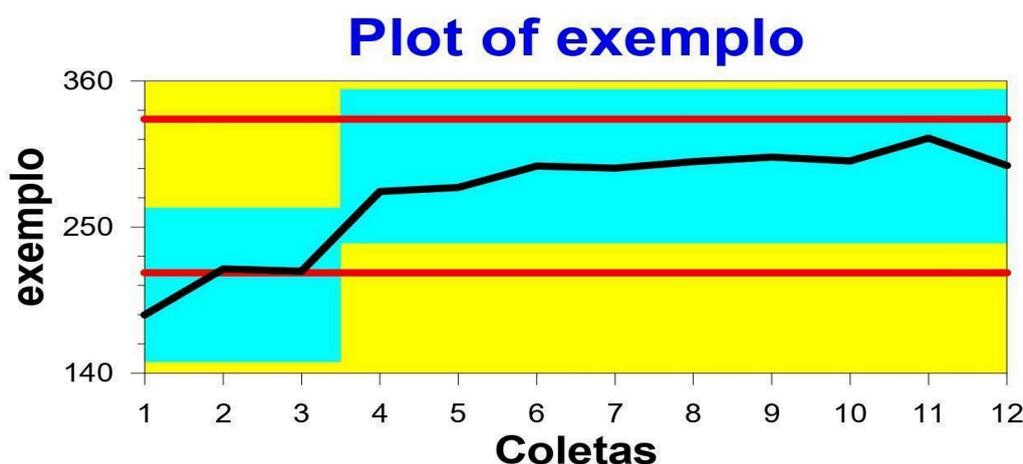


Gráfico 4 - Exemplo de gráfico de *change point* com base nos valores de duração (ms) da vogal [æ].

Fonte: o autor

Os gráficos de *change points* ilustram as mudanças de fase e a representação das CUSUMs. No Gráfico 4, como exemplo, apresentam-se as fases do desenvolvimento da produção de médias de duração da vogal [æ], destacadas em azul berilo, enquanto a curva de desenvolvimento dos dados brutos é mostrada pela linha preta. A faixa de amplitude dos limites de controle, representada pelas linhas horizontais vermelhas, representa o intervalo máximo de variação em que os valores podem oscilar, assumindo que nenhuma mudança tenha ocorrido. Se a linha preta ultrapassar os limites de controle, isso seria um primeiro indicativo de que uma mudança ocorreu, podendo ser simplesmente um valor atípico (*outlier*) ou um indicativo de mudança de fase. Uma mudança de fase é indicada por um deslocamento para cima ou para baixo da faixa azul berilo, representando um aumento ou diminuição nos índices de duração.

A partir do Gráfico 4, pode-se compreender que houve mudança de fase entre os pontos 3 e 4. A Tabela 3 foi gerada a partir dos resultados do gráfico:

Table of Significant Changes for exemplo

Confidence Level for Candidate Changes = 50%, Confidence Level for Inclusion in Table = 90%, Confidence Interval = 95%,
Bootstraps = 1000, Without Replacement, MSE Estimates

Coletas	Confidence Interval	Conf. Level	From	To	Level
4	(4, 4)	94%	206.38	295.76	2 

Tabela 3 - Exemplo de Tabela de mudanças significativa dos valores de duração (ms) da vogal [æ].

Fonte: o autor

A tabela gerada pela ferramenta apresenta, para cada alteração de padrão, informações detalhadas, incluindo o nível de confiança¹⁷, que indica a probabilidade de que uma mudança tenha ocorrido, e o intervalo de confiança, que indica quando essa mudança ocorreu.

Na presente tabela, constata-se que o ponto estimado da mudança é a Coleta 4, com um nível de confiança de 94%. Em seguida, a tabela mostra os valores pré e pós-mudança, ou seja, os valores médios de variação na primeira fase (considerando a média de todas as entradas dentro dessa primeira fase), que passam de 206,38 ms (from) para 295,76 ms (to) na segunda fase. Por fim, o nível da mudança, o qual indica a sua força, que, no exemplo, recebeu o grau 2.

3.5. Síntese

Assim como supracitado, neste capítulo foram delineados os procedimentos de coleta e de análise da presente pesquisa, de forma a suprir os objetivos propostos no início desta dissertação. Estabeleceram-se os critérios para a seleção dos sujeitos, o processo das coletas de dados acústicos longitudinais, os procedimentos para as sessões de instrução explícita e treinamento articulatório e por fim apresentou como serão as análises estatísticas descritivas e inferenciais dos dados acústicos de duração, F1 e F2 das vogais.

¹⁷ O Change-point Analyzer só apresenta intervalos nos outputs que tenham no mínimo 95% de confiança. Quanto mais espaçado o intervalo de confiança apresentado, menor é o nível de confiança para uma mudança ter ocorrido no ponto identificado pelo software. Nas configurações padrão indicadas pelo fabricante (TAYLOR ENTERPRISES, 2019), o menor nível de confiança aceitado para o *software* identificar uma mudança de fase é de 90%.

No próximo capítulo, serão apresentados os resultados das coletas de dados longitudinais, mediante a realização de análises acústicas e estatísticas, conforme apresentado na metodologia do trabalho e a discussão desses resultados baseados nos pressupostos da TSDC e relacionados com os trabalhos de instrução explícita e treinamento articulatório comentados no capítulo do referencial teórico apresentado anteriormente.

4 RESULTADOS

Este capítulo tem como objetivo apresentar os resultados das análises acústica e estatística do estudo, fomentando a sua discussão de forma a atender os objetivos propostos para o trabalho.

Inicialmente, serão apresentadas as condições iniciais de cada aprendiz, assim, serão reportadas as médias gerais e desvio padrão dos valores de duração, F1 e F2 das vogais obtidas por meio da análise dos dados das coletas gerais do português e do inglês realizadas inicialmente. Os resultados serão relacionados com os obtidos para a falante monolíngue nativa de português e para a falante monolíngue nativa de IA.

Na sequência, serão reportados os resultados da análise descritiva das trajetórias individuais para cada participante – média de duração, F1 e F2 das vogais /ɛ/ e /æ/ da língua inglesa e das vogais /ɛ/, /a/ e /ɔ/ da língua portuguesa.

A próxima análise a ser apresentada será a de gráficos de mínimo e máximo, igualmente construídos para cada participante, tornando possível aferir padrões de variabilidade precursores de avanços no desenvolvimento da língua adicional.

Por fim, na última seção, serão apresentadas as análises de *change-point*, tornando possível aferir a ocorrência ou não de mudanças de fases.

Como supracitado, no capítulo da metodologia, o presente estudo foi conduzido ao longo de doze pontos de coletas para cada informante, com intervalo de aproximadamente uma semana, entretanto, devido a fatores pessoais e férias acadêmicas das participantes, ocorreram alguns adiantamentos e atrasos nas datas previstas para a realização das coletas. Na próxima seção, apresentaremos a análise das condições iniciais das informantes participantes do trabalho, fazendo um comparativo com os valores das informantes nativas de PB e IA.

4.1 Análise das condições iniciais

Uma vez que a presente pesquisa tem por base a Teoria dos Sistemas Dinâmicos Complexos, e considerando a língua como o sistema analisado, dada a característica de o sistema ser sensível às condições iniciais (Larsen-Freeman, 1997), apresenta-se uma análise dos dados da primeira coleta das informantes, de

forma a compreender, mais claramente, o momento desenvolvimental – acerca da produção das vogais /ɛ/ e /æ/ do inglês – em que se encontravam no começo da sua participação do estudo. Nas Tabelas 4 e 5, são apresentados, para fins de comparação, os valores das médias dos formantes e da duração 3 das produções das vogais, juntamente com os valores de desvios-padrão, das produções das falantes monolíngues do Português e do Inglês Americano:

Vogal	Média Duração(ms)	Média F1 (Hz)	Média F2 (Hz)
<i>/i/</i>	96	398	2568
DP	4,36	11,00	81,59
<i>/e/</i>	110	578	2391
DP	9,07	79,73	81,40
<i>/ɛ/</i>	120	719	2151
DP	7,21	14,73	77,35
<i>/a/</i>	127	939	1540
DP	10,15	20,03	49,32
<i>/ɔ/</i>	149	744	1230
DP	20,55	34,77	27,06
<i>/o/</i>	114	617	959
DP	17,06	109,92	56,54
<i>/u/</i>	106	446	790
DP	10,12	21,39	218,71

Tabela 4- Médias e desvios-padrão dos valores de duração (ms), F1 e F2 (Hz) das vogais produzidas pela falante monolíngue do português.

Fonte: o autor

Vogal	Duração (ms)	F1 (Hz)	F2 (Hz)
<i>/i/</i>	207	345	2621
DP	21,73	35,51	159,03
<i>/I/</i>	205	599	1994
DP	13,75	46,61	156,72
<i>/e/</i>	176	613	2377
DP	26,35	19,40	67,24
<i>/ɛ/</i>	200	768	2020
DP	19,00	26,58	29,91
<i>/æ/</i>	218	1012	1598
DP	38,59	27,06	50,00
<i>/ʌ/</i>	221	817	1554
DP	3,21	14,36	23,01
<i>/ɑ/</i>	235	964	1214
DP	31,90	18,08	56,89
<i>/ɔ/</i>	195	922	1429
DP	16,29	29,94	31,53
<i>/o/</i>	199	531	1130
DP	16,52	18,58	47,95
<i>/ɔɪ/</i>	201	626	1639
DP	5,29	7,57	16,09
<i>/u/</i>	219	432	1307
DP	12,90	11,27	50,50

Tabela 5 - Médias e desvios-padrão dos valores de duração (ms), F1 e F2 (Hz) das vogais produzidas pela falante monolíngue do Inglês Americano.

Fonte: o autor

A partir dos dados apresentados nas Tabelas 4, percebe-se que, para a falante nativa de PB, destaca-se, para a vogal */ɛ/*, o valor médio duracional de 120 ms, e os valores de F1 e F2 de 719 Hz e 2151 Hz, respectivamente. Já para a falante nativa de IA, conforme a Tabela 5, a vogal */ɛ/* apresenta a média duracional de 200 ms, e os valores de F1 e F2 de 768 Hz e 2020 Hz respectivamente; para a vogal */æ/*, a média duracional é de 218 ms, sendo os valores de F1 e F2 de 1012 Hz e 1598 Hz respectivamente. Nota-se que, para ambas as falantes nativas, os valores de desvio padrão se mantêm baixos, demonstrando uma estabilidade nas

produções. Nas próximas seções, apresentaremos a análise das condições iniciais das quatro informantes alvo da pesquisa.

4.1.1 Análise das condições iniciais de S1

Nas Tabelas 6 e 7, são apresentados os valores das médias e desvios-padrão das produções das coletas gerais da língua portuguesa e da língua inglesa de S1 na primeira coleta, o que configura suas condições iniciais.

Vogal	Duração (ms)	F1 (Hz)	F2 (Hz)
/i/	134	416	2404
DP	12,77	38,35	31,24
/e/	153	393	2311
DP	23,01	4,00	20,53
/ɛ/	177	695	2248
DP	3,21	16,52	46,12
/a/	189	729	1264
DP	5,29	52,05	353,88
/ɔ/	217	672	977
DP	11,06	37,50	165,16
/o/	154	428	757
DP	3,06	6,03	23,90
/u/	146	464	741
DP	23,35	33,87	29,57

Tabela 6 - Médias e desvios-padrão dos valores de duração (ms), F1 e F2 (Hz) das vogais do português produzidas por S1.

Fonte: o autor

Vogal	Duração (ms)	F1 (Hz)	F2 (Hz)
/i/	224	428	2236
DP	46,03	34,07	416,07
/I/	198	395	2430
DP	56,22	16,62	130,41
/e/	264	479	2050
DP	25,94	38,69	453,15
/ɛ/	226	775	2188
DP	11,93	30,51	30,02
/æ/	234	758	1736
DP	19,30	64,65	229,44
/ʌ/	187	550	1423
DP	17,01	56,58	69,86
/ɑ/	203	600	957
DP	38,00	168,04	19,55
/ɔ/	230	466	867
DP	24,54	42,51	19,67
/o/	201	451	770
DP	44,66	60,05	76,35
/ɔ̃/	186	421	898
DP	30,73	29,84	62,04
/u/	189	425	846
DP	34,04	31,64	74,53

Tabela 7 - Médias e desvios-padrão dos valores de duração (ms), F1 e F2 (Hz) das vogais do inglês produzidas por S1.

Fonte: o autor.

Conforme os resultados da Tabela 6, S1, nas produções do português, apresenta médias de F1 e F2, para /ɛ/, de 695 Hz e 2248 Hz, respectivamente, valores estes aproximados aos valores da falante nativa monolíngue, que apresenta médias de F1 e F2 de 719 Hz e 2151 Hz. Entretanto, percebe-se que há valores de desvio-padrão mais altos de F2 para as vogais /ɑ/ (353,88) e /ɔ/ (165,16) em relação às demais, o que pode indiciar alguma desestabilização na produção dessas vogais da L1, uma vez que a vogal /æ/ se encontra entre o espaço acústico das referidas.

Já ao analisar as produções das vogais /ɛ/ e /æ/ da informante em relação aos valores da falante nativa monolíngue do inglês, é possível constatar algumas

diferenças. Nos dados da falante nativa, a distinção entre as vogais ocorre de forma clara, tanto em F1 quanto em F2 (768 Hz e 2020 Hz para [ɛ]; e 1012 Hz e 1598 Hz para [æ]). Já nos dados de S1, esta distinção ocorre apenas nos valores de F2, uma vez que os valores de F1 encontram-se aproximados (775 Hz e 2188 Hz para /ɛ/; e 758 Hz e 1736 Hz para /æ/), ou seja, S1 parece apresentar dificuldades em distinguir o par vocálico em termos de altura. Além disso, os valores formânticos de /æ/ das produções da informante aproximam-se dos valores da vogal /ʌ/ do inglês da nativa (817 Hz e 1554 Hz), que também se encontra dentro do espaço acústico entre as vogais /a/ e /ɔ/ da L1.

Esses dados também chamam a atenção no que se refere aos dados de desvios-padrão, que apresentam valores altos, principalmente na produção do /æ/ (64,65 para F1 e 229,44 para F2), o que já é um indício de variabilidade ainda no início do estudo. No Gráfico 5, é possível perceber a distinção entre o espaço acústico do sistema vocálico do inglês da falante nativa e de S1:

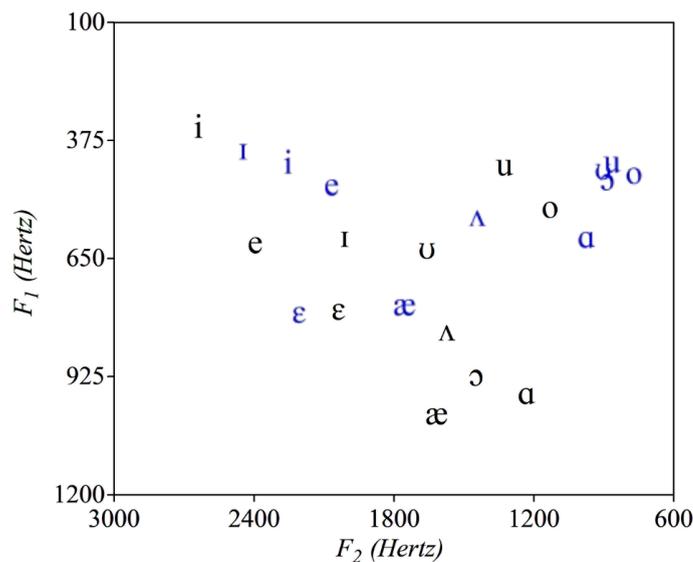


Gráfico 5 - Espaço vocálico com a distribuição das médias de F1 e F2 (Hz) das vogais da nativa de IA (preto) e de S1 (azul).

Fonte: o autor

Em suma, segundo Verspoor e De Bot (2021), é esperado que no estágio inicial do desenvolvimento haja uma maior variabilidade, já que os aprendizes estão explorando novas estratégias e as aplicando de maneira irregular. Os dados de S1 indicam dificuldades na produção da vogal /æ/, com a possível presença de

variabilidade nos sistemas vocálicos da L1 e L2, mesmo no momento inicial de sua participação no estudo.

4.1.2 Análise das condições iniciais de S2

Nas Tabelas 8 e 9, são apresentados os valores das médias e desvios-padrão das produções das coletas gerais da língua portuguesa e da língua inglesa de S2 na primeira coleta, o que configura suas condições iniciais.

Vogal	duração	F1	F2
<i>/i/</i>	118	351	2545
DP	20,13	24,09	31,88
<i>/e/</i>	121	433	2260
DP	8,02	45,28	72,03
<i>/ɛ/</i>	130	665	2195
DP	19,30	8,74	47,01
<i>/a/</i>	143	731	1571
DP	9,54	41,04	37,53
<i>/ɔ/</i>	154	630	1312
DP	4,04	6,03	35,91
<i>/o/</i>	121	416	803
DP	11,59	19,70	43,97
<i>/u/</i>	99	342	730
DP	13,05	12,12	49,79

Tabela 8 - Médias e desvios-padrão dos valores de duração (ms), F1 e F2 (Hz) das vogais do português produzidas por S2.

Fonte: o autor

Vogal	Duração	F1	F2
<i>/i/</i>	185	325	2505
DP	48,44	27,87	148,60
<i>/ɪ/</i>	103	603	2107
DP	14,00	42,46	113,52
<i>/e/</i>	125	495	2487
DP	17,47	85,46	27,57
<i>/ɛ/</i>	175	737	1982
DP	7,00	33,51	122,85
<i>/æ/</i>	195	734	2007
DP	17,90	25,87	70,94
<i>/ʌ/</i>	122	716	1385
DP	17,10	8,72	38,21
<i>/ɑ/</i>	162	677	1160
DP	9,87	35,23	214,31
<i>/ɔ/</i>	115	520	741
DP	7,51	40,53	198,91
<i>/o/</i>	193	423	789
DP	17,39	30,12	43,02
<i>/ɐ/</i>	127	669	1643
DP	23,52	30,79	96,34
<i>/u/</i>	159	367	876
DP	6,24	19,29	20,65

Tabela 9 - Médias e desvios-padrão dos valores de duração (ms), F1 e F2 (Hz) das vogais do inglês produzidas por S2.

Fonte: o autor

Conforme os resultados da Tabela 8, S2, nas produções do português, apresenta médias de F1 e F2, para */ɛ/*, de 665 Hz e 2195 Hz, respectivamente, valores estes aproximados aos valores da falante nativa monolíngue, que apresenta médias de F1 e F2 de 719 Hz e 2151 Hz. Os desvios padrões são relativamente baixos e estáveis, o que pode demonstrar pouca interferência da L2 na L1.

Entretanto, ao analisar as produções das vogais */ɛ/* e */æ/* da informante em relação aos valores da falante nativa monolíngue do inglês, é possível inferir algumas distinções. Percebe-se uma neutralização da vogal */æ/*, sobreposta na

categoria fonológica /ɛ/, visto os valores aproximados (737 Hz e 1982 Hz para [ɛ]; e 734 Hz e 2007 Hz para /æ/).

Esses dados também chamam a atenção no que se refere aos dados de desvios-padrão, que apresentam valores altos, principalmente na produção do /ɛ/ (33,51 para F1 e 122,85 para F2), o que já é um indício de variabilidade ainda no início do estudo. No Gráfico 6, é possível perceber a distinção entre o espaço acústico do sistema vocálico do inglês da falante nativa e de S2:

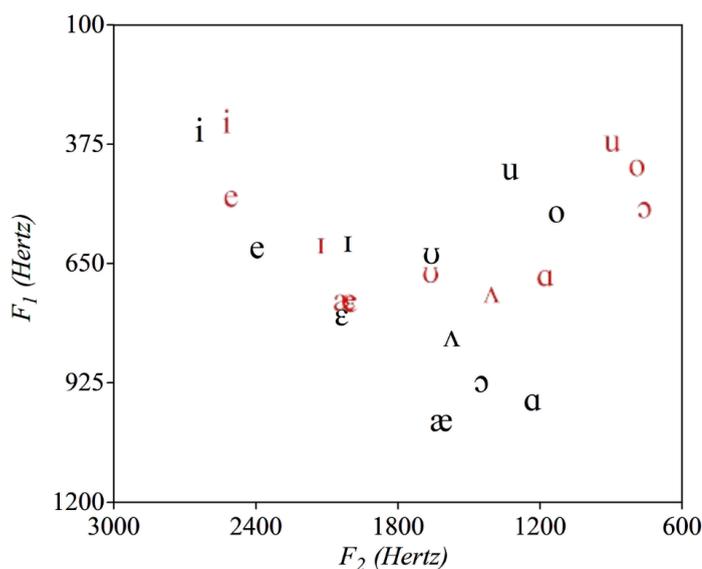


Gráfico 6 - Espaço vocálico com a distribuição das médias de F1 e F2 (Hz) das vogais da nativa de IA (preto) e de S2 (vermelho).

Fonte: o autor

Em resumo, os dados de S2 também demonstram dificuldades na distinção do par /ɛ/ e /æ/, bem como indícios de um sistema variável na L2, propenso a desestabilizações, mesmo no momento inicial de sua participação no estudo.

4.1.3 Análise das condições iniciais de S3

Nas Tabelas 10 e 11, são apresentados os valores das médias e desvios-padrão das produções das coletas gerais da língua portuguesa e da língua inglesa de S3 na primeira coleta, o que configura suas condições iniciais.

Vogal	duração	F1	F2
/i/	131	487	2667
DP	16,80	36,12	148,86
/e/	138	551	2303
DP	15,95	31,39	108,54
/ɛ/	166	659	2128
DP	13,53	20,52	78,77
/a/	168	758	1358
DP	26,27	44,66	226,61
/ɔ/	176	672	1423
DP	14,53	40,62	128,00
/o/	136	553	1128
DP	19,40	3,06	29,57
/u/	110	477	970
DP	23,71	25,66	207,69

Tabela 10 - Médias e desvios-padrão dos valores de duração (ms), F1 e F2 (Hz) das vogais do português produzidas por S3.

Fonte: o autor

vogal	Duração	F1	F2
/i/	157	540	2648
DP	43,36	15,50	78,31
/I/	169	542	2783
DP	8,00	35,35	117,59
/e/	131	614	2348
DP	7,09	84,95	193,67
/ɛ/	179	743	2301
DP	19,86	22,28	75,12
/æ/	188	731	1207
DP	20,53	25,70	258,44
/ʌ/	189	740	1455
DP	6,81	25,72	359,21
/ɑ/	170	679	1251
DP	21,20	54,52	442,84
/ɔ/	150	656	1160
DP	21,17	45,18	110,31
/o/	171	599	1270
DP	20,52	113,85	228,75
/ə/	164	679	1744
DP	33,49	58,18	106,93
/u/	145	616	1455
DP	30,05	128,32	204,64

Tabela 11 - Médias e desvios-padrão dos valores de duração (ms), F1 e F2 (Hz) das vogais do inglês produzidas por S3.

Fonte: o autor

Conforme os resultados da Tabela 10, S3, nas produções do português, apresenta médias de F1 e F2, para [ɛ], de 659 Hz e 2128 Hz, respectivamente, valores estes aproximados aos valores da falante nativa monolíngue. Entretanto, percebe-se que há um valor alto de desvio-padrão dos valores de F2 para quase todas as vogais – [i] (148,86), [e] (108,54), [a] (226,61), [ɔ] (128,00), e [u] (207,69) –, o que pode indicar uma desestabilização das vogais da L1, relacionada a uma possível interferência interlinguística.

Já ao analisar as produções das vogais /ɛ/ e /æ/ do inglês, observa-se que a distinção ocorre apenas nos valores de F2, uma vez que os valores de F1

encontram-se aproximados (743 Hz e 2301 Hz para /ɛ/; e 731 Hz e 1207 Hz para /æ/). Além disso, os valores de F1 e F2 da vogal /æ/ da informante se encontram próximos das produções de [ʌ] (740 Hz, para F1) e [ɑ] (1251 Hz, para F2), bem diferente do que ocorre no espaço acústico das vogais do inglês da nativa.

Esses dados também chamam a atenção no que se refere aos dados de desvios-padrão, que apresentam valores altos, principalmente em F2, na produção do [æ] (258,44), [ʌ] (359,21) e [ɑ] (442,84). No Gráfico 7, é possível perceber a distinção entre o espaço acústico do sistema vocálico do inglês da falante nativa e de S3:

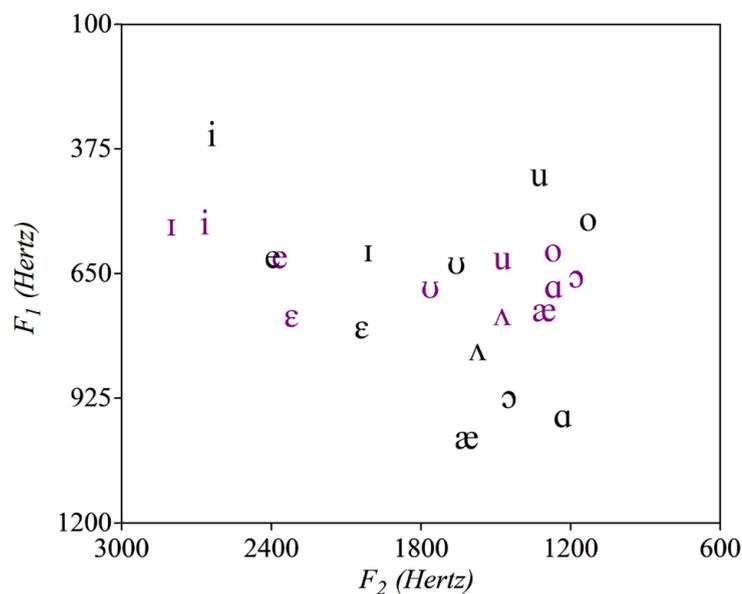


Gráfico 7 - Espaço vocálico com a distribuição das médias de F1 e F2 (Hz) das vogais da nativa de IA (preto) e de S3 (roxo).

Fonte: o autor

Em conclusão, os dados de S3 demonstram ausência de distinção, em relação à altura vocálica, nas produções de /ɛ/ e /æ/, bem como indícios de um sistema variável na L2 e propenso a desestabilizações, mesmo no momento inicial de sua participação no estudo.

4.1.4 Análise das condições iniciais de S4

Nas Tabelas 12 e 13, são apresentados os valores das médias e desvios-padrão das produções das coletas gerais da língua portuguesa e da língua inglesa de S4 na primeira coleta, o que configura suas condições iniciais.

Vogal	duração	F1	F2
<i>/i/</i>	109	377	2833
DP	18,52	40,93	42,85
<i>/e/</i>	142	567	2531
DP	5,29	47,15	108,15
<i>/ɛ/</i>	138	669	2372
DP	17,16	37,72	116,76
<i>/a/</i>	147	746	1507
DP	14,00	80,56	167,31
<i>/ɔ/</i>	138	677	1103
DP	14,57	31,56	142,04
<i>/o/</i>	124	611	945
DP	12,10	121,53	133,77
<i>/u/</i>	126	385	465
DP	10,26	52,43	131,39

Tabela 12 - Médias e desvios-padrão dos valores de duração (ms), F1 e F2 (Hz) das vogais do português produzidas por S4

Fonte: o autor

Vogal	Duração	F1	F2
<i>/i/</i>	124	430	2947
DP	5,77	21,59	1701,45
<i>/I/</i>	100	455	2847
DP	14,53	32,36	132,59
<i>/e/</i>	216	595	2781
DP	9,02	30,75	76,38
<i>/ɛ/</i>	173	707	2399
DP	6,51	31,39	81,61
<i>/æ/</i>	176	759	2309
DP	4,04	9,45	131,98
<i>/ʌ/</i>	131	656	1250
DP	16,26	3,06	214,26
<i>/ɑ/</i>	142	727	2286
DP	22,19	20,07	1080,59
<i>/ɔ/</i>	109	718	1748
DP	28,36	45,13	947,62
<i>/o/</i>	123	627	2412
DP	10,15	4,04	1034,93
<i>/ɐ/</i>	102	621	2104
DP	21,36	22,19	1056,97
<i>/u/</i>	117	468	979
DP	41,63	107,23	150,01

Tabela 13 - Médias e desvios-padrão dos valores de duração (ms), F1 e F2 (Hz) das vogais do inglês produzidas por S4

Fonte: o autor

Assim como apresentado na Tabela 12, S4, nas produções do português, apresenta médias de F1 e F2, para [ɛ], de 669 Hz e 2372 Hz, respectivamente, com valor de F1 aproximado ao valor da falante nativa monolíngue – 719 Hz –, entretanto com valor mais alto de F2, em comparação à falante controle do PB – 2151 Hz –, o que pode ter ocorrido devido ao fato de S4 ser natural de Porto Lucena, no RS, tanto por possíveis diferenças das categorias vocálicas, considerando as cidades de Pelotas e de Porto Lucena, bem como pelo papel do desenvolvimento inicial da L2. Contudo, percebe-se que há um valor alto de desvio-padrão dos valores de F2 para quase todas as vogais: [e] (108,15), [a]

(167,31), [ɔ] (142,04), [o] (133,77) e [u] (131,39), o que pode demonstrar uma desestabilização destas vogais da L1.

Entretanto, ao analisar as produções das vogais /ɛ/ e /æ/ da informante em relação aos valores da falante nativa monolíngue do inglês, percebe-se uma neutralização da vogal /æ/, sobreposta na categoria fonológica /ɛ/, visto os valores aproximados (707 Hz e 2399 Hz para /ɛ/; e 759 Hz e 2309 Hz para /æ/).

Esses dados também chamam a atenção no que se refere aos valores de desvios-padrão de F2, altos para praticamente todas as vogais, o que já é um indício de variabilidade ainda no início do estudo. Contudo, os valores de desvios-padrão se mantêm baixos principalmente na produção do /ɛ/ (31,39 para F1 e 81,61 para F2). No Gráfico 8, é possível perceber a distinção entre o espaço acústico do sistema vocálico do inglês de S4 e da falante nativa:

:

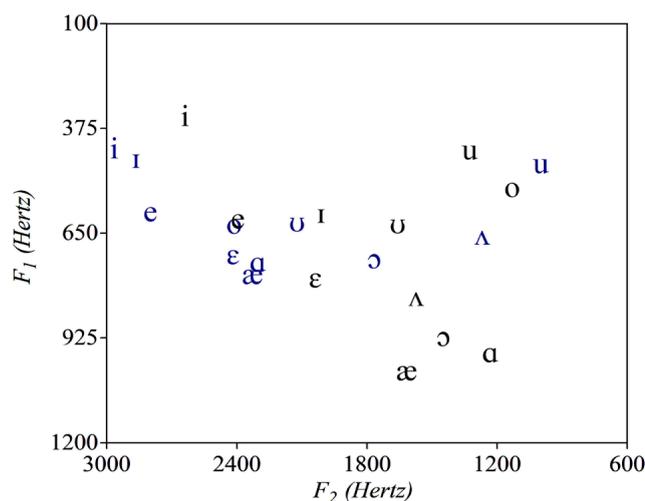


Gráfico 8 - Espaço vocálico com a distribuição das médias de F1 e F2 (Hz) das vogais da nativa de IA (preto) e de S4 (azul marinho).

Fonte: o autor

Em suma, os dados de S4 também demonstram que ela já apresentava indícios de um sistema variável, tanto em L1 quanto em L2, e propenso a desestabilizações, mesmo no momento inicial de sua participação no estudo.

4.1.5 Síntese

Nesta seção foi discutido os valores de duração, F1 e F2 dos dados das coletas iniciais dos sujeitos, de forma a caracterizar as suas condições iniciais, seguindo a Teoria dos Sistemas Dinâmicos Complexos (TSDC).

Os dados apontam diferenças significativas nas características das vogais, com destaque para a dificuldade enfrentada por aprendizes de inglês em distinguir as vogais /*ɛ*/ e /*æ*/. A análise das produções dessas vogais pelas informantes evidencia uma tendência à neutralização ou à distinção com base no F2 das vogais-alvo. Esses resultados sugerem padrões de produção que revelam interferência interlinguística e variabilidade característica do estágio inicial de desenvolvimento de uma segunda língua. As médias e os desvios-padrão das frequências de F1 e F2 indicam instabilidades no sistema fonológico, refletindo a variabilidade das produções tanto na língua materna quanto na segunda língua. Assim, segundo Verspoor e De Bot (2021), é esperado que no estágio inicial do desenvolvimento haja uma maior variabilidade, já que os aprendizes estão explorando novas estratégias e as aplicando de maneira irregular. No entanto, conforme avançam em seu aprendizado, a tendência é que o uso de estratégias mais sofisticadas se torne gradualmente mais consistente.

Na próxima seção, apresentar-se-ão os dados descritivos das trajetórias desenvolvimentais das produções das vogais alvo produzidas pelas quatro informantes ao longo das doze coletas longitudinais

4.2 Gráficos desenvolvimentais e de linhas de tendência

Nesta seção, será realizada a análise estatística descritiva acerca dos dados longitudinais das informantes, relativos às produções das vogais alvo da pesquisa. Objetiva-se, assim, avaliar as suas trajetórias desenvolvimentais e os impactos da ferramenta metodológica do ultrassom utilizada nas sessões de instrução explícita e de treinamento articulatório. Neste viés, serão apresentados os gráficos desenvolvimentais e de linhas de tendência, com a finalidade de analisar como ocorreu o percurso em cada trajetória desenvolvimental, tendo como base os valores das médias de duração, F1 e F2, em comparação com os dados da falante nativa de IA.

O primeiro gráfico a ser analisado em cada subseção é o gráfico desenvolvimental e de linha de tendência da duração das vogais. Logo após, o gráfico dos valores de F1 e F2 da vogal /æ/, e, por último, o gráfico de F1 e F2 da vogal /ɛ/.

4.2.1 Gráficos desenvolvimentais e de linhas de tendência das produções de S1

Assim como supracitado, inicia-se a análise do gráfico desenvolvimental da duração das vogais de S1, no qual estão presentes os valores de duração das vogais alvo em cada coleta e o valor de duração nas produções da falante nativa de IA:

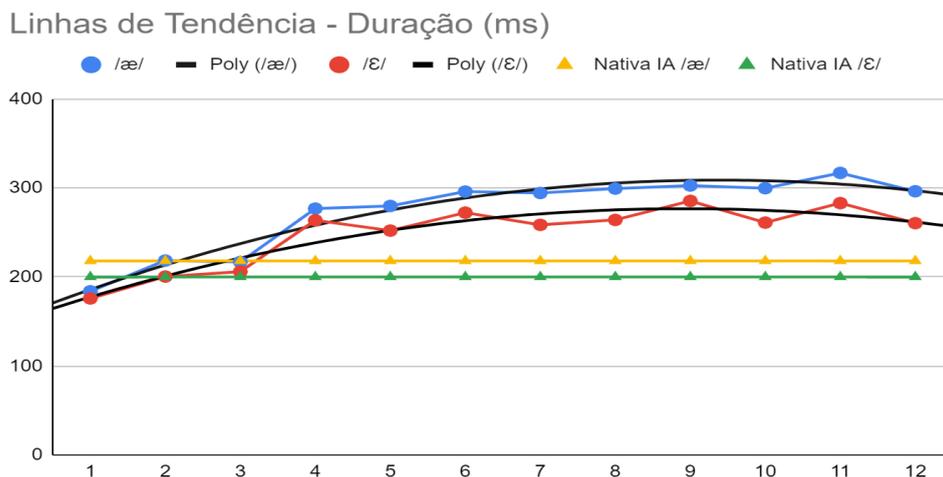


Gráfico 9 - Gráfico desenvolvimental e de linhas de tendência dos valores duracionais (ms) das produções das vogais alvo produzidas por S1 no decorrer das 12 coletas longitudinais em relação ao valor médio de controle das produções da nativa de IA.

Fonte: o autor

Por meio do Gráfico 9, é possível perceber que, da terceira para a quarta coleta, ocorreu um aumento na duração da produção de ambas as vogais alvo, o que pode demonstrar um esforço maior por parte de S1 em produzir adequadamente os sons após o início das instruções explícitas e do treinamento articulatório, o que se manteve até as coletas finais. Apesar de os valores duracionais das vogais de S1 serem superiores aos valores das produções da nativa, a vogal /æ/ apresenta maior duração do que /ɛ/, assim como nos dados do

inglês americano. Entretanto, é possível perceber que a diferença duracional entre as produções das vogais aumentou em relação às coletas iniciais, causando uma maior largura de banda, a medida em que as instruções explícitas e o treinamento articulatório avançam, distanciando-se, ainda mais, dos valores duracionais apresentados pela nativa.

Ao analisar as duas linhas de tendência polinomial de grau 2 da duração da produção das vogais alvo, percebe-se que houve um crescimento dos valores de duração até o final das sessões de instrução explícita e de treinamento articulatório com o ultrassom (coletas 4 a 9), e um declínio durante as coletas finais, o que novamente justifica a possibilidade desse aumento duracional estar relacionado ao impacto da ferramenta na produção das vogais alvo.

No Gráfico 10, é possível visualizar como as médias dos valores formânticos da vogal /æ/ se comportaram no decorrer das coletas longitudinais.

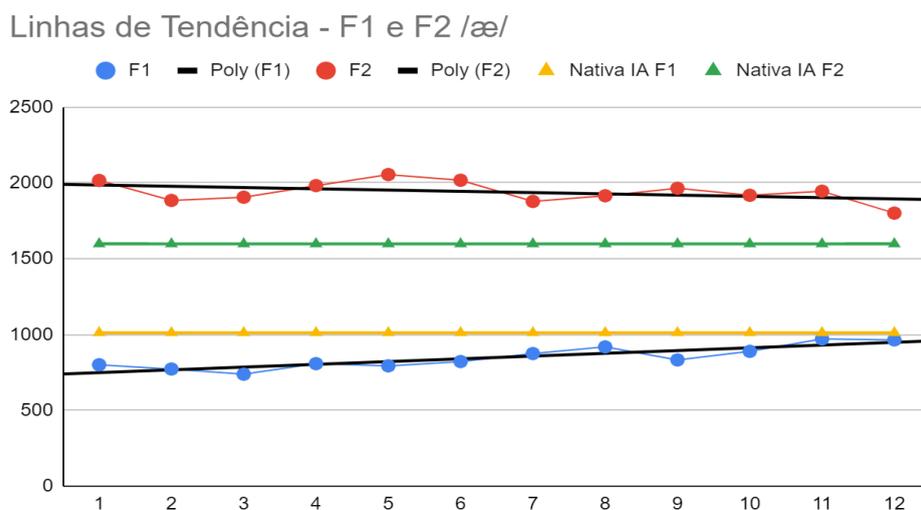


Gráfico 10 - Gráfico desenvolvimental e de linhas de tendência dos valores médios de F1 e F2 (Hz) da vogal /æ/ produzida por S1 no decorrer das 12 coletas longitudinais em relação aos valores médios de controle da produção da nativa de IA.

Fonte: o autor

Por meio do Gráfico 10, percebe-se que, a partir do início das instruções explícitas e do treinamento articulatório com o ultrassom, os valores de F1 de S1 tenderam a se aproximar do valor controle da nativa de IA estando mais aproximados na penúltima coleta de instrução explícita e nas duas últimas coletas finais, o que pode demonstrar uma certa estabilização de valores ao final do

processo. Entretanto, em relação a F2, os valores aumentaram na primeira e na segunda coleta de instrução explícita e treinamento (pontos 4 e 5), posteriormente tenderam a diminuir nas próximas duas sessões (pontos 6 e 7) e se estabilizaram até a penúltima coleta. Somente na última coleta, encontramos o valor médio mais aproximado ao valor controle, o que pode indicar uma possível tendência futura. Isso corrobora com as respostas do questionário de S1 na segunda seção de instrução explícita e treinamento articulatório, quando comenta que “Ainda está sendo um pouco difícil de perceber a diferença na minha língua, mas já comecei a entender melhor como são os movimentos que diferenciam cada som”.

O Gráfico 10 apresenta, ainda, linhas de tendência sem grande curvatura, o que pode significar que a informante apresentou pouca variabilidade na produção dos sons. Entretanto, apesar de a curvatura ser menor, as linhas de tendência demonstram que, tanto para F1 quanto para F2, os valores demonstram uma aproximação crescente aos valores de controle das produções da nativa, podendo-se inferir um possível ganho de acurácia em sua produção, principalmente em relação a F1.

No Gráfico 11, é possível visualizar como as médias dos valores formânticos da vogal /ɛ/ se comportaram no decorrer das coletas longitudinais.

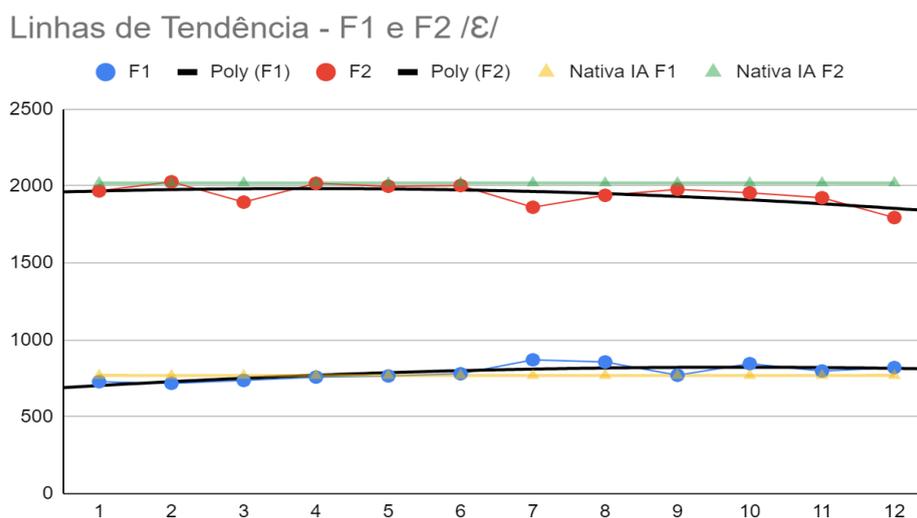


Gráfico 11 - Gráfico desenvolvimental e de linhas de tendência dos valores médios de F1 e F2 (Hz) da vogal /ɛ/ produzida por S1 no decorrer das 12 coletas longitudinais em relação aos valores médios de controle da produção da nativa de IA.

Fonte: o autor

O Gráfico 11 demonstra uma possível estabilização nas produções de S1 no que concerne aos valores de F1 e de F2 – com linhas de tendência quase planas –, provavelmente justificada pelo fato de a vogal /ɛ/ pertencer ao sistema fonético-fonológico do português (L1). Entretanto, nota-se que, nos pontos 7 e 8 (coletas das instruções explícitas e dos treinamentos 4 e 5), os valores de F1 tenderam a subir enquanto os valores de F2 tenderam a cair, o que demonstra uma possível instabilidade no sistema nesses pontos de coleta. É possível perceber que o mesmo ocorre nas coletas finais, principalmente no valor de F2, o que pode demonstrar que os valores tenderam a se aproximar aos valores de /æ/.

4.2.1.1 Síntese

Nesta seção, foram analisados os gráficos desenvolvimentais e as linhas de tendência dos valores de duração, F1 e F2 dos dados de S1 durante o percurso das 12 coletas longitudinais. Verspoor, Lowie e De Bot (2021) apontam que, por meio de exemplos de estudos de caso longitudinais, é possível identificar que períodos de maior variabilidade nas construções linguísticas frequentemente revelam que o aprendiz está explorando diferentes estruturas, o que pode indicar processos de mudança e aprendizado. Desta forma, a análise dos gráficos mostra que, após o início das instruções explícitas e do treinamento articulatório com ultrassom, S1 apresentou aumento na duração das vogais /æ/ e /ɛ/, com maior discrepância em relação aos valores da falante nativa, embora /æ/ tenha mantido uma duração superior, como no inglês americano.

Os valores de F1 de /æ/ das produções de S1 se aproximaram dos padrões nativos, ainda que com pouca variabilidade, no decorrer das 12 coletas longitudinais, enquanto F2 mostrou maior variabilidade inicial, estabilizando-se posteriormente. Para /ɛ/, houve maior estabilidade, refletindo sua presença no sistema fonológico do português (L1), mas com instabilidades pontuais em F1 e F2, sugerindo aproximação aos valores de /æ/. Esses resultados evidenciam o impacto positivo das instruções e do treinamento no refinamento da produção vocálica. Na próxima seção, serão apresentados os gráficos desenvolvimentais e de linhas de tendência das produções de S2.

4.2.2 Gráficos desenvolvimentais e de linhas de tendência das produções de S2

Assim como supracitado, inicia-se a análise do gráfico desenvolvimental da duração das vogais de S2, no qual estão dispostas as médias de duração das vogais alvo em cada coleta e a média de duração nas produções da falante nativa de IA:

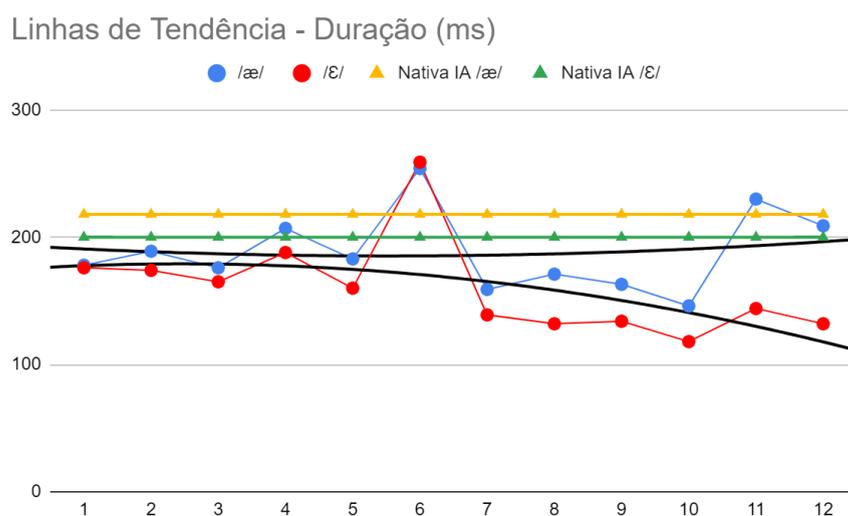


Gráfico 12 - Gráfico desenvolvimental e de linhas de tendência dos valores duracionais (ms) das produções das vogais alvo produzidas por S2 no decorrer das 12 coletas longitudinais em relação ao valor médio de controle das produções da nativa de IA.

Fonte: o autor

Por meio do Gráfico 12, é possível perceber que as produções de S2 apresentam valores duracionais mais baixos em comparação aos resultados na nativa, ainda que a vogal /æ/ seja mais longa do que a vogal /ɛ/. Logo após as coletas iniciais, entre as coletas 4 e 6, há um aumento na duração da produção de ambas as vogais alvo, o que pode estar relacionado à realização das sessões de instrução e de treinamento. Contudo, entre as coletas 7 e 9, os valores duracionais diminuem. A duração da vogal /æ/, no entanto, volta a subir, alcançando valores aproximados aos da nativa de IA nas duas coletas finais, inferindo-se um esforço maior de S2 para com a produção de /æ/ ao final das coletas como forma de distinguir a vogal não presente no inventário fonológico da L1. Já os valores de /ɛ/

seguirão estabilizados e abaixo dos valores da nativa, causando uma maior largura de banda.

Ao analisar as duas linhas de tendência polinomial de grau 2 da duração da produção das vogais alvo, percebe-se que houve uma certa estabilização nos valores de duração de /æ/, ainda que com um leve crescimento ao final e um declínio dos valores duracionais de /ɛ/ nas seis coletas finais, o que pode justificar um esforço contínuo maior na produção de /æ/ em relação à /ɛ/.

No Gráfico 13, é possível visualizar como as médias dos valores formânticos da vogal /æ/ se comportaram no decorrer das coletas longitudinais.

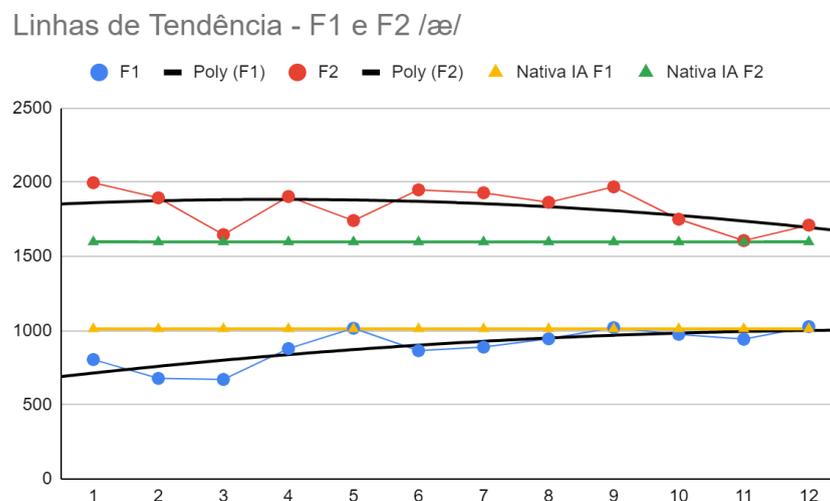


Gráfico 13 - Gráfico desenvolvimental e de linhas de tendência dos valores médios de F1 e F2 (Hz) da vogal /æ/ produzida por S2 no decorrer das 12 coletas longitudinais em relação aos valores médios de controle da produção da nativa de IA.

Fonte: o autor

Assim como S1, S2 apresenta valores de F2 mais elevados e valores de F1 mais baixos do que a nativa de IA, ou seja, a produção da vogal /æ/ é mais anterior e mais alta do que a forma alvo.

Por meio do Gráfico 13, percebe-se que, a partir do início das instruções explícitas e do treinamento articulatório com o ultrassom, os valores de F1 de S2 tenderam a se aproximar do valor controle da nativa de IA, estando mais aproximados a partir da segunda coleta de instrução explícita – ponto de análise –, e se mantendo aproximado até a última coleta final, o que pode demonstrar uma certa estabilização de valores no decorrer do processo, corroborando com a

resposta do questionário de S2 ao final da segunda seção de instrução explícita, quando afirma que “Agora estou sentindo que minha produção está bem diferente. percebi que estou falando os sons bem diferentes de quando comecei”. Entretanto, em relação a F2, os valores se aproximaram na terceira coleta inicial, segunda coleta de instrução explícita e durante as três coletas finais, o que pode indicar uma possível tendência a estabilizar os valores de F2, especialmente pela presença de variabilidade.

O Gráfico 13 apresenta, ainda, linhas de tendência com curvaturas bastante positivas, das quais demonstram, tanto para F1 quanto para F2, uma aproximação crescente aos valores de controle das produções da nativa, podendo-se inferir um possível ganho de acurácia em sua produção, principalmente em relação à F1.

No Gráfico 14, é possível visualizar como as médias dos valores formânticos da vogal /ɛ/ se comportaram no decorrer das coletas longitudinais.

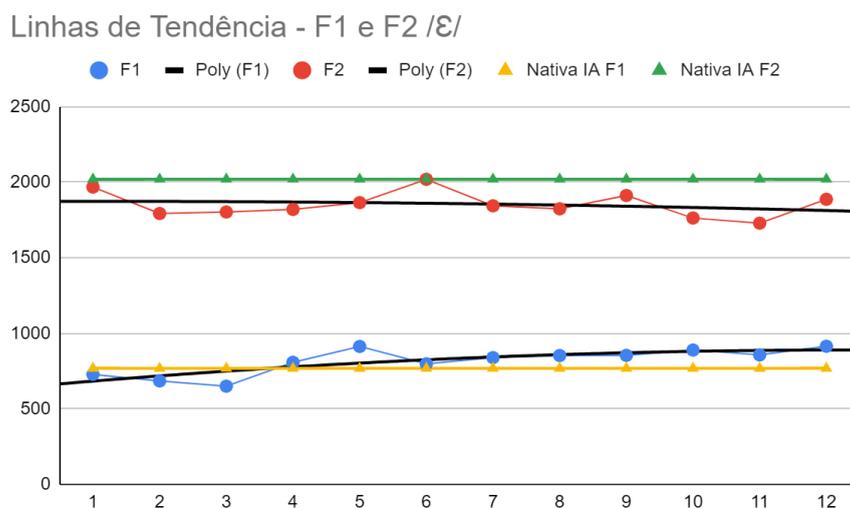


Gráfico 14 - Gráfico desenvolvimental e de linhas de tendência dos valores médios de F1 e F2 (Hz) da vogal /ɛ/ produzida por S2 no decorrer das 12 coletas longitudinais em relação aos valores médios de controle da produção da nativa de IA.

Fonte: o autor

Ao contrário do constatado para a vogal /æ/, os valores de F2 são mais baixos e os de F1 brevemente mais elevados, tornando a produção da vogal /ɛ/ da aprendiz menos anterior e mais baixa do que a da nativa.

O Gráfico 14 demonstra uma possível estabilização nas produções de S2 no que concerne aos valores de F1, que, a partir da primeira coleta de instrução

explícita e dos treinamentos articulatórios, tenderam a subir e se manter levemente acima dos valores da falante nativa de IA. Destaca-se que, os valores de F2 tenderam a ficar abaixo dos valores de comparação durante praticamente todas as coletas, exceto na terceira coleta de instrução explícita, na qual foi realizado um exercício em que a aprendiz tinha que explicar o porquê de as vogais /ɛ/ e /æ/ serem denominadas na literatura como baixas anteriores. Na referida coleta, os valores formânticos da vogal /ɛ/ foram equiparados aos da nativa, tanto F1 como F2.

As linhas de tendência se apresentam mais estáveis, em comparação com o gráfico 13, o que pode ser justificado pela vogal em questão fazer parte do sistema fonológico da L1 da informante, entretanto, demonstra, em F2, um leve declínio e uma linha crescente para F1.

Por fim, salienta-se que a elevação dos valores de F1 e o abaixamento dos valores de F2 pode demonstrar uma possível tendência dos valores de /ɛ/ aproximarem-se aos valores de /æ/.

4.2.2.1. Síntese

Nesta seção, foram discutidos os resultados apresentados nos gráficos desenvolvimentais e as linhas de tendência dos valores duracionais, F1 e F2 das produções de S2. A análise dos gráficos revela que as produções de S2 apresentam valores duracionais mais baixos que os da falante nativa, ainda que os valores de /æ/ forem mais longos que /ɛ/. Após o início das instruções explícitas e o treinamento articulatório houve aumento na duração de ambas as vogais, seguido por declínio para /ɛ/ e estabilização crescente para /æ/, refletindo esforço maior na distinção da vogal ausente na L1.

Em relação aos formantes, /æ/ mostrou aproximação progressiva aos valores nativos de F1 e variabilidade em F2, sugerindo ganhos de acurácia no decorrer das 12 coletas longitudinais. Já /ɛ/ apresentou valores mais estável devido à sua presença na L1, com F1 levemente elevado e F2 consistentemente mais baixo, com aproximações esporádicas aos valores da informante nativa. Os resultados indicam tendência de /ɛ/ se aproximar de /æ/, especialmente em coletas finais, destacando o impacto do treinamento, o que segue de acordo com Larsen-Freeman (2011) uma vez que a linguagem, sendo um sistema aberto e

não-linear, gera novas formas a partir de suas interações com outros agentes (ultrassom), por meio de processos contínuos que são próprios do sistema. Essas interações com o ambiente externo promovem uma auto-organização, que, por sua vez, pode resultar em mudanças internas no próprio sistema.

Na próxima seção, apresentar-se-á os gráficos desenvolvimentais e de linhas de tendência das produções de S3.

4.2.3 Gráficos desenvolvimentais e de linhas de tendência das produções de S3

Inicia-se a discussão com a análise do gráfico desenvolvimental da duração das vogais de S3. Nele, estão presentes os valores de duração das vogais alvo em cada coleta e o valor de duração nas produções da falante nativa de IA:

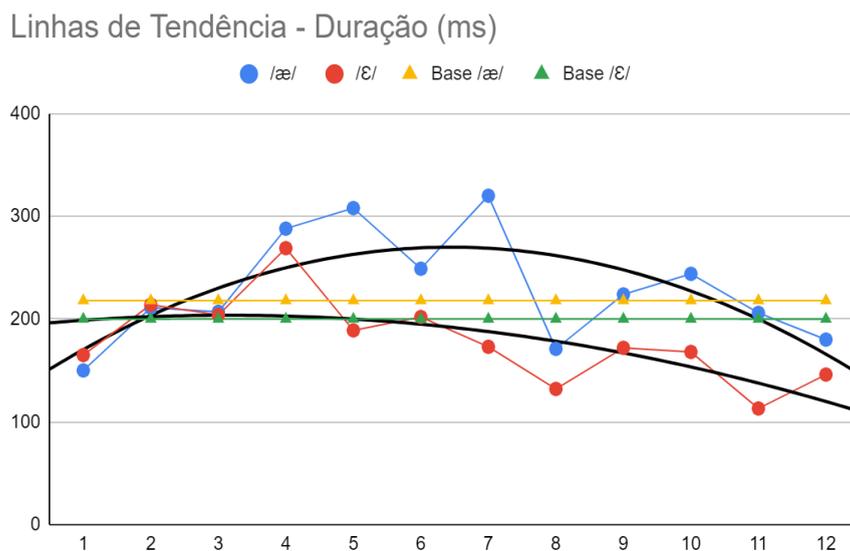


Gráfico 15 - Gráfico desenvolvimental e de linhas de tendência dos valores duracionais (ms) das produções das vogais alvo produzidas por S3 no decorrer das 12 coletas longitudinais em relação ao valor médio de controle das produções da nativa de IA.

Fonte: o autor

Por meio do Gráfico 15, é possível perceber uma elevação nos valores de duração, especialmente entre as coletas 3 e 7, revelando um possível papel das sessões de instrução explícita e de treinamento articulatório na desestabilização do sistema. A partir do ponto 8, para a vogal /æ/, os valores duracionais voltam a ficar mais próximos daqueles apresentados pela nativa.

Importante observar que os valores duracionais entre as vogais alvo só foram diferenciados a partir da coleta 5, pois, até esse momento, a informante não fazia distinção duracional entre o par de vogais alvo. Fica perceptível, portanto, que S3 passa a diferenciar as vogais pela sua duração somente após o início das instruções explícitas e do treinamento articulatório, o que pode demonstrar um impacto da ferramenta metodológica na distinção das vogais.

Analisando as duas linhas de tendência polinomial de grau 2 da duração da produção das vogais alvo, nota-se um crescimento dos valores de duração da produção de /æ/ até aproximadamente a metade das coletas, seguido de um declínio durante as últimas coletas, o que novamente justifica a possibilidade desse aumento duracional estar relacionado ao esforço articulatório maior para a produção do segmento, evidenciando o impacto da ferramenta na produção da vogal não pertencente ao inventário fonológico do português. Já para a vogal /ɛ/, percebe-se um declínio contínuo nos valores duracionais.

No Gráfico 16, é possível visualizar como as médias dos valores formânticos da vogal /æ/ se comportaram no decorrer das coletas longitudinais.

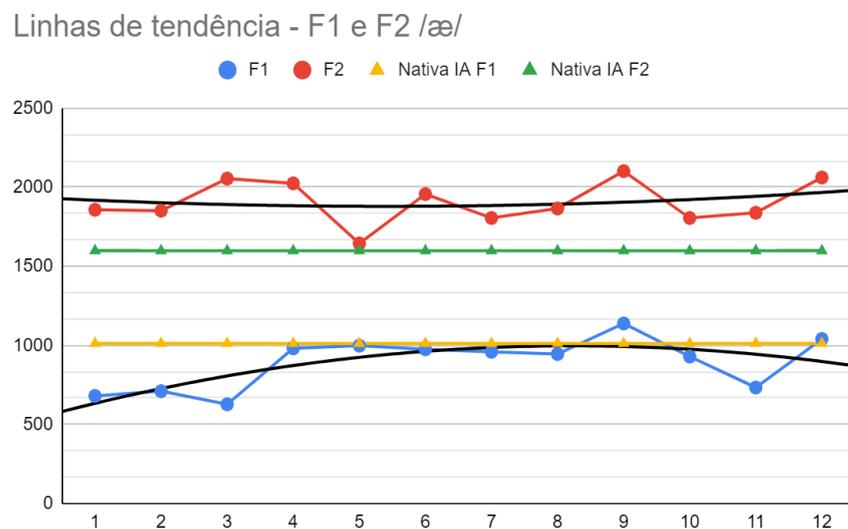


Gráfico 16 - Gráfico desenvolvimental e de linhas de tendência dos valores médios de F1 e F2 (Hz) da vogal /æ/ produzida por S3 no decorrer das 12 coletas longitudinais em relação aos valores médios de controle da produção da nativa de IA.

Fonte: o autor

Por meio do Gráfico 16, percebe-se que, logo no início das instruções explícitas e do treinamento articulatório com o ultrassom, os valores de F1 de S3

passaram a atingir o valor controle da nativa de IA, mantendo-se aproximado até a coleta final, o que pode demonstrar uma certa estabilização de valores no decorrer do processo. Isso corrobora com as respostas do questionário de S3 feitas após a segunda seção de instrução explícita “Difícil e estranho, no início achei meio complicado, agora estou entendendo melhor o movimento da minha língua” e na quarta seção de instrução explícita ao afirmar que “Agora consigo entender melhor as diferenças dos movimentos da língua na produção de cada vogal”.

Entretanto, em relação a F2, os valores somente se aproximaram ao valor controle na segunda coleta de instrução explícita, mantendo-se num valor superior durante praticamente todo o processo, apresentando oscilações. Houve, portanto, uma maior facilidade nos ajustes relativos à altura da língua, com a produção da vogal um pouco mais elevada, o que passou a diferenciá-la de /ɛ/, mas não em relação à anterioridade.

No que concerne às linhas de tendência, a de F1 apresenta uma curvatura positiva, demonstrando uma aproximação aos valores de controle à medida que as coletas de instrução explícita e treinamento articulatório avançam, apresentando um pequeno declínio ao final, o que pode inferir ser um possível ganho de acurácia em sua produção nesta frequência. Contudo, os valores de F2 apresentam uma linha de tendência sem grande curvatura, o que pode significar que a informante apresentou pouca variabilidade na produção, e, conseqüentemente, obtendo menos ganho desenvolvimental.

No Gráfico 17, é possível visualizar como as médias dos valores formânticos da vogal /ɛ/ se comportaram no decorrer das coletas longitudinais.

Linhas de Tendência - F1 e F2 /ɛ/

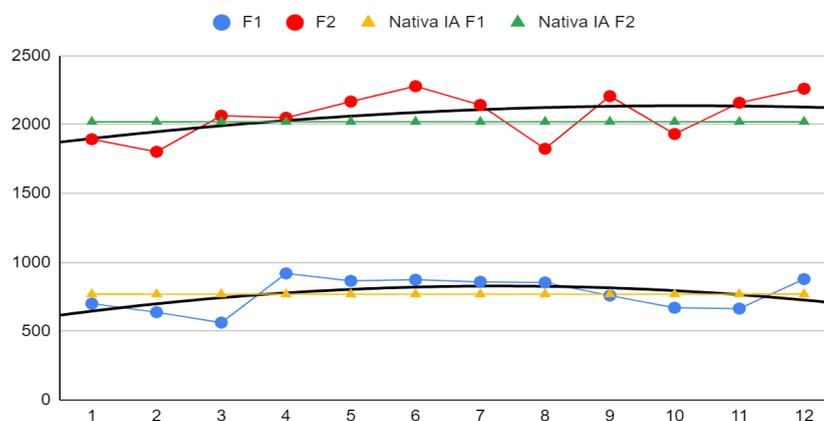


Gráfico 17 - Gráfico desenvolvimental e de linhas de tendência dos valores médios de F1 e F2 (Hz) da vogal /ɛ/ produzida por S3 no decorrer das 12 coletas longitudinais em relação aos valores médios de controle da produção da nativa de IA.

Fonte: o autor

Assim como as demais informantes, o Gráfico 17 demonstra uma possível estabilização nas produções de S3 – com linhas de tendência mais estáveis, por exemplo, em comparação ao Gráfico 16 – no que concerne ao movimento anterior da língua, provavelmente justificada pelo fato de a vogal /ɛ/ pertencer ao sistema fonético-fonológico do português (L1). Todavia, nota-se, especialmente durante as sessões de instrução explícita e dos treinamentos articulatórios, uma oscilação dos valores. Já quanto à F1, os valores se mantêm mais próximos dos apresentados pela falante nativa de IA, com maior estabilidade.

4.2.3.1. Síntese

Foram discutidos nesta seção os gráficos desenvolvimentais e as linhas de tendência dos valores duracionais, F1 e F2 das produções de S3. A análise dos gráficos mostra que S3 apresentou maior duração vocálica entre as coletas 3 e 7, destacando o impacto das instruções explícitas e do treinamento articulatório na produção. A distinção duracional entre /æ/ e /ɛ/ só ocorreu a partir da coleta 5, evidenciando o papel das intervenções na diferenciação das vogais. Enquanto /æ/ mostrou aumento inicial seguido de declínio duracional, /ɛ/ apresentou redução contínua.

Quanto aos valores formânticos, os valores de F1 de /æ/ se aproximaram dos dados controle da nativa de IA logo no início das instruções, com estabilização progressiva, enquanto os de F2, embora superiores, oscilaram, indicando ajustes limitados na anterioridade da vogal. Verspoor, Lowie e De Bot (2021) explicam que esses picos e oscilações refletem o momento em que o aprendiz estava explorando e adicionando novas palavras ao seu repertório lexical, indicando um processo ativo de desenvolvimento linguístico. Já para /ɛ/, os valores de F1 permaneceram próximos aos da nativa, com maior estabilidade, enquanto F2 apresentou oscilações moderadas, refletindo a influência da L1 e o impacto do treinamento. Os resultados sugerem então avanços na produção de /æ/ por S2, especialmente na altura da

língua, ao decorrer das 12 coletas longitudinais. Na próxima seção serão analisados os gráficos desenvolvimentais e de linhas de tendência das produções de S4.

4.2.4 Gráficos desenvolvimentais e de linhas de tendência das produções de S4

Por fim, inicia-se a análise do gráfico desenvolvimental da duração das vogais de S4. Assim como os demais, nele estão presentes os valores de duração das vogais alvo em cada coleta e o valor de duração nas produções da falante nativa de IA:

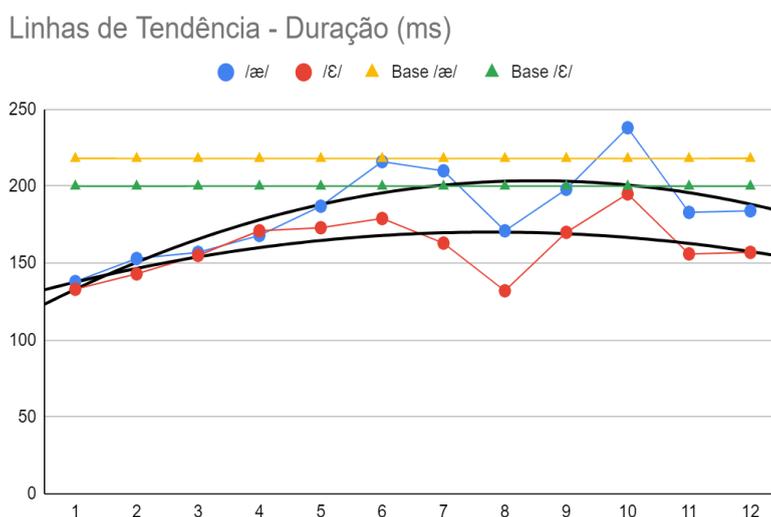


Gráfico 18 - Gráfico desenvolvimental e de linhas de tendência dos valores duracionais (ms) das produções das vogais alvo produzidas por S4 no decorrer das 12 coletas longitudinais em relação ao valor médio de controle das produções da nativa de IA.

Fonte: o autor

Pelo Gráfico 18, é possível perceber uma tendência crescente da duração de ambas as vogais até a terceira coleta de instrução explícita, o que pode demonstrar um esforço articulatorio de S4 para a produção das vogais alvo. Já a partir da segunda coleta de instrução explícita, as vogais passam a ser diferenciadas pela sua duração, alcançando na terceira coleta de IE, valores duracionais de /æ/ aproximados ao valor controle e uma maior largura de banda entre a duração das vogais. Na referida coleta, como já mencionado, as aprendizes eram solicitadas a explicar o porquê de as vogais /ɛ/ e /æ/ serem denominadas na

literatura como baixas anteriores. Esta distinção entre as vogais manteve-se até o final das coletas.

Ao analisar as duas linhas de tendência polinomial de grau 2, percebe-se que houve um crescimento dos valores de duração até a penúltima sessão de instrução explícita e de treinamento articulatório com o ultrassom (coleta 8), e um declínio durante as coletas finais, indiciando o impacto da ferramenta ultrassonográfica na produção das vogais alvo.

No Gráfico 19, é possível visualizar como as médias dos valores formânticos da vogal /æ/ se comportaram no decorrer das coletas longitudinais.

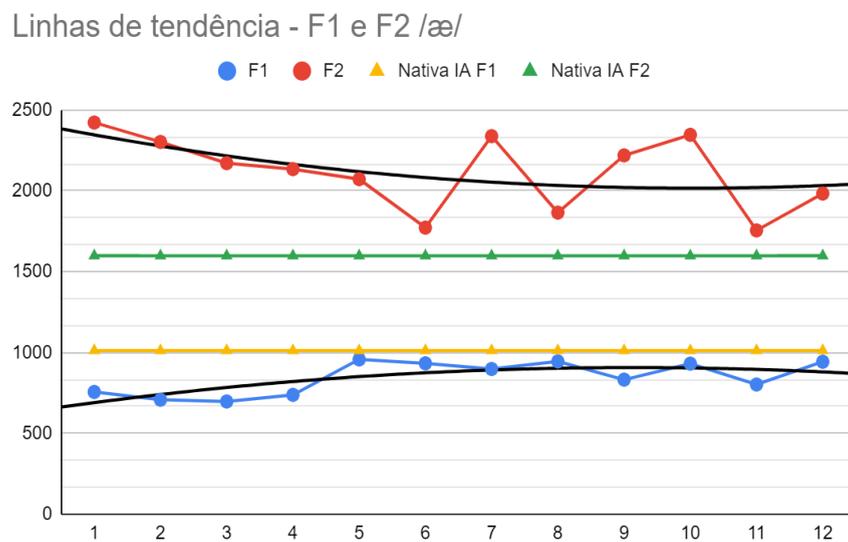


Gráfico 19 - Gráfico desenvolvimental e de linhas de tendência dos valores médios de F1 e F2 (Hz) da vogal /æ/ produzida por S4 no decorrer das 12 coletas longitudinais em relação aos valores médios de controle da produção da nativa de IA.

Fonte: o autor

Por meio do Gráfico 19, percebe-se que, a partir do início das instruções explícitas e do treinamento articulatório com o ultrassom, os valores de F1 de S4 tenderam a se aproximar do valor controle da nativa de IA, estando mais aproximados a partir da segunda coleta de instrução explícita, e mantendo-se até a última coleta final, o que pode demonstrar uma certa estabilização de valores no decorrer do processo. Isso segue de encontro com os comentários de S4 na segunda seção “Está sendo difícil, mas estou conseguindo entender e diferenciar os sons” e na quarta seção de instrução explícita e treinamento articulatório quando comenta que “Estou me esforçando para tentar fazer os movimentos certos”.

Entretanto, em relação a F2, os valores se aproximaram apenas nas coletas 3, 5 e 11 de instrução explícita, o que pode indiciar a instabilidade do sistema.

Ainda, conforme o Gráfico 19, a linha de tendência relativa a F1 se apresenta com pouca curvatura, aproximando-se dos valores de controle, o que pode significar que a informante apresentou pouca variabilidade na produção desta frequência. Contudo, em F2, a linha de tendência evidencia uma diminuição dos valores do formante no decorrer das coletas, estabilizando-se ao final, podendo-se inferir um possível ganho de acurácia em sua produção.

No Gráfico 20, é possível visualizar como as médias dos valores formânticos da vogal /ɛ/ se comportaram no decorrer das coletas longitudinais.

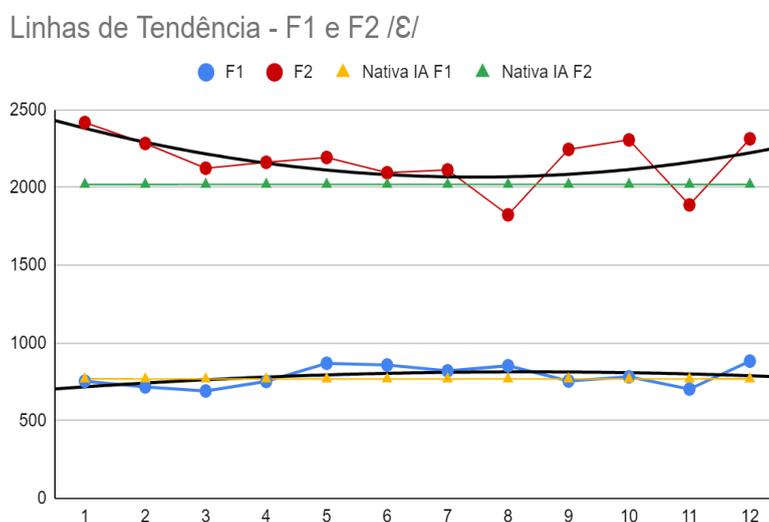


Gráfico 20 - Gráfico desenvolvimental e de linhas de tendência dos valores médios de F1 e F2 (Hz) da vogal /ɛ/ produzida por S4 no decorrer das 12 coletas longitudinais em relação aos valores médios de controle da produção da nativa de IA.

Fonte: o autor

Em comparação a /æ/, o Gráfico 20 demonstra valores mais estáveis no que concerne ao movimento anterior da língua, provavelmente justificada pelo fato de a vogal /ɛ/ pertencer ao sistema fonético-fonológico do português (L1). Os valores de F1 se destacam pela proximidade aos apresentados pela nativa no transcorrer de todas as coletas.

A linha de tendência de F2, no entanto, apresenta-se em declínio até a coleta 9, seguida por uma curvatura em elevação na porção final, o que pode demonstrar uma desestabilização no sistema.

4.2.4.1. Síntese

Nesta seção foram discutidos os gráficos desenvolvimentais e as linhas de tendência dos valores de duração, F1 e F2 de S4. A análise das produções revela um aumento inicial na duração das vogais alvo até a terceira coleta de instrução explícita, com distinção crescente entre as vogais /æ/ e /ɛ/, especialmente a partir da segunda coleta de IE. Essa diferenciação se mantém até o final das coletas, indicando o impacto das instruções explícitas e do treinamento articulatorio.

Os valores de F1 para /æ/ aproximaram-se dos valores controle desde o início das instruções, enquanto F2 mostrou maior instabilidade, com aproximações pontuais e tendência de diminuição. Já para /ɛ/, os valores de F1 foram consistentes com os da nativa, enquanto F2 apresentou declínio até a coleta 9, seguido por leve elevação. As linhas de tendência indicam maior estabilidade em /ɛ/ devido à sua presença no sistema fonológico da L1, contrastando com oscilações em /æ/, evidenciando desafios no ajuste articulatorio dessa vogal. Desta forma, pode-se inferir um possível ganho de acurácia de S4 na produção distintiva de /æ/, principalmente por F1. Ao finalizar a análise dos sujeitos de forma individual, segue a perspectiva de Lima Jr. (2016) que destaca a maior eficácia da abordagem individual e longitudinal para compreender o desenvolvimento fonológico em L2 como um sistema complexo e dinâmico, uma vez que todas tiveram caminhos desenvolvimentais diferentes.

Na próxima seção, serão apresentados os gráficos de mínimo e máximo – elaborados com janela de três pontos –, de forma a verificar a largura de banda entre os valores duracionais e formânticos no decorrer das doze coletas longitudinais, viabilizando uma análise da variabilidade no transcorrer das coletas.

4.3 Gráficos de mínimo e máximo

Nesta seção, será realizada a análise estatística descritiva acerca dos dados longitudinais das informantes, relativos às produções das vogais alvo da pesquisa através de gráficos de mínimo e máximo com a finalidade de analisar a largura de banda entre os valores das coletas demonstrando o quanto os valores

tenderam a variar, tendo como base os valores das médias de duração, F1 e F2, em comparação com os dados da falante nativa de IA.

O primeiro gráfico a ser analisado em cada subseção é o gráfico de mínimo e máximo da duração das vogais. Logo após o gráfico de mínimo e máximo de F1 e F2 da vogal [æ] e por último o gráfico de mínimo e máximo de F1 e F2 da vogal [ɛ].

4.3.1 Gráficos de mínimo e máximo das produções de S1

O primeiro gráfico a ser analisado nesta seção é o gráfico de mínimo e máximo dos valores médios de duração (ms) das vogais alvo e o valor médio duracional das produções da falante nativa de IA, utilizado como referência.

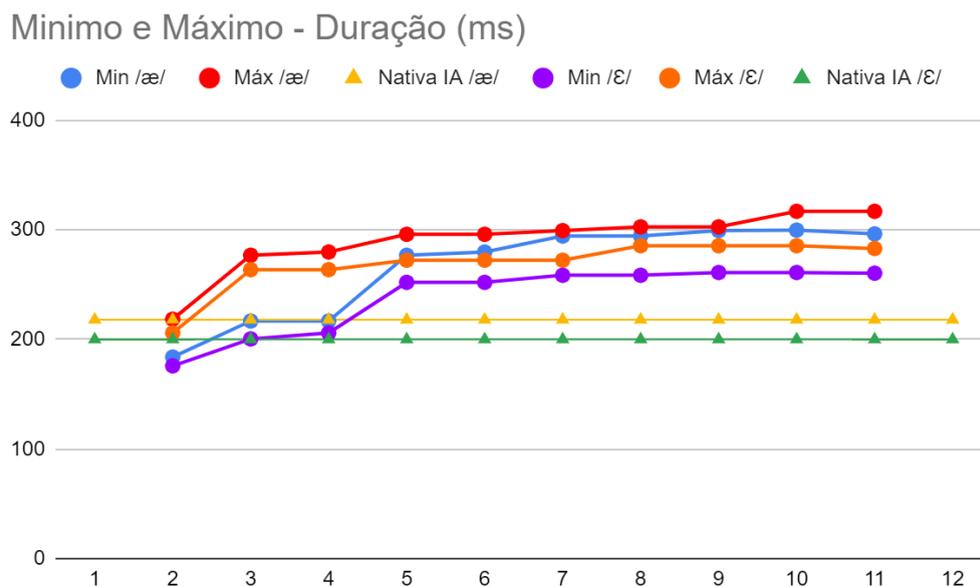


Gráfico 21 - Gráfico de mínimo e máximo dos valores médios duracional das vogais alvo produzidas por S1 no decorrer das 12 coletas longitudinais em relação aos valores médios de controle da produção da Nativa de IA.

Fonte: o autor

Por meio do Gráfico 21, é possível analisar o quanto S1 apresentou variação nos valores médios da duração de ambas as vogais em suas produções. Tendo em vista a largura de banda entre os valores mínimo e máximo, verifica-se que a informante apresentou maior variabilidade durante o percurso longitudinal entre os pontos de análise 3 e 4 (216 ms a 276 ms para [æ] e 200 ms a 263 ms para

[ε]), momentos em que iniciaram as coletas de instrução e treinamento com o ultrassom para as duas vogais alvo.

Entretanto, no decorrer dos demais pontos, percebe-se uma diminuição na largura de banda entre os valores máximos e mínimos das vogais, principalmente no ponto de análise 7 (294 ms a 299 ms para [æ] e 258 ms a 272 ms para [ε]), o que podemos inferir ser uma possível estabilização duracional durante o treinamento articulatorio. Esta largura de banda volta a aumentar durante as coletas finais, entretanto, com menos variabilidade do que nas coletas iniciais. Isto pode demonstrar que o aumento da duração pode continuar sendo um fator distintivo entre as vogais, visto que os valores máximos de duração da vogal [ε] se mantiveram menores que os valores mínimos duracionais da vogal [æ], portanto, o uso da ferramenta metodológica para treinamento articulatorio demonstra ser um auxílio na distinção duracional entre as vogais alvo da pesquisa.

No Gráfico 22, é possível visualizar os valores mínimos e máximos das médias de F1 e F2 da vogal [æ] e o valor médio de F1 e F2 das produções da falante nativa de IA.

Mínimo e Máximo /æ/

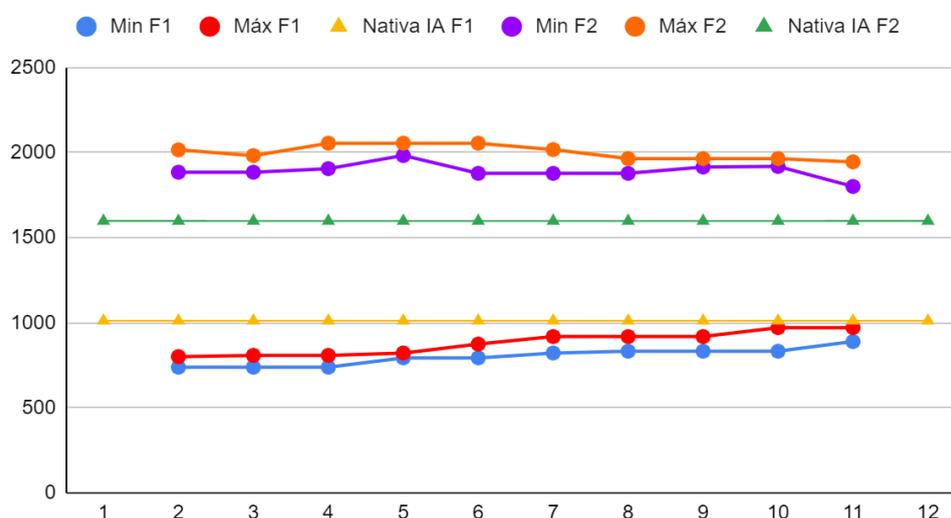


Gráfico 22 - Gráfico de mínimo e máximo dos valores médios de F1 e F2 (Hz) da vogal [æ] da informante 1 no decorrer das 12 coletas longitudinais em relação aos valores médios de controle da produção da Nativa de IA.

Fonte: o autor

Por meio do Gráfico 22, é possível analisar o quanto S1 apresentou variação nos valores médios de F1 e F2 em suas produções de [æ]. Tendo em vista a largura de banda entre os valores mínimo e máximo, verifica-se que a informante não apresentou momentos de grande variação durante o percurso longitudinal das coletas, o que corrobora a pouca variabilidade e estabilização do sistema já apontada pelas linhas de tendência. Para F2, especialmente, é possível perceber que os momentos em que apresentou maior largura de banda foram sinalizados nos pontos de análise 4, 6 e 7, ou seja, durante as coletas de instrução e de treinamento articulatorio com o ultrassom.

No Gráfico 23, é possível visualizar os valores mínimos e máximos das médias de F1 e F2 da vogal [ɛ] e o valor médio de F1 e F2 das produções da falante nativa de IA.

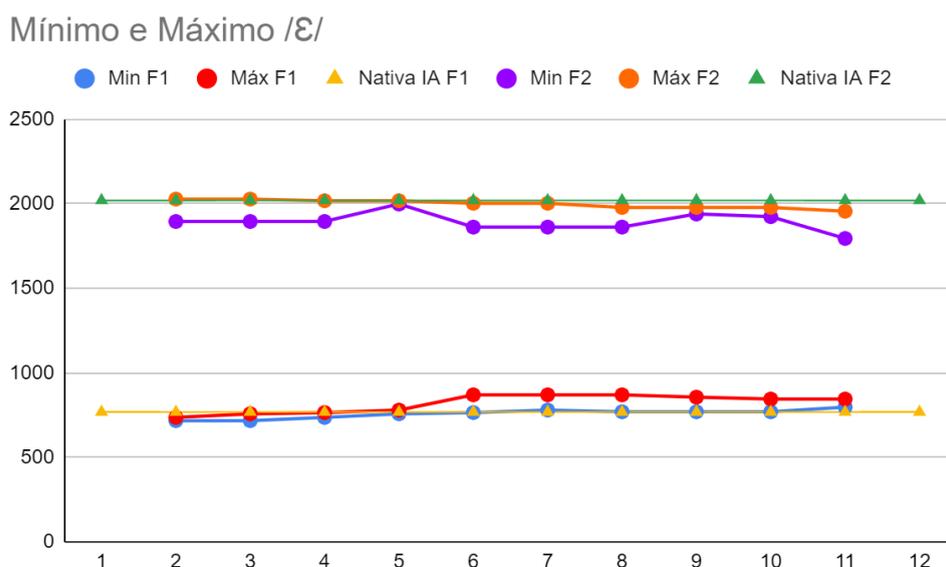


Gráfico 23 - Gráfico de mínimo e máximo dos valores médios de F1 e F2 (Hz) da vogal [ɛ] produzida por S1 no decorrer das 12 coletas longitudinais em relação aos valores médios de controle da produção da Nativa de IA.

Fonte: o autor

Conforme o Gráfico 23, no que concerne às produções da vogal [ɛ], os valores formânticos de mínimo e máximo são igualmente aproximados, o que confirma a estabilização do sistema. Considerando que a referida vogal já faz parte do sistema fonético-fonológico do português, não eram esperados momentos expressivos de variabilidade.

4.3.1.1. Síntese

Foram apresentados nessa seção os gráficos de mínimo e máximo dos dados das produções de S1. Nos gráficos analisados, observa-se a evolução das produções de S1 em relação à duração e aos valores formânticos das vogais [æ] e [ɛ] ao longo de 12 coletas longitudinais. Inicialmente, houve uma variação considerável nas durações das vogais, especialmente entre as coletas 3 e 4, quando começou o treinamento articulatório com ultrassom. Esse período de maior variabilidade foi seguido por uma diminuição nas flutuações, sugerindo uma estabilização duracional, especialmente em relação à distinção entre as vogais, com os valores de [ɛ] continuando a ser menores que os de [æ].

Quanto aos valores formânticos, observou-se pouca variação ao longo das 12 coletas longitudinais para as produções da vogal [æ], com maiores variações em F2 durante as coletas de treinamento. Já para a vogal [ɛ], que já faz parte do sistema fonológico do português, as variações foram mínimas, confirmando a estabilização do sistema. Esses resultados indicam que o treinamento articulatório contribuiu para a distinção das vogais por S1, principalmente pela duração das vogais. Na próxima seção serão apresentados os gráficos de mínimo e máximo das produções de S2.

4.3.2 Gráficos de mínimo e máximo das produções de S2

O primeiro gráfico a ser analisado nesta seção é o gráfico de mínimo e máximo dos valores médios de duração (ms) das vogais alvo e o valor médio duracional das produções da falante nativa de IA, utilizado como referência.

Minimo e Máximo - Duração (ms)

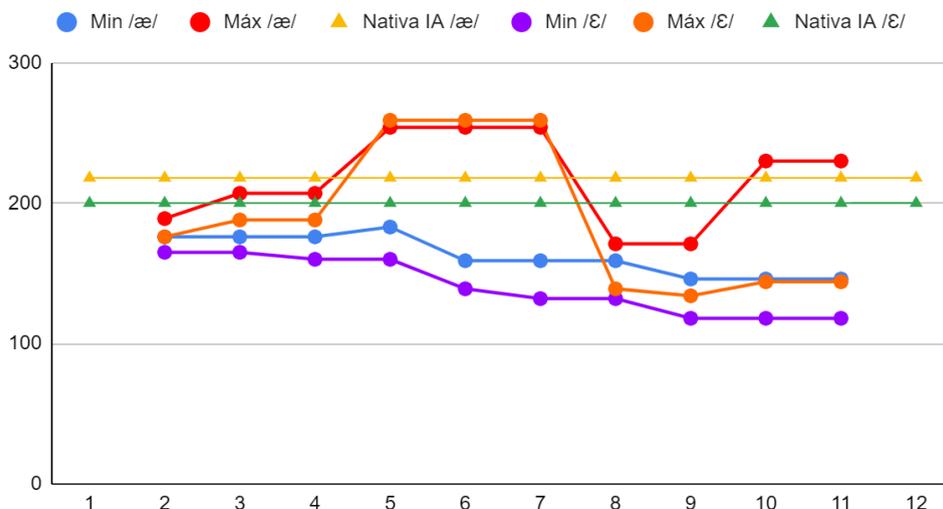


Gráfico 24 - Gráfico de mínimo e máximo dos valores médios duracional das vogais alvo produzidas por S2 no decorrer das 12 coletas longitudinais em relação aos valores médios de controle da produção da Nativa de IA
Fonte: o autor

Por meio do Gráfico 24, é possível analisar o quanto S2 apresentou variação nos valores médios da duração de ambas as vogais em suas produções. Tendo em vista a largura de banda entre os valores mínimo e máximo, verifica-se que a informante apresentou maior variabilidade durante o percurso longitudinal entre os pontos de análise 5 e 7, momentos entre as coletas três e cinco de instrução e treinamento com o ultrassom para as duas vogais alvo, demonstrando o impacto da ferramenta na variabilidade dos valores.

Entretanto, no decorrer dos demais pontos, percebe-se uma diminuição na largura de banda entre os valores máximos e mínimos de [ɛ], principalmente no ponto de análise 8 (132 ms a 139 ms para [ɛ]), o que podemos inferir ser uma possível estabilização duracional ao final do treinamento articulatorio. Esta largura de banda volta a aumentar durante as coletas finais, entretanto, com menos variabilidade do que nas coletas iniciais. Isto pode demonstrar que o aumento da duração pode continuar sendo um fator distintivo entre as vogais, visto que os valores máximos de duração da vogal [ɛ] se mantiveram menores que os valores mínimos duracional da vogal [æ], portanto, o uso da ferramenta metodológica para treinamento articulatorio pode demonstrar ser um auxílio na distinção duracional entre as vogais alvo da pesquisa.

No Gráfico 25, é possível visualizar os valores mínimos e máximos das médias de F1 e F2 da vogal [æ] e o valor médio de F1 e F2 das produções da falante nativa de IA.

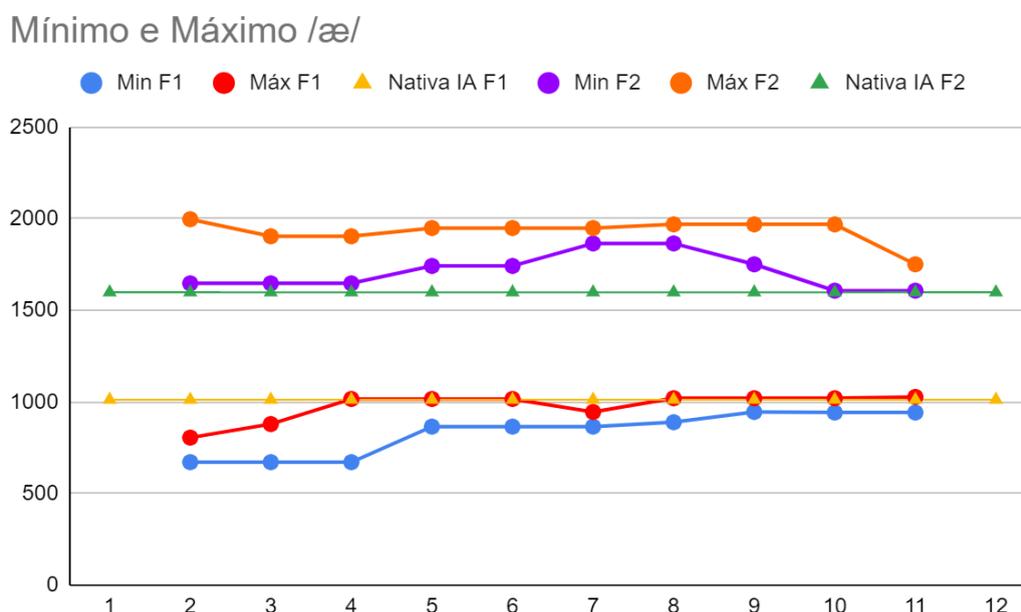


Gráfico 25 - Gráfico de mínimo e máximo dos valores médios de F1 e F2 (Hz) da vogal [æ] de S2 no decorrer das 12 coletas longitudinais em relação aos valores médios de controle da produção da Nativa de IA.

Fonte: o autor

Por meio do Gráfico 25, é possível analisar o quanto S2 apresentou variação nos valores médios de F1 e F2 em suas produções de [æ]. Tendo em vista a largura de banda entre os valores mínimo e máximo, verifica-se que a informante apresentou momentos de variação maior durante o início do percurso longitudinal das coletas. Em F1 a informante teve a maior largura de banda no ponto 4 das coletas, no início das instruções explícitas e treinamento articulatório, o que pode indicar que o instrumento metodológico foi importante para o aumento da variabilidade e consequentemente para uma estabilização posterior que pode significar mudança.

Para F2, especialmente, é possível perceber que os momentos em que apresentou maior largura de banda foram sinalizados nos pontos de análise 1 e 10, ou seja, durante as coletas iniciais e as coletas finais. Entretanto, durante o percurso de instrução explícita e treinamento articulatório ainda apresentou uma largura de banda maior e diminuindo até chegar aos pontos de análise 7 e 8, ou seja, se

encaminhando ao final das coletas de instrução explícita, podendo inferir que o sistema tendeu a se estabilizar ao final dessas coletas e aumentando no início das coletas finais, o que pode demonstrar uma influência do instrumento metodológico no sistema de F2 da informante.

No Gráfico 26, é possível visualizar os valores mínimos e máximos das médias de F1 e F2 da vogal [ɛ] e o valor médio de F1 e F2 das produções da falante nativa de IA.

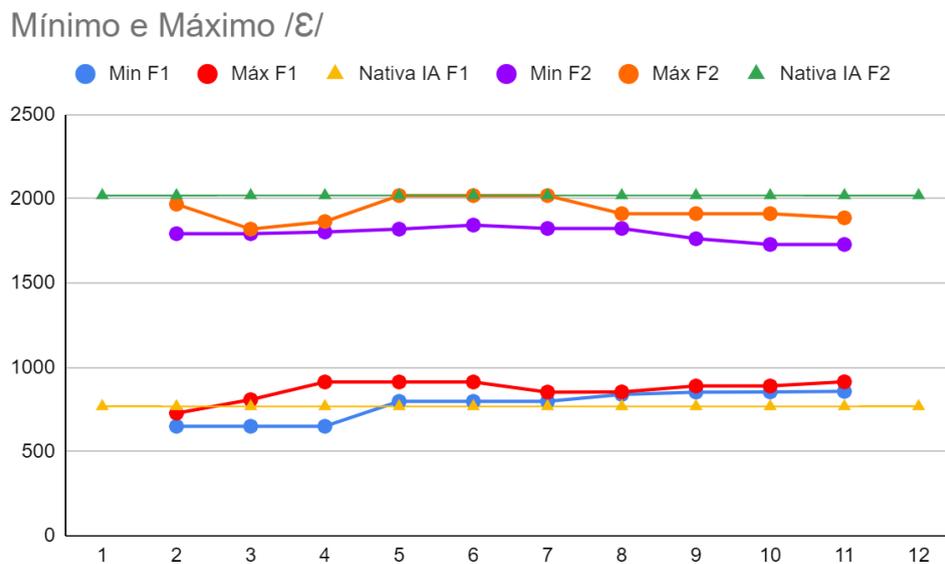


Gráfico 26 - Gráfico de mínimo e máximo dos valores médios de F1 e F2 (Hz) da vogal [ɛ] produzida por S2 no decorrer das 12 coletas longitudinais em relação aos valores médios de controle da produção da Nativa de IA.
Fonte: o autor

Conforme o Gráfico 26, no que concerne às produções da vogal [ɛ], os valores formânticos de mínimo e máximo são igualmente aproximados, o que confirma a estabilização do sistema. Considerando que a referida vogal já faz parte do sistema fonético-fonológico do português, não eram esperados momentos expressivos de variabilidade.

4.3.2.1. Síntese

Foram discutidos nessa seção os gráficos de mínimo e máximo dos valores de duração, F1 e F2 das produções de S2. No decorrer das 12 coletas longitudinais, a análise dos gráficos revelou que S2 apresentou variação na duração e nos valores formânticos das vogais [æ] e [ɛ], especialmente durante as coletas 3 a 5, quando iniciou o treinamento articulatório com ultrassom. Nesse período, a variabilidade foi maior, mas ao longo do tempo, especialmente para a vogal [ɛ], observou-se uma diminuição na largura de banda, sugerindo uma estabilização da duração, embora [ɛ] continuasse a ter durações menores que [æ], mantendo uma distinção duracional.

Os valores de F1 e F2 da vogal [æ] também mostraram maior variação nas coletas iniciais, com F1 apresentando mais variabilidade no início do treinamento, seguida de uma estabilização que pode indicar mudanças no sistema. Verspoor e De Bot (2021) argumentam que, nas etapas iniciais do desenvolvimento, é comum observar maior variabilidade, uma vez que os aprendizes estão testando diferentes estratégias e as aplicando de maneira inconsistente. No entanto, à medida que avançam, espera-se que o uso de estratégias mais avançadas se torne gradualmente mais uniforme, levando a produções mais estáveis.

Para F2, a maior variação foi observada nas coletas iniciais e finais, com estabilização durante o treinamento, o que indica a influência do uso do ultrassom. Já para a vogal [ɛ], os valores formânticos mantiveram-se estáveis, o que é esperado devido à sua integração no sistema fonológico do português. Em síntese, o treinamento articulatório com ultrassom contribuiu para a distinção das vogais das produções de S2, tanto na duração quanto nos valores formânticos das vogais analisadas. Na próxima seção, serão analisados os gráficos de mínimo e máximo das produções de S3.

4.3.3 Gráficos de mínimo e máximo das produções de S3

O primeiro gráfico a ser analisado nesta seção é o gráfico de mínimo e máximo dos valores médios de duração (ms) das vogais alvo e o valor médio duracional das produções da falante nativa de IA, utilizado como referência.

Minimo e Máximo - Duração (ms)

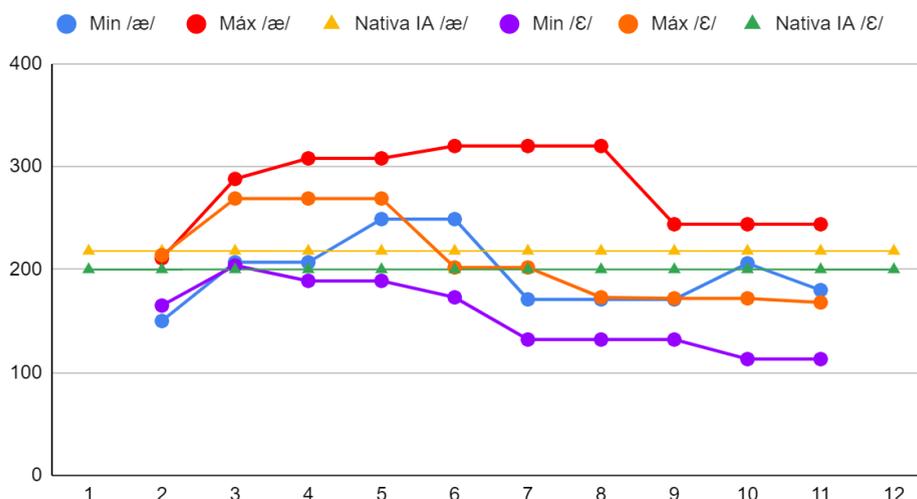


Gráfico 27 - Gráfico de mínimo e máximo dos valores médios duracional das vogais alvo produzidas por S3 no decorrer das 12 coletas longitudinais em relação aos valores médios de controle da produção da Nativa de IA.

Fonte: o autor

Por meio do Gráfico 27, é possível analisar o quanto S3 apresentou variação nos valores médios da duração de ambas as vogais em suas produções. Tendo em vista a largura de banda entre os valores mínimo e máximo, verifica-se que a informante apresentou alto grau de variabilidade durante praticamente todo o percurso longitudinal para ambas as vogais, alcançando uma maior largura de banda em [æ] entre as coletas de instrução explícita quatro e cinco (pontos 7 e 8), demonstrando o impacto da ferramenta metodológica na variabilidade dos valores de duração da vogal não pertencente ao sistema fonológico da L1.

Para a vogal [ɛ], os momentos de maior largura de banda ocorreram nos pontos três, quatro e cinco, demonstrando uma maior variabilidade no início do treinamento articulatório, e logo após uma diminuição da largura de banda no decorrer dos pontos, o que podemos inferir ser um possível esforço articulatório no início das instruções explícitas.

No Gráfico 28, é possível visualizar os valores mínimos e máximos das médias de F1 e F2 da vogal [æ] e o valor médio de F1 e F2 das produções da falante nativa de IA.

Mínimo e Máximo /æ/

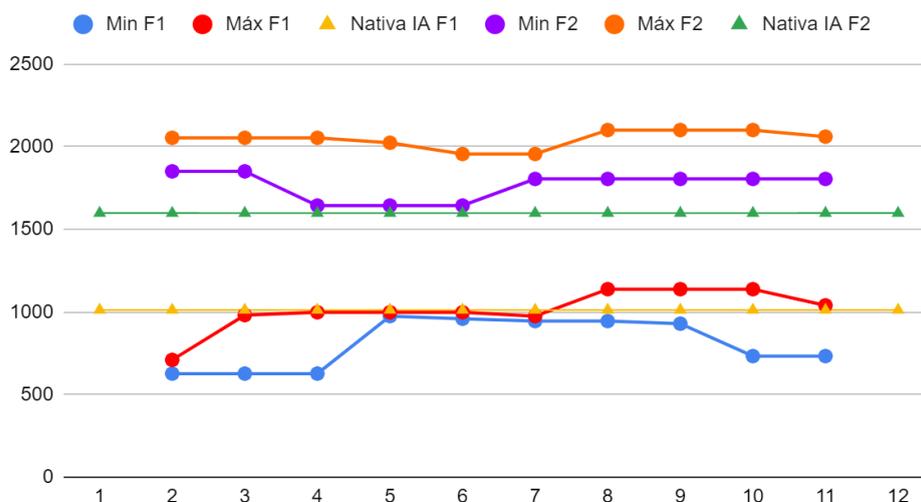


Gráfico 28 - Gráfico de mínimo e máximo dos valores médios de F1 e F2 (Hz) da vogal [æ] de S3 no decorrer das 12 coletas longitudinais em relação aos valores médios de controle da produção da Nativa de IA.

Fonte: o autor

Por meio do Gráfico 28, é possível analisar o quanto S4 apresentou variação nos valores médios de F1 e F2 em suas produções de [æ]. Tendo em vista a largura de banda entre os valores mínimo e máximo, verifica-se que a informante apresentou momentos de variação maior em F1 durante os pontos três e quatro, no início das instruções explícitas e treinamento articulatório. Percebe-se que ocorre uma estabilidade nos valores formânticos nos pontos de análise 5, 6 e 7, seguidos por uma pequena largura de banda nos pontos 8 e 9, finalizando com um aumento na largura de banda nas coletas finais, podendo-se inferir que o sistema tendeu a se estabilizar ao final dessas coletas e aumentando no início das coletas finais, o que pode demonstrar uma influência do instrumento metodológico no sistema de F1 da informante.

Para F2, especialmente, é possível perceber que os momentos em que apresentou maior largura de banda foram sinalizados nos pontos de análise 4, 5, e 6, ou seja, durante o início das coletas de instrução explícita. Durante o resto do percurso, há uma diminuição na largura de banda no ponto de análise 7, seguido de um pequeno aumento e estabilização na largura de banda nos demais pontos, o que pode demonstrar uma variação contínua nos valores formânticos.

No Gráfico 29, é possível visualizar os valores mínimos e máximos das médias de F1 e F2 da vogal [ɛ] e o valor médio de F1 e F2 das produções da falante nativa de IA.

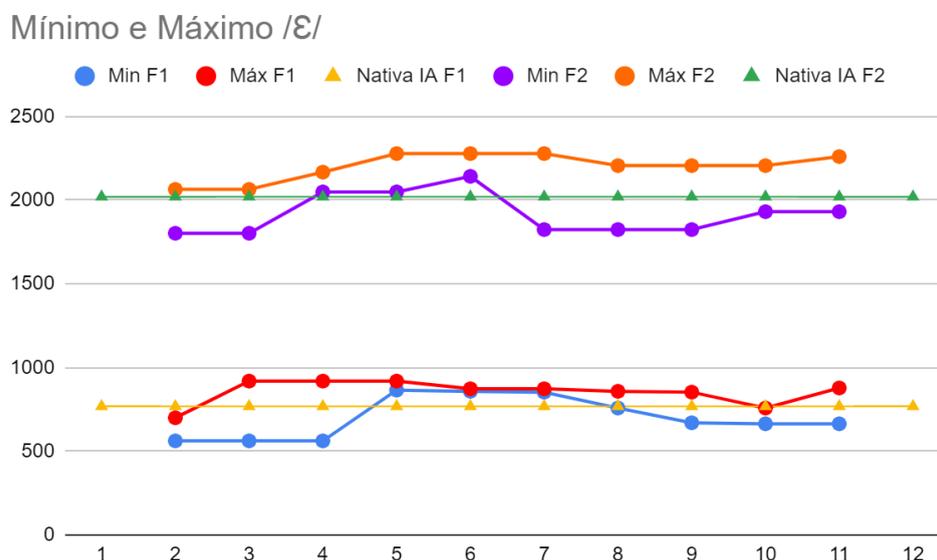


Gráfico 29 - Gráfico de mínimo e máximo dos valores médios de F1 e F2 (Hz) da vogal [ɛ] produzida por S3 no decorrer das 12 coletas longitudinais em relação aos valores médios de controle da produção da Nativa de IA.

Fonte: o autor

Conforme o Gráfico 29, no que concerne às produções da vogal [ɛ], os valores formânticos de mínimo e máximo são igualmente aproximados, o que confirma a estabilização do sistema. Considerando que a referida vogal já faz parte do sistema fonético-fonológico do português, não eram esperados momentos expressivos de variabilidade.

4.3.3.1. Síntese

Nesta seção, a análise dos gráficos de mínimo e máximo da duração e dos valores formânticos das vogais [æ] e [ɛ] produzidas por S3 ao longo das 12 coletas longitudinais indica uma alta variabilidade, especialmente durante as coletas 4 e 5, que coincidem com o início do treinamento articulatório. Para a vogal [æ], observou-se um aumento na largura de banda, sugerindo o impacto do treinamento com ultrassom, enquanto para [ɛ], a maior variabilidade ocorreu nas fases iniciais do treinamento, com uma subsequente redução da largura de banda, possivelmente

devido ao esforço articulatório, como nos trabalhos de Pillot-Loiseau et al. (2013), Tsui (2012), Ferreira-Gonçalves, Pereira e Lemes (2019), Lemes (2021) e Silva-Garcia (2022).

Os valores de F1 e F2 de [æ] das produções durante as 12 coletas longitudinais mostraram maior variação no início das coletas, mas estabilizaram-se nos pontos seguintes, sugerindo uma adaptação gradual ao treinamento. Para F2, a variabilidade foi maior no início, mas também apresentou uma tendência de estabilização ao longo das coletas. Em relação à vogal [ɛ], os valores formânticos se mantiveram próximos, confirmando a estabilização do sistema, o que era esperado, dado que a vogal já faz parte do sistema fonológico do português. O uso da ferramenta metodológica, portanto, teve um efeito significativo, tanto na variabilidade duracional quanto nos valores formânticos das vogais, contribuindo para a distinção das produções das vogais de S3. Na próxima seção, serão apresentados os gráficos de mínimo e máximo das produções de S4.

4.3.4 Gráficos de mínimo e máximo das produções de S4

Seguindo a organização do texto, o primeiro gráfico a ser analisado nesta seção é o gráfico de mínimo e máximo dos valores médios de duração (ms) das vogais alvo e o valor médio duracional das produções da falante nativa de IA, utilizado como referência.

Minimo e Máximo - Duração (ms)

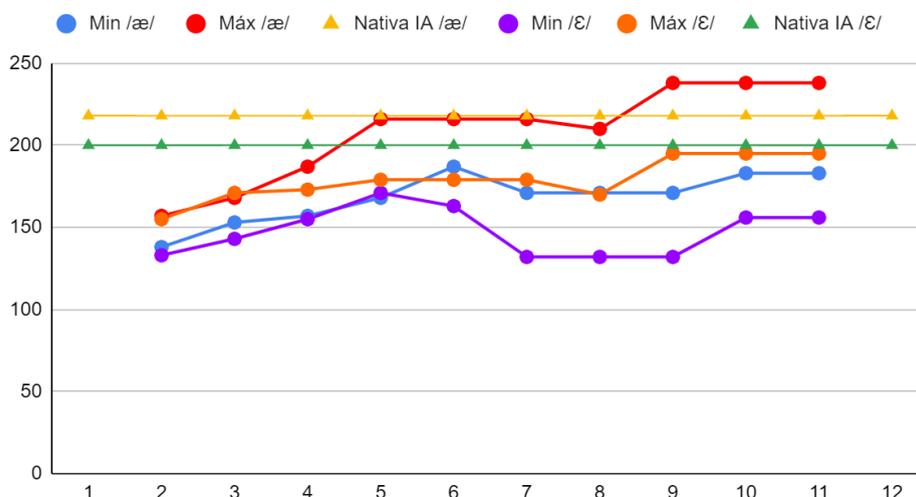


Gráfico 30 - Gráfico de mínimo e máximo dos valores médios duracionais das vogais alvo produzidas por S4 no decorrer das 12 coletas longitudinais em relação aos valores médios de controle da produção da Nativa de IA.

Fonte: o autor

Por meio do Gráfico 30, é possível analisar o quanto S4 apresentou variação nos valores médios da duração de ambas as vogais em suas produções. Tendo em vista a largura de banda entre os valores mínimo e máximo, verifica-se que a informante apresentou maior variabilidade durante o percurso longitudinal para [æ] e [ɛ] entre os pontos finais de análise, principalmente para a vogal não pertencente ao inventário fonológico da L1 momentos em que finalizaram as coletas de instrução e treinamento com o ultrassom para as duas vogais alvo.

Entretanto, nos pontos iniciais (de 2 a 5), percebe-se uma diminuição na largura de banda entre os valores máximos e mínimos de [ɛ], principalmente no ponto de análise 5 (294 ms a 299 ms), o que podemos inferir ser uma possível estabilização duracional durante o início treinamento articulatório. Esta largura de banda volta a aumentar durante as últimas coletas de instrução explícita e as coletas finais. Isto pode demonstrar que o aumento da duração pode continuar sendo um fator distintivo entre as vogais, visto que os valores máximos de duração da vogal [ɛ] se mantiveram menores que os valores mínimos duracional da vogal [æ], portanto, o uso da ferramenta metodológica para treinamento articulatório demonstra ser um auxílio na distinção duracional entre as vogais alvo da pesquisa.

No Gráfico 31, é possível visualizar os valores mínimos e máximos das médias de F1 e F2 da vogal [æ] e o valor médio de F1 e F2 das produções da falante nativa de IA.

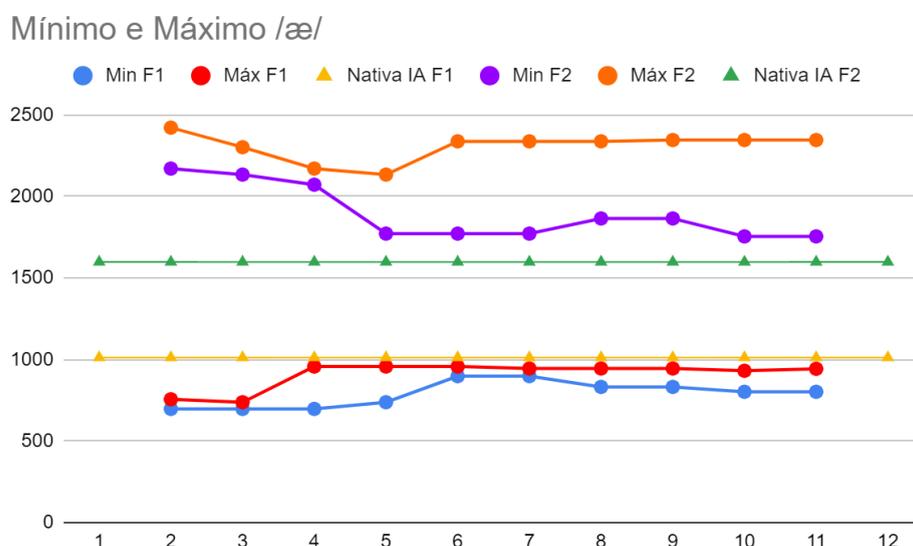


Gráfico 31 - Gráfico de mínimo e máximo dos valores médios de F1 e F2 (Hz) da vogal [æ] de S4 no decorrer das 12 coletas longitudinais em relação aos valores médios de controle da produção da Nativa de IA.

Fonte: o autor

Tendo em vista a largura de banda entre os valores mínimo e máximo dos formantes da vogal [æ], verifica-se que a informante apresentou poucos momentos de variação durante o percurso longitudinal das coletas em F1, contudo, a informante teve a maior largura de banda nos pontos 4 e 5 das coletas, no início das instruções explícitas e treinamento articulatório, o que pode indicar que o instrumento metodológico foi importante para o aumento da variabilidade e consequentemente para uma estabilização posterior que pode significar mudança.

Para F2, contudo, verifica-se que a informante apresentou momentos de variação durante o percurso longitudinal das coletas, iniciando no ponto 5, durante as instruções explícitas e treinamento articulatório, se estendendo até o final, o que pode demonstrar uma influência do instrumento metodológico no sistema de F2 da informante.

No Gráfico 32, é possível visualizar os valores mínimos e máximos das médias de F1 e F2 da vogal [ɛ] e o valor médio de F1 e F2 das produções da falante nativa de IA.

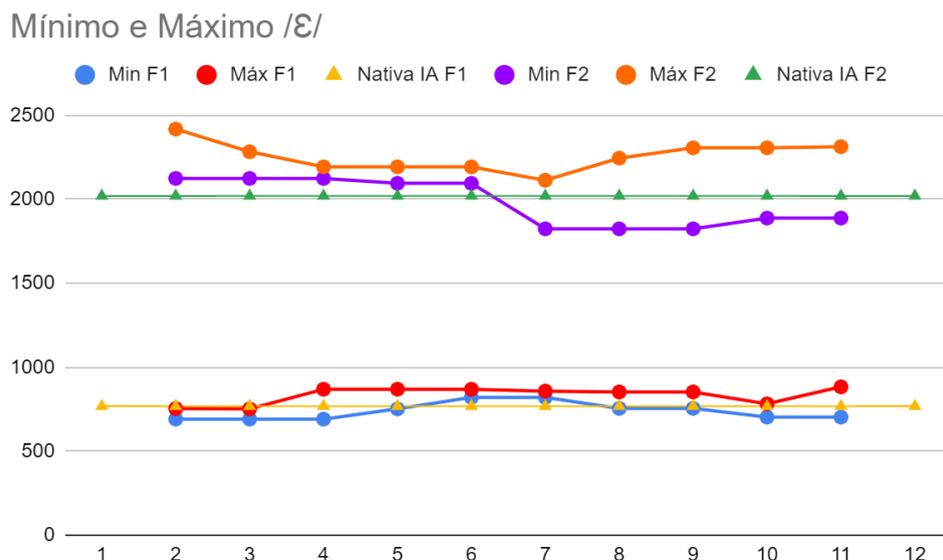


Gráfico 32 - Gráfico de mínimo e máximo dos valores médios de F1 e F2 (Hz) da vogal [ɛ] produzida por S4 no decorrer das 12 coletas longitudinais em relação aos valores médios de controle da produção da Nativa de IA.
Fonte: o autor

Conforme o Gráfico 32, no que concerne às produções da vogal [ɛ], os valores de F1 de mínimo e máximo são igualmente aproximados, o que confirma a estabilização do sistema. Contudo, do ponto de análise 7 até os pontos finais, houve um aumento na largura de banda dos valores de F2, o que pode indicar que o instrumento metodológico foi importante para o aumento da variabilidade e conseqüentemente para uma estabilização posterior que pode significar mudança.

4.3.4.1. Síntese

Foram discutidos nesta seção os gráficos de mínimo e máximo dos valores duracionais, F1 e F2 das produções de S4. Os resultados apresentados indicam que o treinamento articulatorio, aliado ao uso de ultrassom, teve um impacto significativo nas produções de S4 ao longo das 12 coletas longitudinais. Em relação à duração das vogais, a informante apresentou maior variabilidade, especialmente para a vogal [æ], que não faz parte do inventário fonológico de sua L1. No início do treinamento, essa variabilidade diminuiu, mas aumentou nas fases finais, sugerindo uma estabilização duracional.

Quanto aos formantes, as produções de S4 mostraram pouca variação em F1, mas houve um aumento na largura de banda nos pontos 4 e 5, indicando que o treinamento contribuiu para a variabilidade e uma possível mudança no sistema, uma vez que, conforme Larsen-Freeman (2011), a linguagem, enquanto sistema aberto e não-linear, origina novas formas a partir de suas interações com outros agentes, por meio de processos contínuos próprios do sistema. Nesse contexto, as interações com o ambiente externo desencadeiam uma auto-organização, resultando em transformações internas.

Em F2, a variabilidade aumentou a partir do ponto 5 e se manteve até o final, reforçando a ideia de que o método utilizado teve um efeito nas produções da falante. De maneira geral, os resultados sugerem que o treinamento articulatório foi eficaz para promover a diferenciação das características duracionais e de F1 e F2 das vogais [æ] e [ɛ].

A seguir, serão apresentados os gráficos de *change points*, de forma a averiguar possíveis mudanças de fase e os seus estágios no decorrer das doze coletas longitudinais.

4.4 Gráficos de *change points*

Os gráficos e tabelas a serem analisados nesta seção foram extraídos do *software Change Points Analyzer* a partir dos valores médios de duração, F1 e F2 das vogais [æ] e [ɛ], de forma a verificar se a variabilidade encontrada pode indicar mudança de fase. Assim como supracitado, essa análise é empregada para determinar o momento em que ocorre uma mudança nos padrões de um conjunto de dados longitudinais, auxiliando na identificação de estágios de desenvolvimento da produção das vogais alvo da pesquisa.

Os gráficos a serem analisados em cada subseção são construídos individualmente por cada objeto de análise: duração de [æ] (ms), duração de [ɛ] (ms), F1 de [æ], F2 de [æ], F1 de [ɛ] e F2 de [ɛ]. Uma vez apresentando mudança significativa nos padrões dos dados referidos será apresentado a tabela de mudanças significativas logo após o gráfico.

4.4.1 Gráficos de *change points* das produções de S1

Primeiramente serão apresentados o gráfico e a tabela dos valores plotados de duração da vogal [æ], conforme o Gráfico 33 e a Tabela 14:

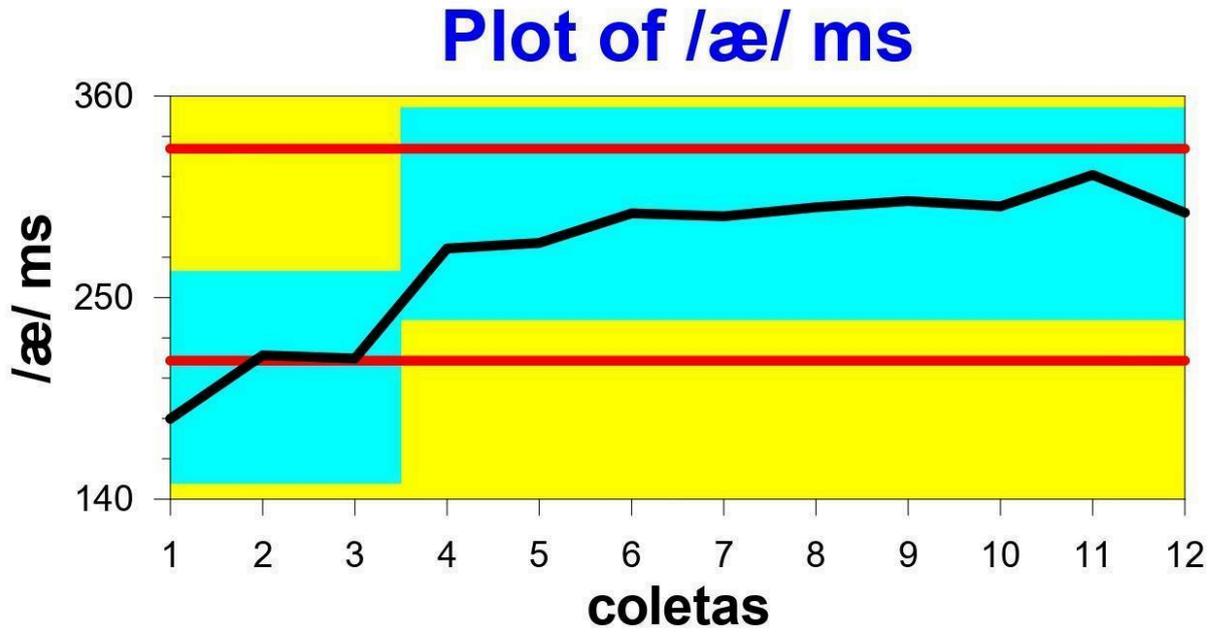


Gráfico 33 - *Plot* do gráfico de *change points* gerado a partir dos valores de duração (ms) da vogal [æ] de S1.

Fonte: o autor

Table of Significant Changes for /æ/ ms

Confidence Level for Candidate Changes = 50%, Confidence Level for Inclusion in Table = 90%, Confidence Interval = 95%, Bootstraps = 1000, Without Replacement, MSE Estimates

coletas	Confidence Interval	Conf. Level	From	To	Level
4	(4, 4)	93%	206.38	295.76	2 ■

Tabela 14 - Tabela de mudanças significativas dos valores de duração (ms) da vogal [æ] juntamente com o percentual de nível de confiança.

Fonte: o autor

O Gráfico 33 demonstra picos em ascendência e uma ocorrência de mudança de fase em azul berilo entre as coletas 3 e 4. A tabela 14 apresenta que o nível de confiança é de 93%, de nível 2, o que pode significar que o *software* pode

ter identificado outras mudanças nos dados de duração em diferentes varreduras da amostra, uma vez que apresenta variabilidade na trajetória desenvolvimental (linha preta), porém, essas mudanças podem não ter atingido o valor mínimo de confiança (90%) e, por isso, não foram incluídas nos resultados da análise. Os valores duracionais ficaram entre 206,38 ms e 295,76 ms.

Cabe salientar que essa mudança de fase ocorre justamente ao início das atividades de instrução explícita e do treinamento articulatório, a partir da coleta 4. .

No Gráfico 34 e na Tabela 15, apresenta-se a plotagem da média dos valores de duração da vogal [ε]:

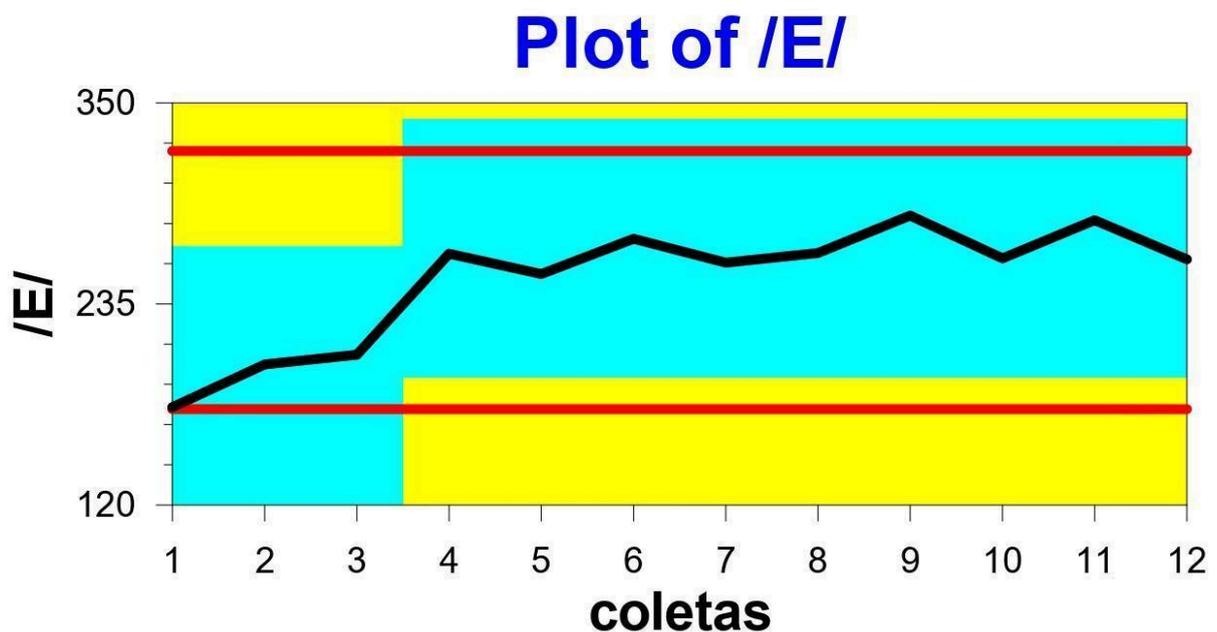


Gráfico 34 - Plot do gráfico de *change points* gerado a partir dos valores médios de duração (ms) da vogal [ε] de S1
Fonte: o autor

Table of Significant Changes for /E/

Confidence Level for Candidate Changes = 50%, Confidence Level for Inclusion in Table = 90%, Confidence Interval = 95%,
Bootstraps = 1000, Without Replacement, MSE Estimates

coletas	Confidence Interval	Conf. Level	From	To	Level
4	(4, 4)	100%	194.09	266.74	1

Tabela 15 - Tabela de mudanças significativas da média de valores de duração (ms) da vogal [ε] de S1
Fonte: o autor

O Gráfico 34 demonstra picos em ascendência e uma ocorrência de mudança de fase, sinalizada em azul berilo, igualmente entre as coletas 3 e 4, demonstrando uma mudança significativa em relação aos valores de duração da vogal, com nível de confiança de 100%. Os valores duracionais variaram entre 194,09 ms e 277,74 ms. Novamente, destaca-se o fato de a mudança de fase ser constatada exatamente no início da instrução explícita e do treinamento articulatório mediados pelo ultrassom, o que pode indicar que essa ferramenta foi uma variante importante para que a mudança de fase ocorresse.

No Gráfico 35 e na Tabela 16, apresenta-se a plotagem da média dos valores de F1 da vogal [æ], indicando se houve mudança e em qual ponto ela ocorreu:

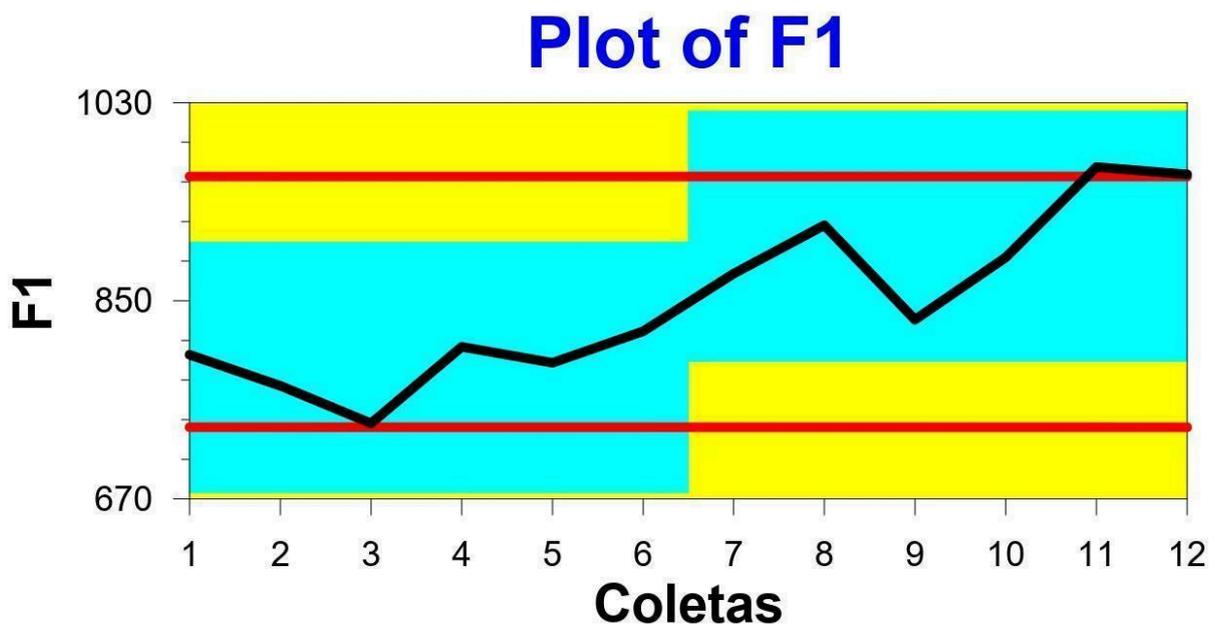


Gráfico 35 - *Plot* do gráfico de *change points* gerado a partir dos valores médios de F1 da vogal [æ] de S1.

Fonte: o autor

Table of Significant Changes for F1

Confidence Level for Candidate Changes = 50%, Confidence Level for Inclusion in Table = 90%, Confidence Interval = 95%, Bootstraps = 1000, Without Replacement, MSE Estimates

Coletas	Confidence Interval	Conf. Level	From	To	Level
7	(7, 9)	99%	789.4	908.59	1

Tabela 16 - Tabela de mudanças significativas dos valores de F1 da vogal [æ].

Fonte: o autor

O Gráfico 35 demonstra picos em ascendência e uma ocorrência de mudança de fase entre as coletas 6 e 7, demonstrando uma mudança significativa em relação à elevação dos valores de F1 da vogal [æ] – tornando-a mais baixa –, com nível de confiança de 99%. Conforme a Tabela 10, a mudança de fase ocorre entre as coletas 7 e 9, o que corresponde ao período das três últimas sessões de instrução explícita e de treinamento articulatório.

Em relação aos valores de F2, observa-se, por meio do Gráfico 38, que não houve mudanças de fase:

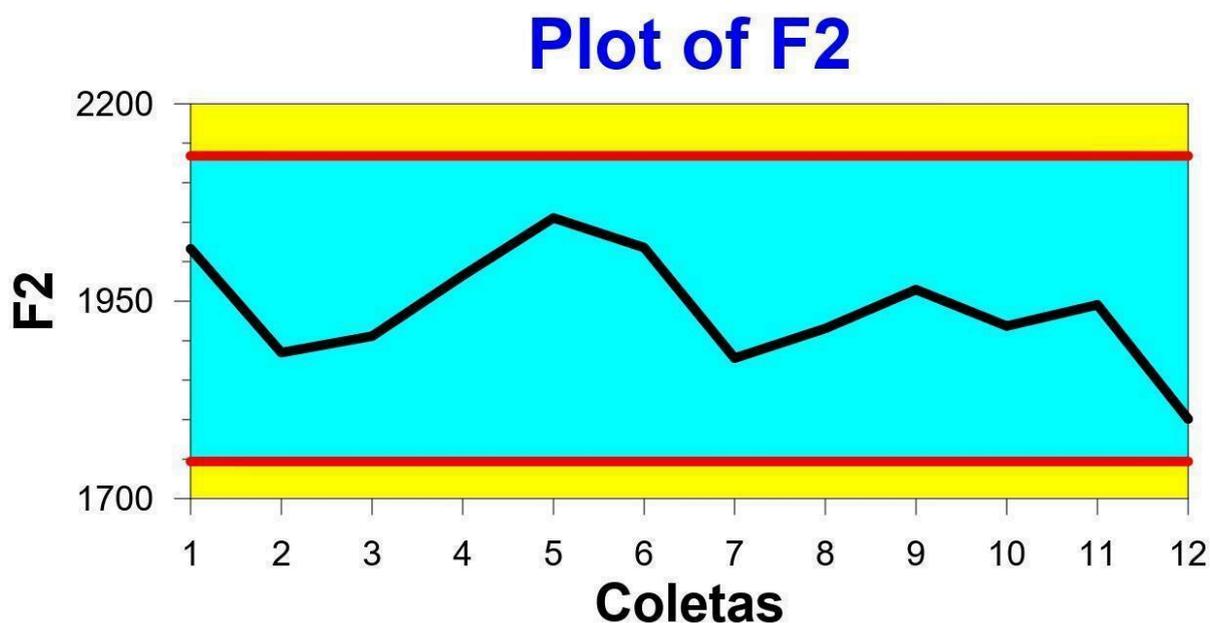


Gráfico 36 - Plot do gráfico de *change points* gerado a partir dos valores médios de F2 da vogal [æ] de S1.

Fonte: o autor

Percebe-se, portanto, que não ocorreram mudanças significativas para os valores de F2 da vogal [æ], o que demonstra uma estabilização do sistema em relação à frequência do segundo formante durante as 12 coletas longitudinais, uma vez que os valores se mantiveram dentro dos limites de controle (faixas vermelhas).

Por fim, reportam-se, aqui, os resultados obtidos em relação à vogal [ɛ].

Plot of F1

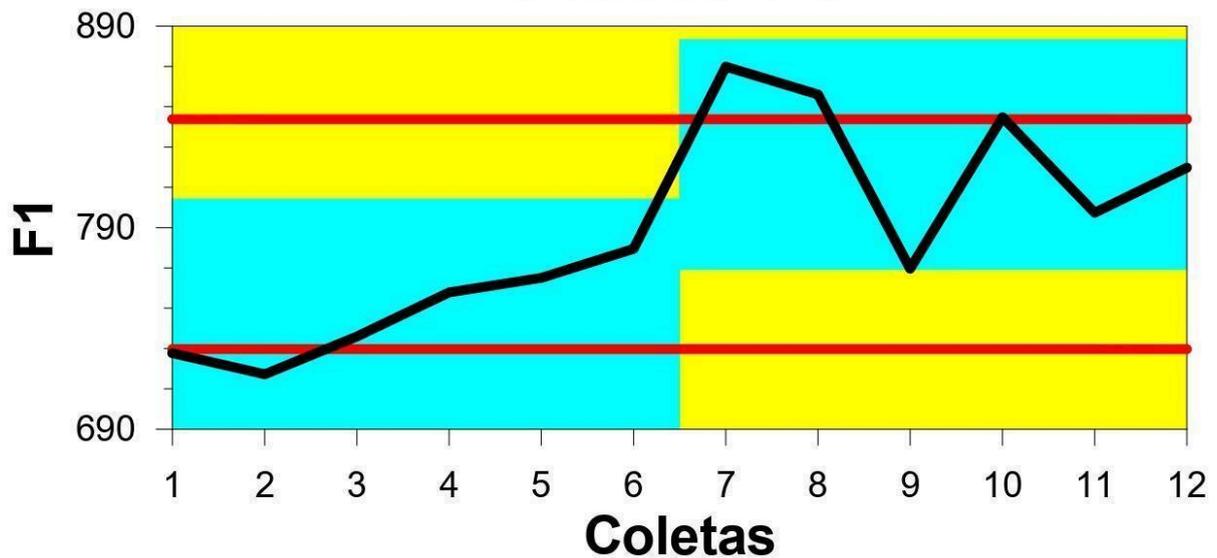


Gráfico 37 - Plot do gráfico de *change points* gerado a partir dos valores médios de F1 da vogal [ɛ] de S1.

Fonte: o autor

Table of Significant Changes for F1

Confidence Level for Candidate Changes = 50%, Confidence Level for Inclusion in Table = 90%, Confidence Interval = 95%, Bootstraps = 1000, Without Replacement, MSE Estimates

Coletas	Confidence Interval	Conf. Level	From	To	Level
7	(7, 9)	96%	747.22	826.24	2 ■

Tabela 17 - Tabela de mudanças significativas da média de valores de F1 da vogal [ɛ] de S1

Fonte: o autor

O Gráfico 37 demonstra picos em ascendência e uma ocorrência de mudança de fase entre as coletas 6 e 7, apresentando variabilidade entre os pontos de mudança, Entretanto, diferentemente do ocorrido com os valores de F1 da vogal

[æ], o nível de confiança é de 96%, de nível 2, o que pode significar que o *software* pode ter identificado outras mudanças nos dados de F1 em diferentes varreduras da amostra, uma vez que apresenta variabilidade na trajetória desenvolvimental (linha preta), porém, essas mudanças podem não ter atingido o nível mínimo de confiança (90%) e, por isso, não foram incluídas nos resultados da análise.

Cabe salientar que essa mudança de fase ocorre entre os mesmos intervalos que os valores de F1 de [æ], o que pode demonstrar uma possível desestabilização no sistema, dado a proximidade das vogais no espaço acústico.

Quanto aos valores de F2, assim como ocorreu com a vogal [æ], também não foram encontradas mudanças de fase:

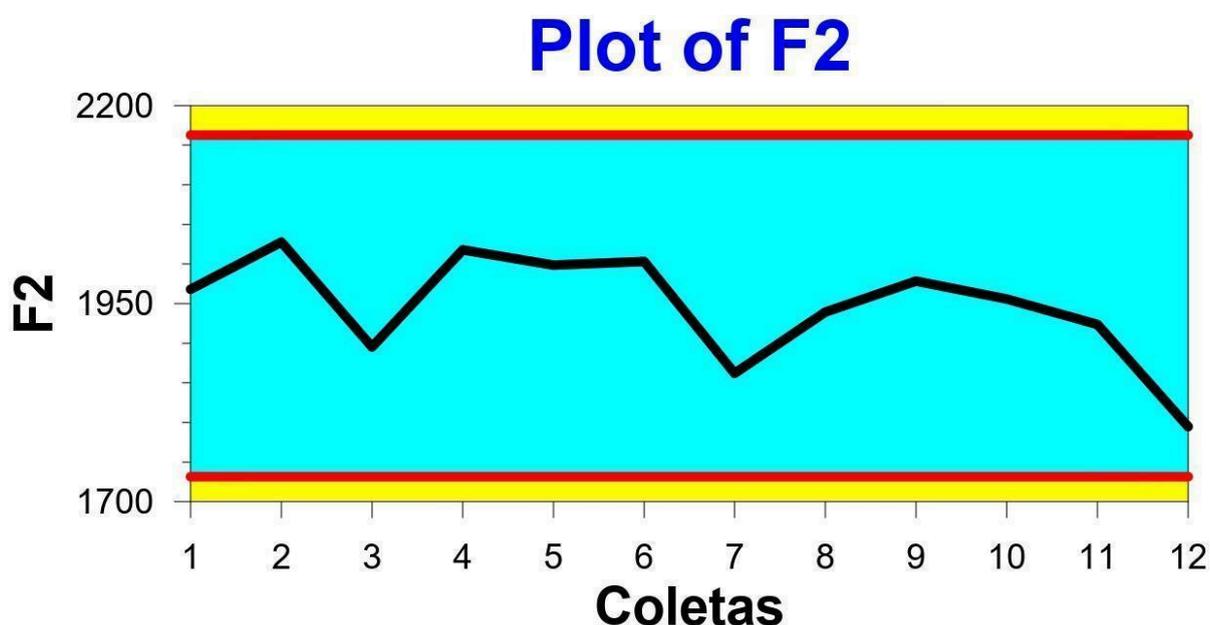


Gráfico 38 - Plot do gráfico de change points gerado a partir dos valores médios de F2 da vogal [ε] de S1.

Fonte: o autor

4.4.1.1. Síntese

Nesta seção foi feita a análise estatística inferencial pelo *software Change Points Analyzer* a partir dos valores médios de duração, F1 e F2 das vogais [æ] e [ε] dos dados de S1. Os resultados apresentados indicam mudanças significativas nas produções, tanto em relação à duração quanto à F1 das vogais [æ] e [ε] ao longo

das 12 coletas longitudinais, com destaque para o impacto das instruções explícitas e do treinamento articulatório mediados por ultrassom.

Hiver e Al-Hoorie (2019) destacam que mudança e emergência são aspectos fundamentais para entender qualquer sistema dinâmico. Na Teoria dos Sistemas Complexos e Dinâmicos (TSCD), o sistema é aberto, possui propriedades emergentes e está apto a transformações qualitativas. Isso é perceptível nas produções da vogal [æ], uma vez que o Gráfico 33 e a Tabela 14 mostram uma mudança de fase entre as coletas 3 e 4, com uma variação nos valores de duração que ficaram entre 206,38 ms e 295,76 ms, sendo a mudança associada ao início do treinamento. Já para a vogal [ɛ], o Gráfico 34 e a Tabela 15 mostram uma mudança de fase similar, também entre as coletas 3 e 4, com os valores de duração variando entre 194,09 ms e 277,74 ms, e um nível de confiança de 100%.

Em relação aos formantes, os valores de F1 da vogal [æ] apresentaram uma mudança significativa, com um aumento de F1, indicando uma vogal mais baixa, entre as coletas 6 e 7, com nível de confiança de 99% (Gráfico 35 e Tabela 16). No entanto, não foram observadas mudanças significativas nos valores de F2 da vogal [æ] ao longo das coletas (Gráfico 36), sugerindo uma estabilização. Para a vogal [ɛ], os valores de F1 também mostraram variação, com uma mudança de fase entre as coletas 6 e 7, mas com um nível de confiança menor (96%) e variabilidade na trajetória desenvolvimental (Gráfico 37 e Tabela 17). Assim como para [æ], não houve mudanças significativas nos valores de F2 de [ɛ], indicando uma estabilização do sistema de formantes. Em resumo, o treinamento articulatório parece ter promovido mudanças duracionais em F1, enquanto F2 manteve-se estável, especialmente para as vogais [æ] e [ɛ]. Na próxima seção, apresentar-se-á os gráficos de *change points* das produções de S2.

4.4.2 Gráficos de *change points* das produções de S2

Primeiramente serão apresentados o gráfico e a tabela dos valores plotados de duração da vogal [æ], conforme o Gráfico 39:

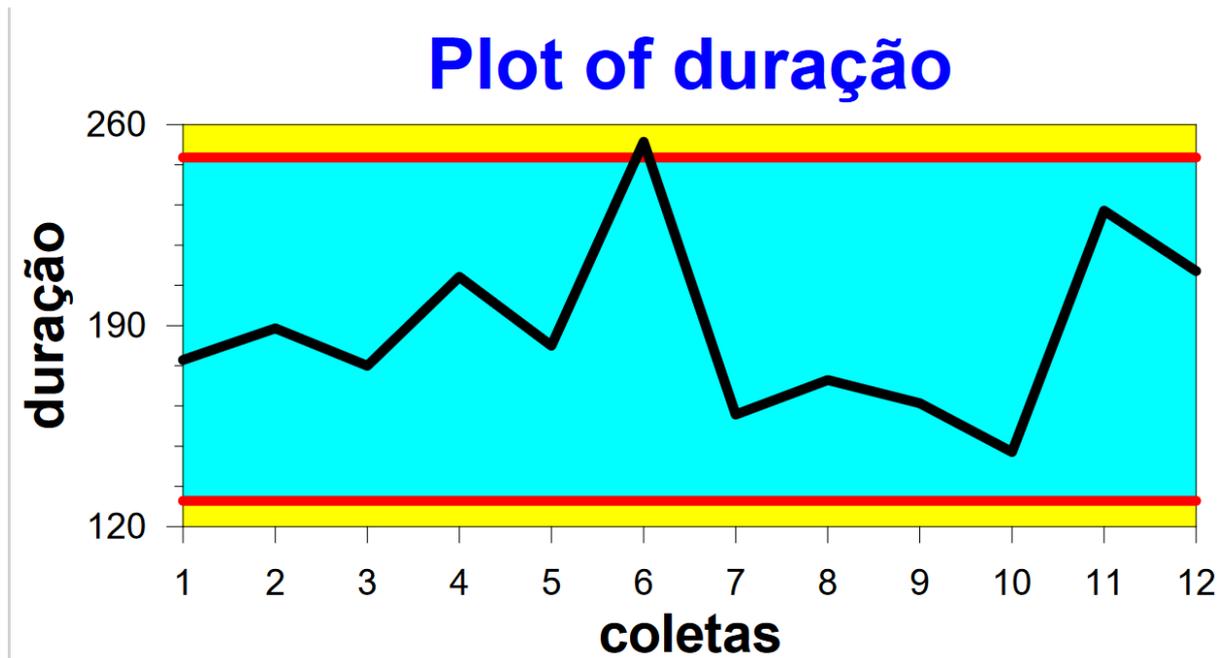


Gráfico 39 - *Plot* do gráfico de *change points* gerado a partir da média dos valores de duração (ms) da vogal [æ] de S2.

Fonte: o autor

O Gráfico 39 demonstra, portanto, que não ocorreram mudanças significativas para os valores de duração da vogal [æ], o que demonstra uma estabilização do sistema em relação à duração durante as 12 coletas longitudinais mesmo com o pico no ponto 6, uma vez que os valores se mantiveram dentro dos limites de controle (faixas vermelhas).

No Gráfico 40 e na Tabela 18, apresenta-se a plotagem da média dos valores de duração da vogal [ε]:

Plot of Duração

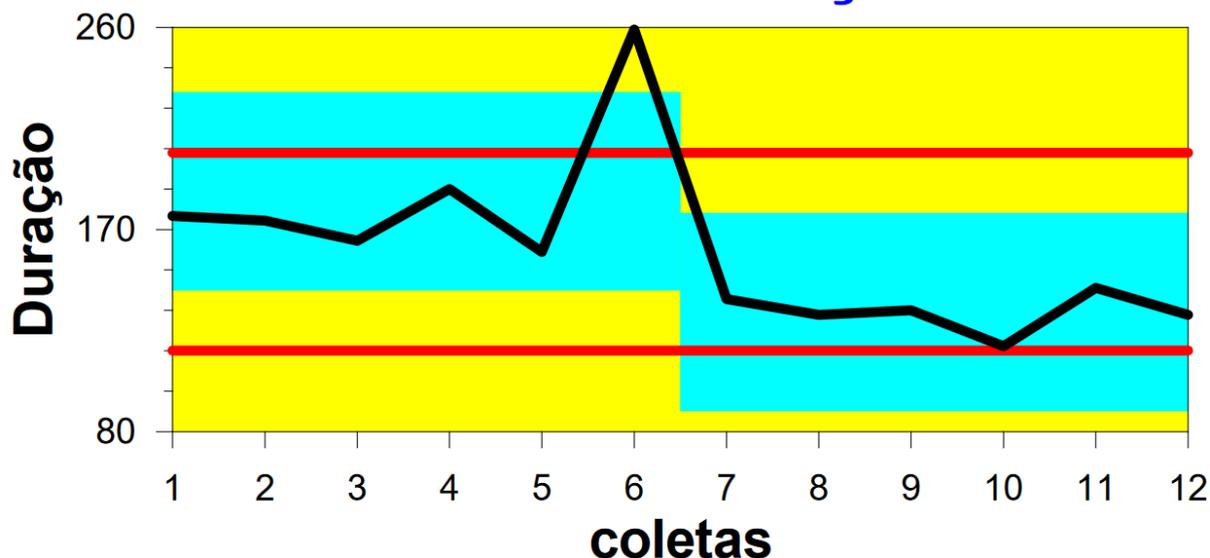


Gráfico 40 - Plot do gráfico de *change points* gerado a partir da média dos valores de duração (ms) da vogal [ε] de S2.

Fonte: o autor

Table of Significant Changes for Duração

Confidence Level for Candidate Changes = 50%, Confidence Level for Inclusion in Table = 90%, Confidence Interval = 95%, Bootstraps = 1000, Without Replacement, MSE Estimates

coletas	Confidence Interval	Conf. Level	From	To	Level
7	(2, 7)	98%	187	133.17	1

Tabela 18 - Tabela de mudanças significativas da média de valores de duração (ms) da vogal [ε] de S2

Fonte: o autor

O Gráfico 40 demonstra um pico de ascendência e logo após uma descendência ocorrendo uma mudança de fase entre as coletas 6 e 7, demonstrando uma mudança significativa em relação à diminuição dos valores de duração da vogal [ε], com nível de confiança de 98% e dentro de um largo intervalo de confiança (2 e 7). Conforme a Tabela 18, a mudança de fase de nível 1 ocorre no meio do período de instrução explícita e de treinamento articulatório, demonstrando um possível efeito da ferramenta metodológica.

No Gráfico 41 e na Tabela 19, apresenta-se a plotagem da média dos valores de F1 da vogal [æ], indicando se houve mudança e em qual ponto ela ocorreu:

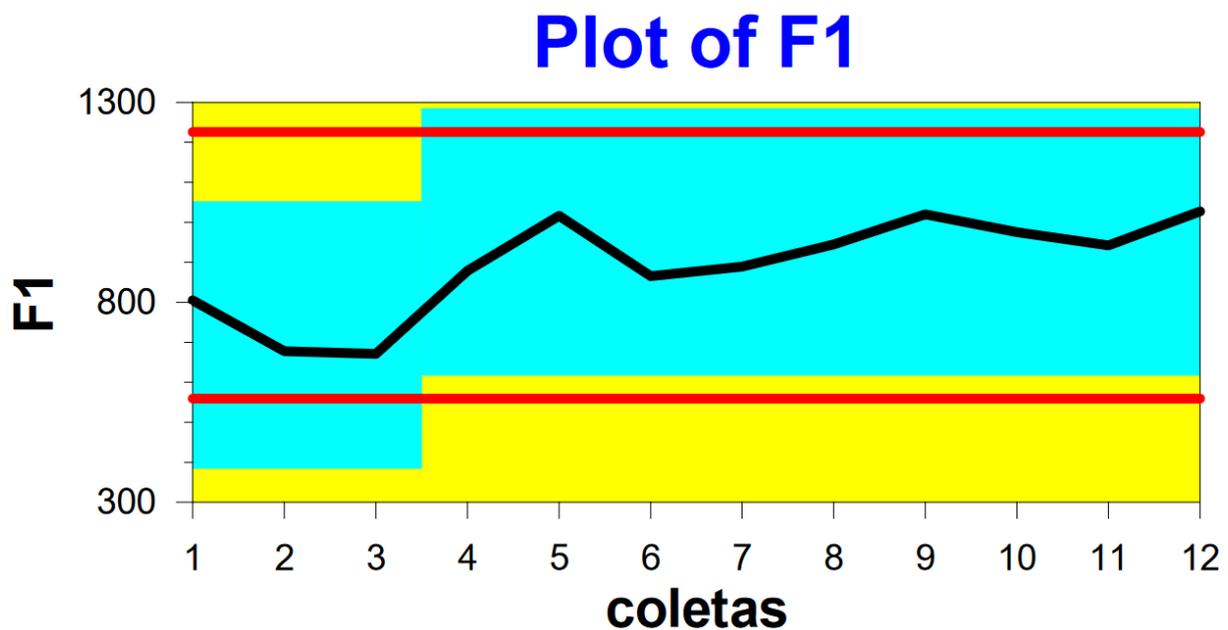


Gráfico 41 - *Plot* do gráfico de *change points* gerado a partir da média de valores de F1 da vogal [æ] de S2.

Fonte: o autor

Table of Significant Changes for F1

Confidence Level for Candidate Changes = 50%, Confidence Level for Inclusion in Table = 90%, Confidence Interval = 95%,
Bootstraps = 1000, Without Replacement, MSE Estimates

coletas	Confidence Interval	Conf. Level	From	To	Level
4	(4, 4)	94%	718	950.89	1

Tabela 19 - Tabela de mudanças significativas da média de valores de F1 da vogal [æ] de S2

Fonte: o autor

O Gráfico 41 demonstra picos em ascendência e uma ocorrência de mudança de fase entre as coletas 3 e 4, demonstrando uma mudança significativa em relação à elevação dos valores de F1 da vogal [æ] – tornando-a mais baixa –, com nível de confiança de 99%. Conforme a Tabela 19, a mudança de fase ocorre

entre as coletas 7 e 9, o que corresponde ao período das três últimas sessões de instrução explícita e de treinamento articulatório.

. Destaca-se o fato de a mudança de fase ser constatada exatamente no início da instrução explícita e do treinamento articulatório mediados pelo ultrassom, o que pode indicar que essa ferramenta foi uma variante importante para que a mudança de fase ocorresse, visto que a mudança de fase se manteve até o final.

Em relação aos valores de F2, observa-se, por meio do Gráfico 42, que não houve mudanças de fase:

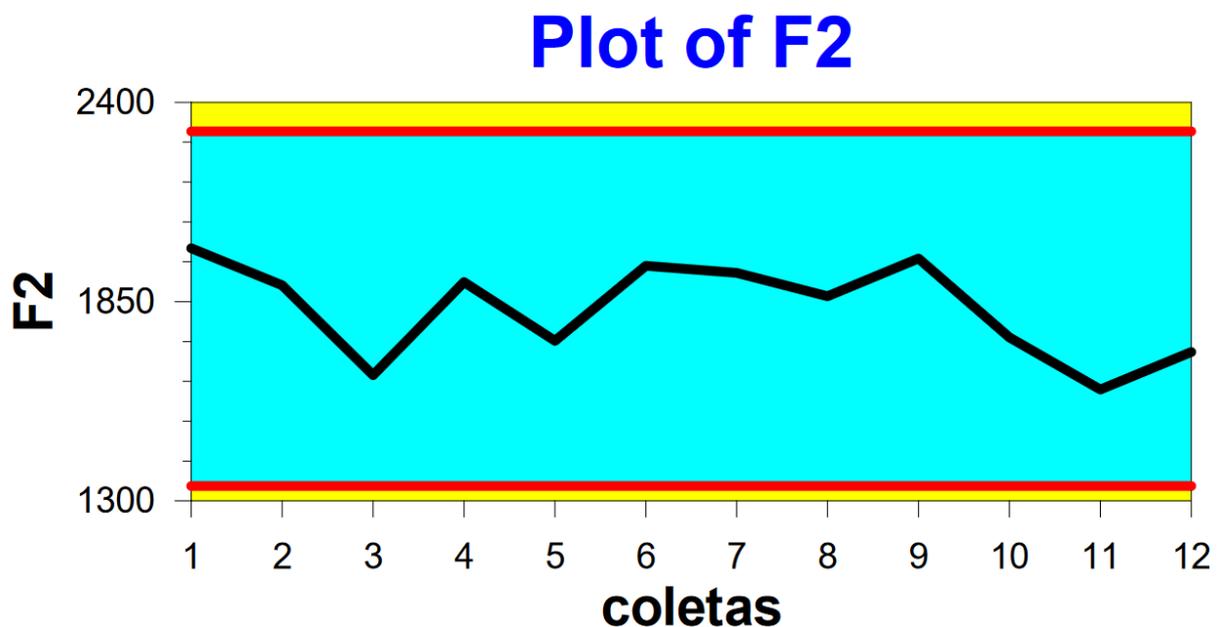


Gráfico 42 - *Plot* do gráfico de *change points* gerado a partir das médias de valores de F2 da vogal [æ] de S2.

Fonte: o autor

Percebe-se, portanto, que não ocorreram mudanças significativas para os valores de F2 da vogal [æ], o que demonstra uma estabilização do sistema em relação à frequência do segundo formante durante as 12 coletas longitudinais, uma vez que os valores se mantiveram dentro dos limites de controle (faixas vermelhas).

Por fim, reportam-se, aqui, os resultados obtidos em relação à vogal [ɛ].

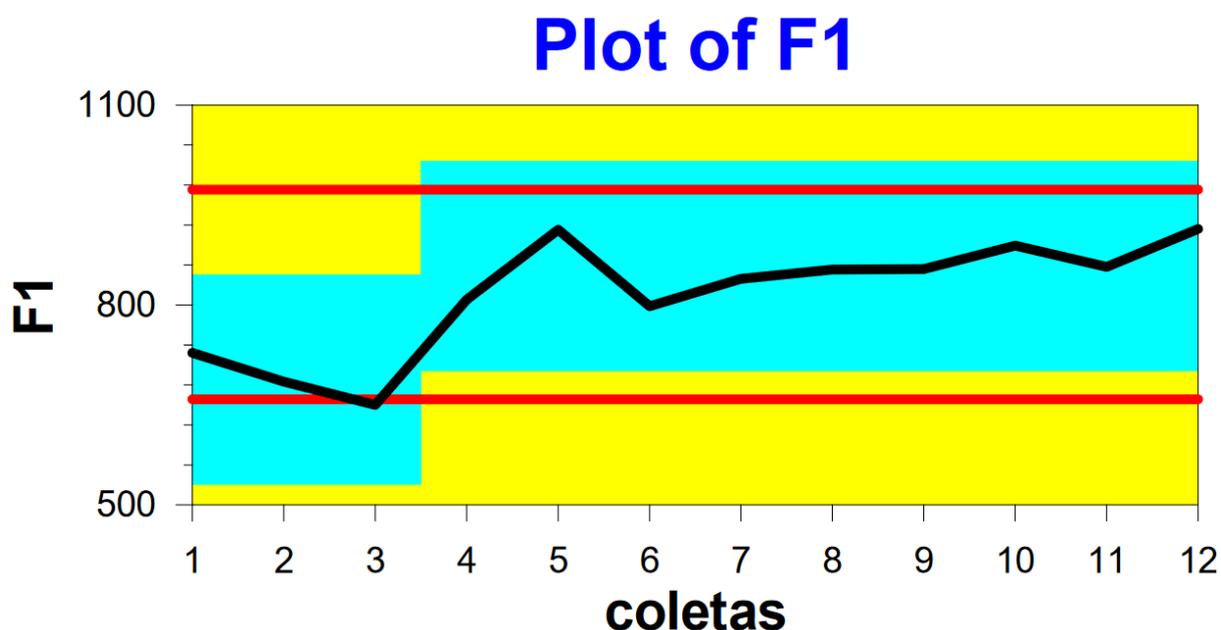


Gráfico 43 - *Plot* do gráfico de *change points* gerado a partir da média de valores de F1 da vogal [ɛ] de S2.

Fonte: o autor

Table of Significant Changes for F1

Confidence Level for Candidate Changes = 50%, Confidence Level for Inclusion in Table = 90%, Confidence Interval = 95%,
 Bootstraps = 1000, Without Replacement, MSE Estimates

coletas	Confidence Interval	Conf. Level	From	To	Level
4	(4, 4)	97%	687.67	858.33	1

Tabela 20 - Tabela de mudanças significativas da média de valores de F1 da vogal [ɛ] de S2

Fonte: o autor

O Gráfico 43 demonstra picos em ascendência e uma ocorrência de mudança de fase entre as coletas 3 e 4, apresentando variabilidade entre os pontos de mudança. Entretanto, diferentemente do ocorrido com os valores de F1 da vogal [æ], o nível de confiança é maior, de 97%, o que novamente pode significar que o *software* pode ter identificado outras mudanças nos dados de F1 em diferentes varreduras da amostra, uma vez que apresenta variabilidade na trajetória desenvolvimental (linha preta), porém, essas mudanças podem não ter atingido o

nível mínimo de confiança (90%) e, por isso, não foram incluídas nos resultados da análise.

Cabe salientar que essa mudança de fase ocorre entre os mesmos intervalos que os valores de F1 de [æ], no período do início das instruções explícitas e treinamento articulatório, o que pode demonstrar uma possível desestabilização no sistema, dado a proximidade das vogais no espaço acústico.

Quanto aos valores de F2, assim como ocorreu com a vogal [æ], também não foram encontradas mudanças de fase:

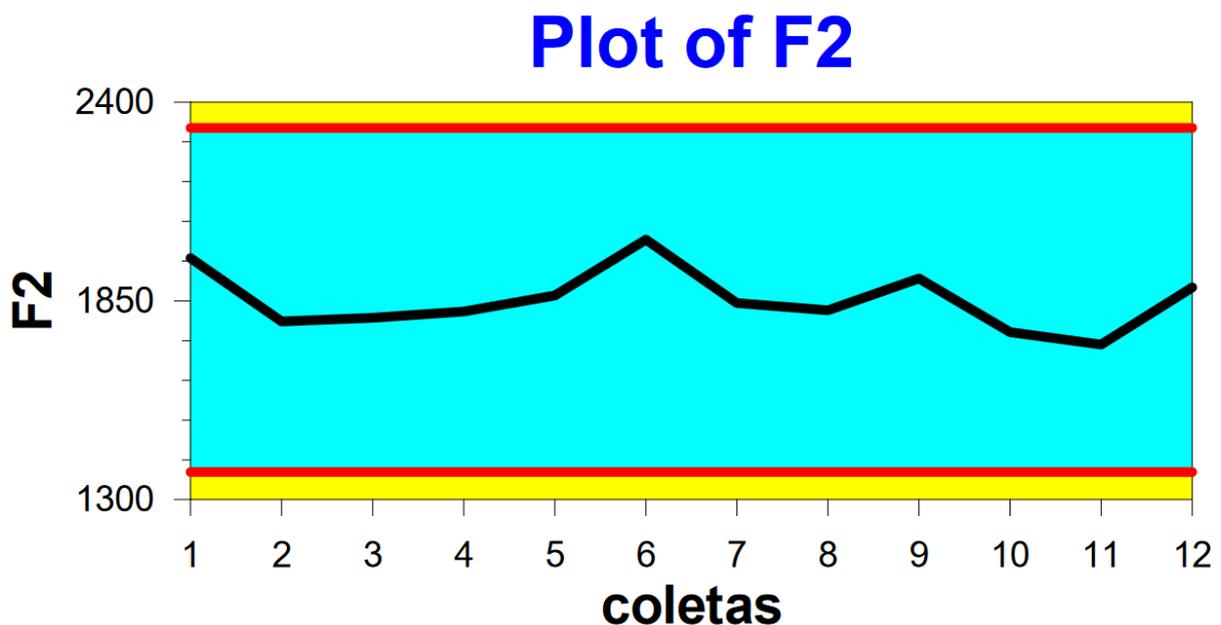


Gráfico 44 - Plot do gráfico de change points gerado a partir da média de valores de F2 da vogal [ε] de S2.

Fonte: o autor

4.4.2.1. Síntese

Nesta seção foi feita a análise estatística inferencial pelo *software Change Points Analyzer* a partir dos valores médios de duração, F1 e F2 das vogais [æ] e [ε] dos dados de S2. Os resultados apresentados indicam mudanças nas produções ao longo das 12 coletas longitudinais, com destaque para as variabilidades observadas nas durações e nos formantes das vogais [æ] e [ε].

Para a vogal [æ], o Gráfico 39 revela que não ocorreram mudanças significativas na duração, mantendo os valores dentro dos limites de controle, o que indica uma estabilização do sistema. Já para a vogal [ɛ], o Gráfico 40 e a Tabela 18 mostram uma mudança significativa na duração, com uma diminuição detectada entre as coletas 6 e 7, durante o período de instrução explícita e treinamento articulatório, com nível de confiança de 98%.

Em relação aos formantes, para a vogal [æ], o Gráfico 41 e a Tabela 19 revelam uma mudança significativa no F1, com uma elevação que torna a vogal mais baixa, ocorrendo entre as coletas 3 e 4, e se mantendo até as últimas coletas, indicando o impacto do treinamento articulatório, indo de encontro com a concepção de Larsen-Freeman (2011) quando afirma que a linguagem, sendo um sistema aberto e não-linear, gera novas formas a partir de suas interações com outros agentes por meio de processos contínuos que lhe são próprios.

Não foram observadas mudanças significativas nos valores de F2 para [æ] (Gráfico 42), sugerindo uma estabilização. Para a vogal [ɛ], o Gráfico 43 mostra uma mudança significativa nos valores de F1 entre as coletas 3 e 4, com um nível de confiança de 97%, semelhante ao observado para [æ], indicando uma possível desestabilização do sistema devido à proximidade acústica das vogais. Assim como para [æ], os valores de F2 para [ɛ] não apresentaram mudanças significativas, apontando uma estabilização também nesse formante. Em resumo, o treinamento articulatório teve impacto significativo na duração e em F1 das vogais, mas não influenciou F2, que se manteve estável. Na próxima seção serão discutidos os gráficos de *change points* das produções de S3

4.4.3 Gráficos de *change points* das produções de S3

Inicialmente, assim como as demais, serão apresentados o gráfico e a tabela dos valores plotados de duração da vogal [æ], conforme o Gráfico 45 e a Tabela 21:

Plot of /æ/ ms

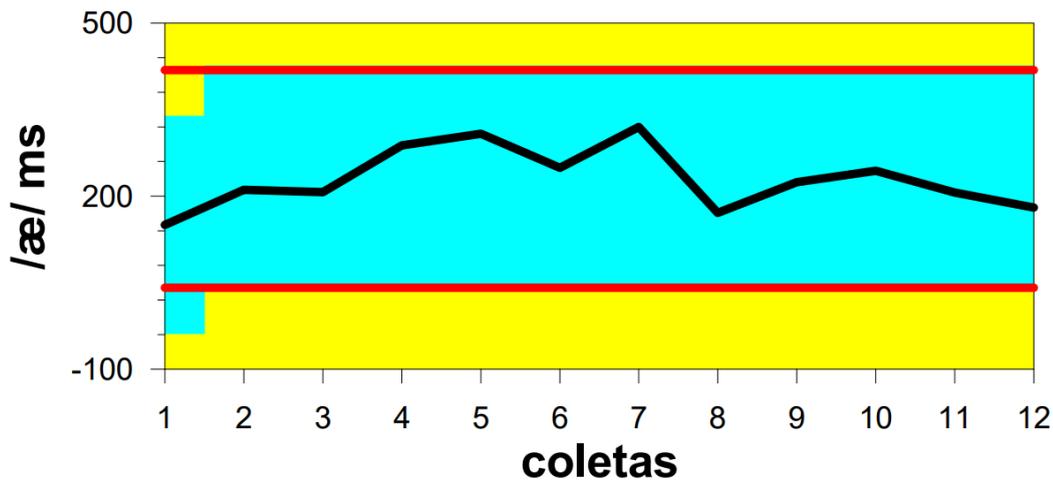


Gráfico 45 - *Plot* do gráfico de *change points* gerado a partir da média de valores de duração (ms) da vogal [æ] de S3.

Fonte: o autor

Table of Significant Changes for /æ/ ms

Confidence Level for Candidate Changes = 50%, Confidence Level for Inclusion in Table = 90%, Confidence Interval = 95%,
 Bootstraps = 1000, Without Replacement, MSE Estimates

coletas	Confidence Interval	Conf. Level	From	To	Level
2	(2, 12)	96%	150	237.09	2

Tabela 21 - Tabela de mudanças significativas da média de valores de duração (ms) da vogal [æ] de S3

Fonte: o autor

O Gráfico 45 apresenta uma mudança de fase logo no início, que se estabilizou dentro dos limites de controle (faixas vermelhas), demonstrando uma mudança significativa em relação ao aumento dos valores de duração da vogal [æ], com nível de confiança de 96% e dentro de um largo intervalo de confiança (2 a 12). Conforme a Tabela 21, a mudança de fase de nível 2 pode significar que o *software* pode ter identificado outras mudanças nos dados de duração em diferentes varreduras da amostra, uma vez que apresenta variabilidade na trajetória desenvolvimental (linha preta), porém, essas mudanças podem não ter atingido o nível mínimo de confiança (90%) e, conseqüentemente, não foram incluídas nos resultados da análise.

No Gráfico 46 e na Tabela 22, apresenta-se a plotagem da média dos valores duracionais da vogal [ε], indicando se houve mudança e em qual ponto ela ocorreu:

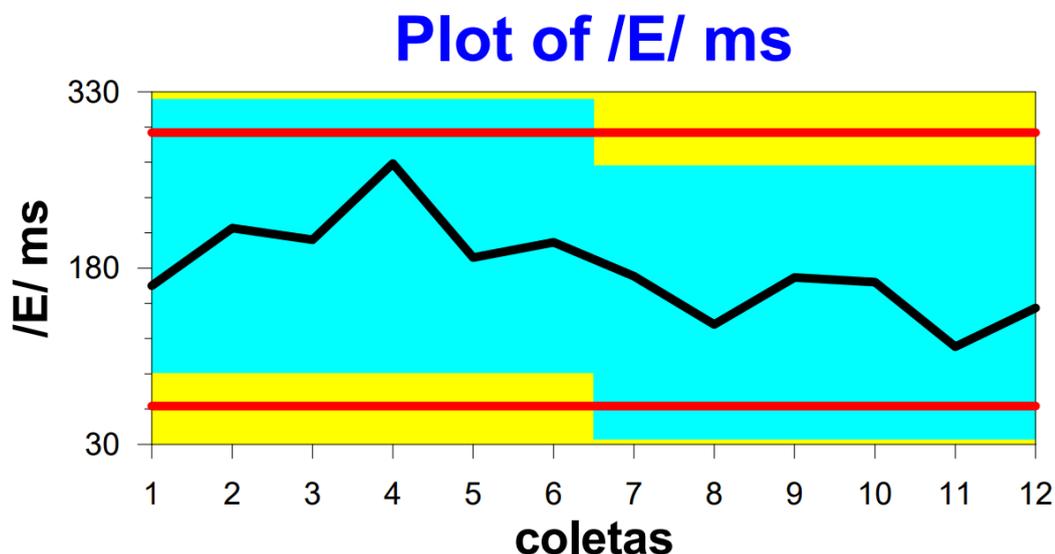


Gráfico 46 - Plot do gráfico de change points gerado a partir da média dos valores de duração (ms) da vogal [ε] de S3.

Fonte: o autor

Table of Significant Changes for /E/ ms

Confidence Level for Candidate Changes = 50%, Confidence Level for Inclusion in Table = 90%, Confidence Interval = 95%,
Bootstraps = 1000, Without Replacement, MSE Estimates

coletas	Confidence Interval	Conf. Level	From	To	Level
7	(4, 7)	98%	207.17	150.67	1

Tabela 22 - Tabela de mudanças significativas da média de valores de duração (ms) da vogal [ε] de S3

Fonte: o autor

Pode-se perceber no Gráfico 46 um pico de ascendência e logo após uma descendência ocorrendo uma mudança de fase entre as coletas 6 e 7, demonstrando uma mudança significativa em relação à diminuição dos valores de duração da vogal [ε], com nível de confiança de 98% e dentro de um largo intervalo de confiança (4 e 7). De acordo com a Tabela 22, a mudança de fase de nível 1 ocorre no meio do período de instrução explícita e de treinamento articulatório, demonstrando um possível efeito da ferramenta metodológica.

No Gráfico 47 apresenta-se a plotagem da média dos valores de F1 da vogal [æ], indicando se houve mudança e em qual ponto ela ocorreu:

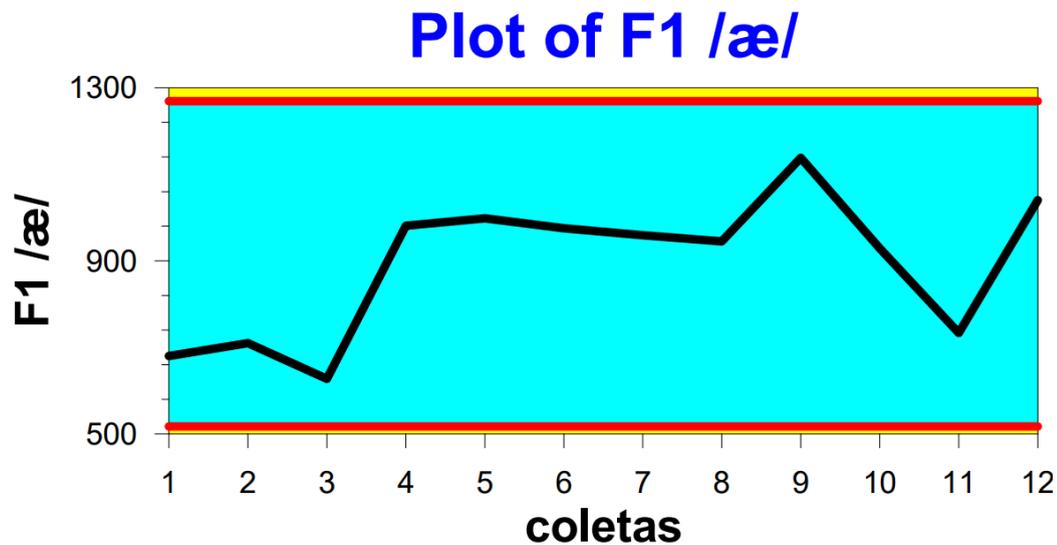


Gráfico 47 - Plot do gráfico de *change points* gerado a partir da média de valores de F1 (Hz) da vogal [æ] de S3.

Fonte: o autor

No gráfico 47 percebe-se, portanto, que não ocorreram mudanças significativas para os valores de F1 da vogal [æ], o que demonstra uma estabilização do sistema em relação à frequência durante as 12 coletas longitudinais mesmo com o pico no ponto 9, uma vez que os valores se mantiveram dentro dos limites de controle (faixas vermelhas).

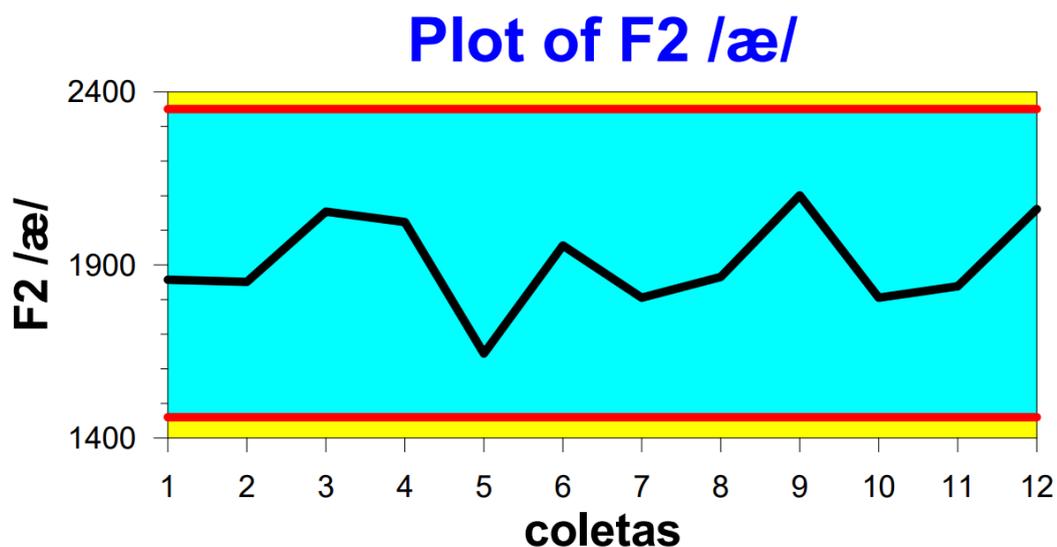


Gráfico 48 - Plot do gráfico de *change points* gerado a partir da média de valores de F2 (Hz) da vogal [æ] de S3.

Fonte: o autor

O mesmo ocorreu em F2, uma vez que o gráfico 48 demonstra não ocorrer mudanças significativas para os valores do formante da vogal [æ], o que demonstra uma estabilização do sistema em relação à duração durante as 12 coletas longitudinais apesar do pico no ponto 9, uma vez que novamente os valores se mantiveram dentro dos limites de controle (faixas vermelhas).

Em relação aos valores formânticos de [ɛ], observa-se, por meio dos Gráficos 49 e 50, que não houve mudanças de fase

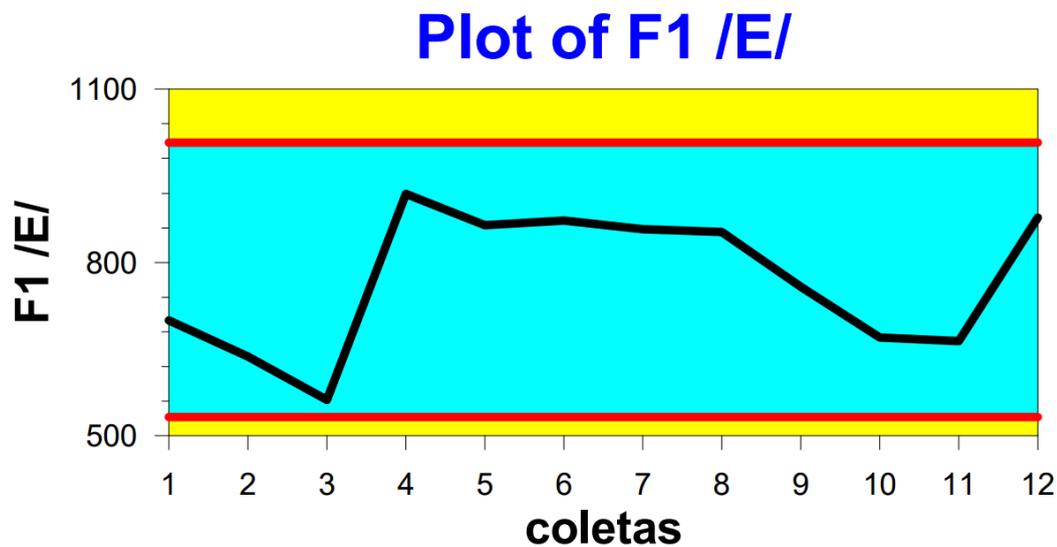


Gráfico 49 - Plot do gráfico de *change points* gerado a partir da média de valores de F1 (Hz) da vogal [ɛ] de S3

Fonte: o autor

Novamente não ocorreram mudanças significativas para os valores de F1 da vogal [ɛ], o que demonstra uma estabilização do sistema em relação à frequência do segundo formante durante as 12 coletas longitudinais, uma vez que os valores se mantiveram dentro dos limites de controle (faixas vermelhas).

Quanto aos valores de F2, assim como ocorreu com a vogal [æ], também não foram encontradas mudanças de fase:

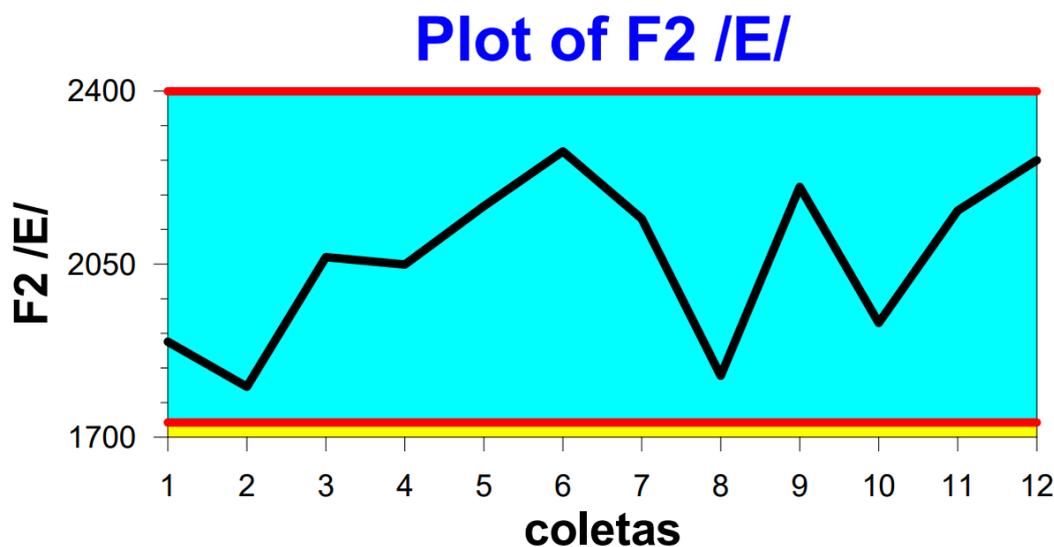


Gráfico 50 - Plot do gráfico de *change points* gerado a partir da média de valores de F2 (Hz) da vogal [E] de S3.

Fonte: o autor.

4.4.3.1. Síntese

Nesta seção foi feita a análise estatística inferencial pelo *software Change Points Analyzer* a partir dos valores médios de duração, F1 e F2 das vogais [æ] e [E] dos dados de S3. Os resultados apresentados indicam variações no comportamento das produções ao longo das 12 coletas longitudinais, com foco nas durações e formantes das vogais [æ] e [E].

Para a vogal [æ], o Gráfico 45 e a Tabela 21 mostram uma mudança significativa nos valores de duração, com um aumento detectado logo no início, estabilizando-se dentro dos limites de controle, com nível de confiança de 96%. A mudança foi registrada ao longo de um intervalo de confiança largo (coletas 2 a 12), embora o software tenha identificado outras possíveis mudanças que não atingiram o nível mínimo de confiança. Para a vogal [E], o Gráfico 46 e a Tabela 22 demonstram uma diminuição significativa na duração, com nível de confiança de 98%, entre as coletas 6 e 7, coincidentemente no período de instrução explícita e treinamento articulatório, sugerindo o efeito da ferramenta metodológica.

Em relação aos formantes, tanto para a vogal [æ] quanto para a vogal [E], os Gráficos 47, 48, 49 e 50 indicam uma estabilização dos valores de F1 e F2, sem mudanças significativas, o que demonstra que os sistemas formânticos das vogais se mantiveram estáveis durante as 12 coletas longitudinais. Isso sugere que,

embora o treinamento articulatório tenha impactado a duração das vogais, ele não causou mudanças significativas nos valores dos formantes ao longo do estudo. Na próxima seção, serão apresentados os gráficos de *change points* das produções de S4.

4.4.4 Gráficos de *change points* das produções de S4

Finalizando as análises estatísticas inferenciais, serão apresentados o gráfico e a tabela dos valores plotados de duração da vogal [æ] de S4, conforme o Gráfico 51 e a Tabela 23:

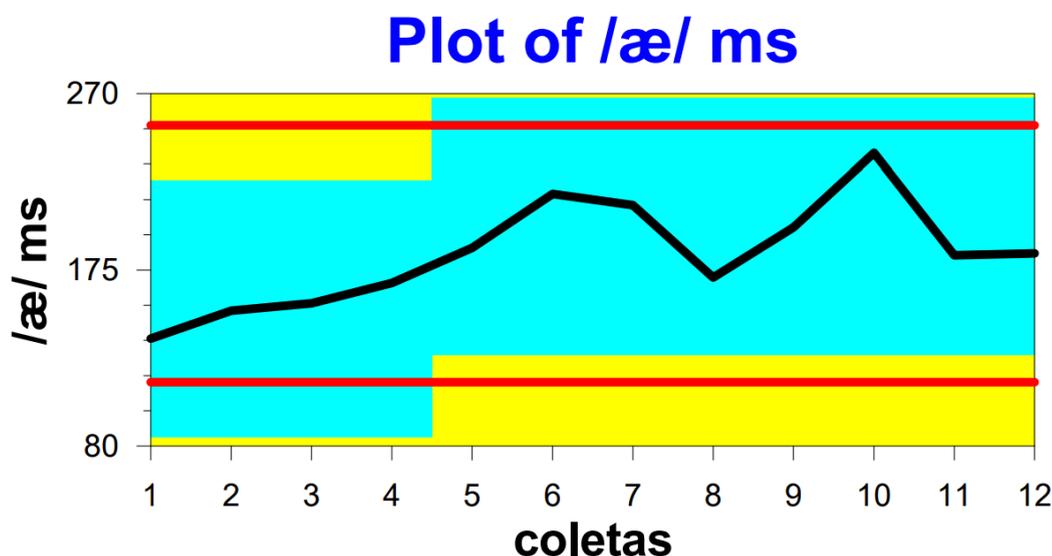


Gráfico 51 - *Plot* do gráfico de *change points* gerado a partir da média de valores de duração (ms) da vogal [æ] de S4.

Fonte: o autor

Table of Significant Changes for /æ/ ms

Confidence Level for Candidate Changes = 50%, Confidence Level for Inclusion in Table = 90%, Confidence Interval = 95%,
Bootstraps = 1000, Without Replacement, MSE Estimates

coletas	Confidence Interval	Conf. Level	From	To	Level
5	(5, 8)	91%	154	198.38	1

Tabela 23 - Tabela de mudanças significativas da média de valores de duração (ms) da vogal [æ] de S4

Fonte: o autor

O Gráfico 51 demonstra picos em ascendência e uma ocorrência de mudança de fase em azul berilo entre as coletas 4 e 5. A tabela 23 apresenta que o nível de confiança é de 91%, de nível 1, o que pode significar que o *software* pode ter identificado outras mudanças nos dados de duração em diferentes varreduras da amostra, uma vez que apresenta variabilidade na trajetória desenvolvimental (linha preta), porém, essas mudanças podem não ter atingido o valor mínimo de confiança (90%) e, por isso, não foram incluídas nos resultados da análise. Os valores duracionais ficaram entre 154 ms e 198,38 ms.

Cabe salientar que essa mudança de fase ocorre na segunda coleta das atividades de instrução explícita e do treinamento articulatório, o que pode indicar que essa ferramenta foi uma variante importante para que a mudança de fase ocorresse, visto que a mudança de fase se manteve até o final.

No Gráfico 52, apresenta-se a plotagem da média dos valores de duração da vogal [ɛ]:

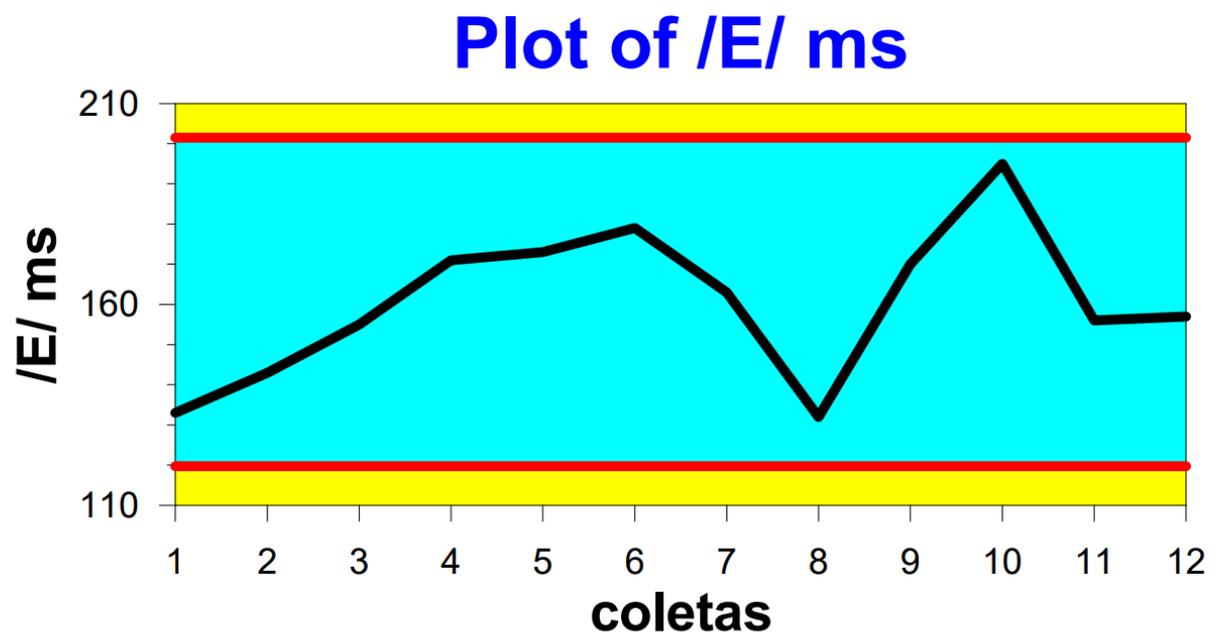


Gráfico 52 - Plot do gráfico de *change points* gerado a partir da média de valores de duração (ms) da vogal [ɛ] de S4

Fonte: o autor

Diferentemente dos valores duracionais da vogal [æ], não ocorreram mudanças significativas para os valores de duração de [ɛ], uma vez que os valores se mantiveram dentro dos limites de controle (faixas vermelhas), demonstrando uma

estabilização do sistema em relação à frequência do segundo formante durante as 12 coletas longitudinais.

No Gráfico 53 e na Tabela 24, apresenta-se a plotagem da média dos valores de F1 da vogal [æ], indicando se houve mudança e em qual ponto ela ocorreu:

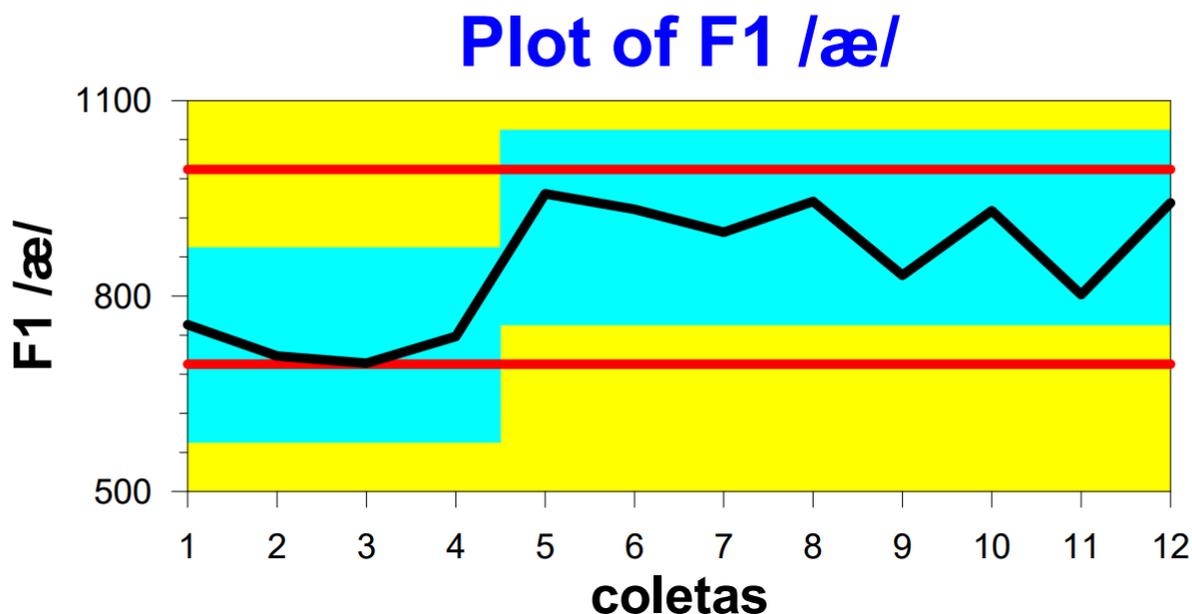


Gráfico 53 - Plot do gráfico de *change points* gerado a partir da média de valores de F1 (Hz) da vogal [æ] de S4.

Fonte: o autor

Table of Significant Changes for F1 /æ/

Confidence Level for Candidate Changes = 50%, Confidence Level for Inclusion in Table = 90%, Confidence Interval = 95%,
Bootstraps = 1000, Without Replacement, MSE Estimates

coletas	Confidence Interval	Conf. Level	From	To	Level
5	(5, 7)	94%	724.75	905.12	1

Tabela 24 - Tabela de mudanças significativas da média de valores de F1 (Hz) da vogal [æ] de S4

Fonte: o autor

O Gráfico 53 demonstra picos em ascendência a partir da coleta 4 e uma ocorrência de mudança de fase entre as coletas 4 e 5, demonstrando uma mudança significativa em relação à elevação dos valores de F1 da vogal [æ] – tornando-a mais baixa –, com nível de confiança de 94%. Conforme a Tabela 24, a mudança

de fase ocorre entre as coletas 5 e 7, o que corresponde ao período central das sessões de instrução explícita e de treinamento articulatório.

. Destaca-se o fato de a suba dos valores de F1 iniciar exatamente no início da instrução explícita e do treinamento articulatório mediados pelo ultrassom seguido por uma mudança de fase que se manteve até o final das coletas, o que pode indicar que essa ferramenta foi uma variante importante para que a mudança de fase ocorresse.

Em relação aos valores de F2, observa-se, por meio do Gráfico 54, que não houve mudanças de fase:

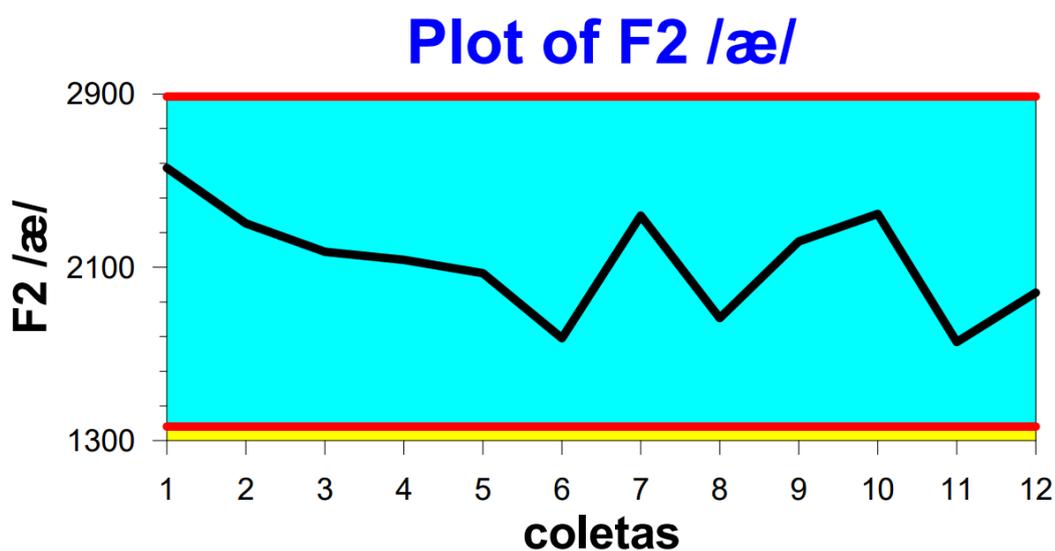


Gráfico 54 - Plot do gráfico de *change points* gerado a partir da média de valores de F2 (Hz) da vogal [æ] de S4.

Fonte: o autor

Diferentemente dos valores de F1, não ocorreram mudanças significativas para os valores de F2 da vogal [æ], demonstrando uma estabilização do sistema em relação à frequência do segundo formante durante as 12 coletas longitudinais, uma vez que os valores se mantiveram dentro dos limites de controle (faixas vermelhas).

No Gráfico 55, apresenta-se a plotagem da média dos valores de F1 da vogal [ɛ]:

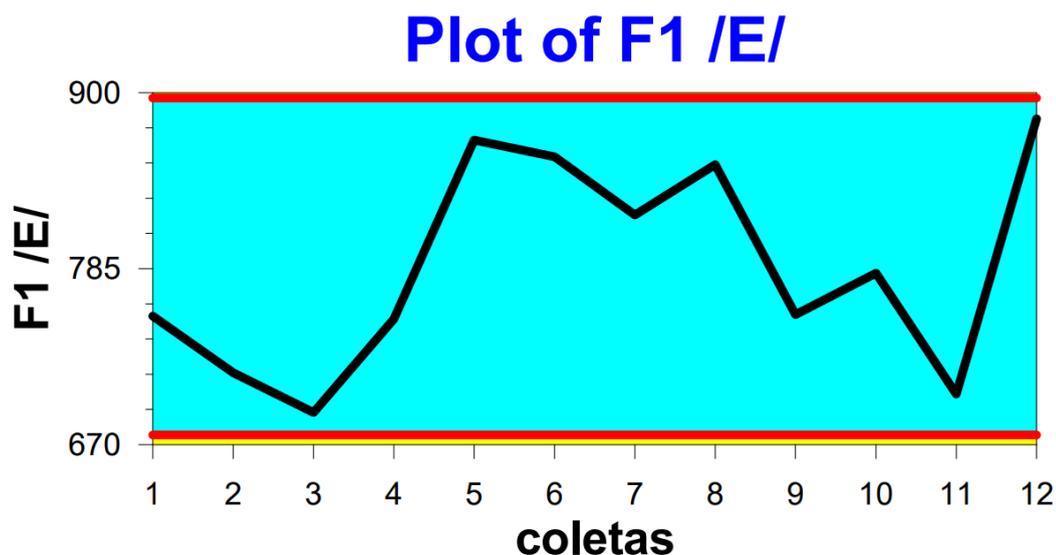


Gráfico 55 - Plot do gráfico de *change points* gerado a partir da média de valores de F1 (Hz) da vogal [ɛ] de S4.

Fonte: o autor

Assim como apresentado no Gráfico 55, não ocorreram mudanças significativas para os valores de F1 da vogal [ɛ], o que demonstra uma estabilização do sistema em relação à frequência do segundo formante durante as 12 coletas longitudinais, uma vez que os valores se mantiveram dentro dos limites de controle (faixas vermelhas).

Quanto aos valores de F2, assim como ocorreu com a vogal [æ] e como ocorrem com os valores de F1 de [ɛ], também não foram encontradas mudanças de fase:

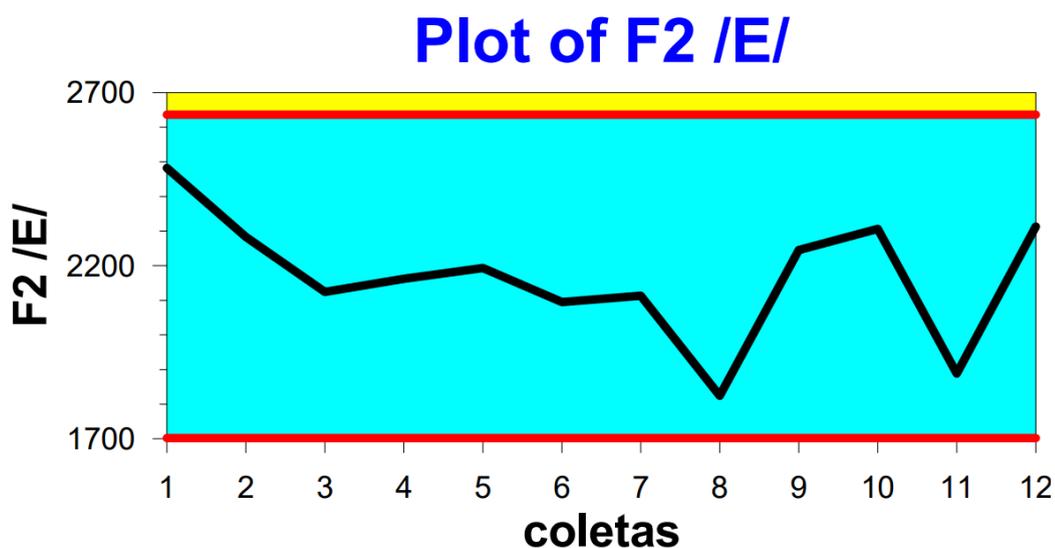


Gráfico 56 - *Plot* do gráfico de *change points* gerado a partir da média de valores de F2 (Hz) da vogal [ɛ] de S4.

Fonte: o autor

4.4.4.1. Síntese

Nesta seção finaliza-se as análises estatísticas inferenciais pelo *software Change Points Analyzer* a partir dos valores médios de duração, F1 e F2 das vogais [æ] e [ɛ] com os dados de S4. Os resultados demonstram que a vogal [æ] apresentou mudanças significativas nos valores de duração e de F1, com destaque para a mudança de fase entre as coletas 4 e 5, coincidente com o início das atividades de instrução explícita e treinamento articulatório, indicando a influência dessas intervenções. Segundo Larsen-Freeman (2011), as interações com o ambiente externo promovem uma auto-organização, resultando em mudanças internas, como apresentado nos resultados. Essa auto-organização reflete o surgimento de novos comportamentos em um sistema complexo, como a produção mais acurada da vogal [æ] em F1.

A duração da vogal variou entre 154 ms e 198,38 ms, e o aumento nos valores de F1, com nível de confiança de 94%, aponta para uma modificação articulatória sustentada até o final das coletas.

Em contraste, os valores de F2 da vogal [æ] e os de F1 e F2 da vogal [ɛ] permaneceram estáveis, dentro dos limites de controle, ao longo das 12 coletas, demonstrando estabilização do sistema. Esses achados sugerem que o treinamento articulatório impactou de forma mais evidente a vogal [æ], enquanto a vogal [ɛ] não apresentou alterações significativas.

Na próxima seção apresentaremos a análise das condições finais das informantes participantes do trabalho, fazendo um comparativo com os valores da coleta geral inicial, da coleta geral final e dos valores controle das informantes nativas de PB e IA.

4.5 Análise das condições finais

Neste capítulo serão discutidos os resultados das possíveis modificações no sistema fonológico de cada informante em relação à coleta inicial e aos valores de controle da informante nativa de IA.

4.5.1 Análise das condições finais das produções de S1

Nas Tabelas 25 e 26, são apresentados os valores das médias e desvios-padrão das produções das coletas gerais da língua inglesa e da língua portuguesa de S1 na última coleta, o que configura suas condições finais.

Vogal	duração	F1	F2
<i>/i/</i>	134	315	2367
DP	7,07	26,16	5,66
<i>/e/</i>	146	529	2378
DP	18,48	9,07	90,07
<i>/ɛ/</i>	170	708	2210
DP	13,89	11,59	328,46
<i>/a/</i>	177	829	1361
DP	14,42	62,60	22,91
<i>/ɔ/</i>	193	591	1035
DP	1,15	37,11	24,98
<i>/o/</i>	175	626	1024
DP	16,17	40,00	29,21
<i>/u/</i>	128	409	1462
DP	6,66	81,84	219,53

Tabela 25 - Médias e desvios-padrão dos valores de duração (ms), F1 e F2 (Hz) das vogais do português produzidas por S1 na coleta geral final.

Fonte: o autor

Vogal	Duração	F1	F2
<i>/i/</i>	197	569	2166
DP	43,49	201,54	646,66
<i>/I/</i>	164	439	2430
DP	27,40	69,29	370,46
<i>/e/</i>	177	593	2666
DP	26,06	45,98	403,64
<i>/ɛ/</i>	187	823	2045
DP	23,71	41,10	85,49
<i>/æ/</i>	203	868	1881
DP	18,33	75,72	144,24
<i>/ʌ/</i>	153	662	1285
DP	18,58	54,81	32,74
<i>/ɑ/</i>	174	672	1307
DP	34,08	59,51	249,67
<i>/ɔ/</i>	210	544	878
DP	15,59	27,15	35,81
<i>/o/</i>	187	547	952
DP	34,65	4,51	71,62
<i>/ə/</i>	139	588	1204
DP	6,51	31,09	156,30
<i>/u/</i>	120	572	1042
DP	11,14	14,84	108,31

Tabela 26 - Médias e desvios-padrão dos valores de duração (ms), F1 e F2 (Hz) das vogais do inglês produzidas por S1 na coleta geral final.

Fonte: o autor

Conforme os resultados da Tabela 25, S1, nas produções do português, mantém os valores médios aproximados aos da coleta inicial de F1 e F2, para [ɛ], de 708 Hz e 2210 Hz, respectivamente, e aos valores da falante nativa monolíngue, que apresenta médias de F1 e F2 de 719 Hz e 2151 Hz. Entretanto, diferentemente da coleta geral inicial, o desvio padrão de F2 de S1 nessas produções foi alto, de 328,46, o que pode demonstrar um aumento na variabilidade, podendo ser interpretado como uma interferência da L2 na L1.

Entretanto ao analisar as produções das vogais [ɛ] e [æ] da informante em relação aos valores da falante nativa monolíngue do inglês, o resultado divergiu do

esperado. A informante S1 não demonstrou grande progresso no período desenvolvimental da pesquisa na distinção das vogais ao final das coletas assim como encontrada nas produções da nativa de IA, uma vez que a vogal [æ] segue neutralizada e sobreposta na categoria fonológica [ɛ], visto os valores aproximados (823 Hz e 2045 Hz para [ɛ]; e 868 Hz e 1881 Hz para [æ]).

Esses dados também chamam a atenção no que se refere aos dados de desvios-padrão, que apresentam valores altos de F2, principalmente na produção de [æ] (144,24), o que pode corroborar com o alto valor de desvio padrão em F2 da vogal [ɛ] de PB (328,46) em relação aos demais desvios, demonstrando variabilidade. No Gráfico 57, é possível perceber a distinção entre o espaço acústico do sistema vocálico do inglês da falante nativa e de S1:

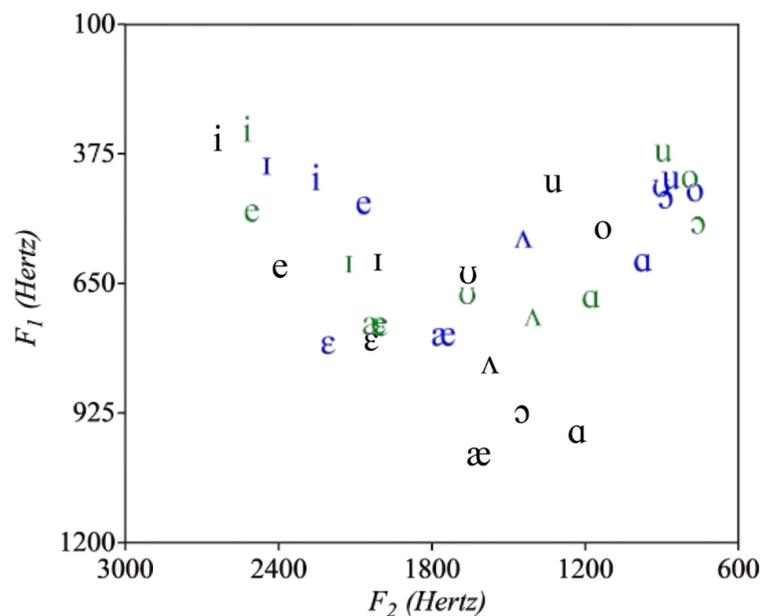


Gráfico 57 - Espaço vocálico com a distribuição das médias de F1 e F2 (Hz) das vogais da nativa de IA (preto), de S1 na coleta geral inicial (azul) e de S1 na coleta geral final (verde).

Fonte: o autor

Em suma, os dados de S1 demonstram que a qualidade vocálica fica ainda bem distinta da encontrada nas produções da nativa de IA, uma vez que a vogal [æ] segue sendo realizada com a língua ainda em posição mais elevada.

4.5.2 Análise das condições finais das produções de S2

Nas Tabelas 27 e 28, são apresentados os valores das médias e desvios-padrão das produções das coletas gerais da língua inglesa e da língua portuguesa de S2 na última coleta, o que configura suas condições finais.

Vogal	duração	F1	F2
<i>/i/</i>	91	340	2506
DP	20,78	12,70	113,38
<i>/e/</i>	87	416	2092
DP	9,29	25,54	71,65
<i>/ɛ/</i>	90	748	2097
DP	8,08	13,87	70,89
<i>/a/</i>	106	787	1500
DP	16,82	29,26	54,92
<i>/ɔ/</i>	110	740	1227
DP	13,86	45,65	74,51
<i>/o/</i>	96	487	860
DP	25,81	48,77	182,27
<i>/u/</i>	67	349	847
DP	18,61	4,93	132,32

Tabela 27 - Médias e desvios-padrão dos valores de duração (ms), F1 e F2 (Hz) das vogais do português produzidas por S2 na coleta geral final.

Fonte: o autor

Vogal	Duração	F1	F2
<i>/i/</i>	214	406	2850
DP	78,08	94,51	36,91
<i>/I/</i>	92	775	2051
DP	14,57	72,04	60,50
<i>/e/</i>	130	712	2255
DP	5,69	49,34	50,08
<i>/ɛ/</i>	126	862	2005
DP	8,62	40,81	27,15
<i>/æ/</i>	237	993	1688
DP	18,52	38,50	123,09
<i>/ʌ/</i>	90	735	1412
DP	17,47	42,93	46,46
<i>/ɑ/</i>	142	900	1291
DP	87,32	48,28	17,47
<i>/ɔ/</i>	198	632	1064
DP	46,70	68,99	138,84
<i>/o/</i>	115	656	989
DP	34,96	30,57	138,90
<i>/ə/</i>	105	826	1555
DP	8,50	45,80	68,04
<i>/u/</i>	104	497	1177
DP	13,11	201,26	106,57

Tabela 28 - Médias e desvios-padrão dos valores de duração (ms), F1 e F2 (Hz) das vogais do inglês produzidas por S2 na coleta geral final.

Fonte: o autor

Conforme os resultados da Tabela 27, S2, nas produções do português, mantém os valores médios aproximado aos da coleta inicial de F1 e F2, para [ɛ], de 748 Hz e 2097 Hz, respectivamente, aproximados aos valores da falante nativa monolíngue, que apresenta médias de F1 e F2 de 719 Hz e 2151 Hz, e sem valor muito alto de desvio padrão, o que pode demonstrar pouca interferência da L2 na L1.

Já ao analisar as produções das vogais [ɛ] e [æ] da informante em relação aos valores da falante nativa monolíngue do inglês, o resultado demonstrou ser promissor. A informante S2 consegue distinguir as vogais ao final das coletas (862

Hz e 2055 Hz para [ɛ]; e 993 Hz e 1688 Hz para [æ]), com valores aproximados aos encontrados nas produções da nativa de IA (768 Hz e 2020 Hz para [ɛ]; e 1012 Hz e 1598 Hz para [æ]), demonstrando uma possível mudança no sistema fonológico da informante.

Esses dados também chamam a atenção no que se refere aos dados de desvios-padrão, que mantém baixo nas produções de [ɛ] (40,81 para F1 e 27,15 para F2), demonstrando uma estabilidade na produção e valores altos de F2 na produção de [æ] (126,09), o que pode demonstrar maior variabilidade. No Gráfico 58, é possível perceber a distinção entre o espaço acústico do sistema vocálico do inglês da falante nativa e de S2:

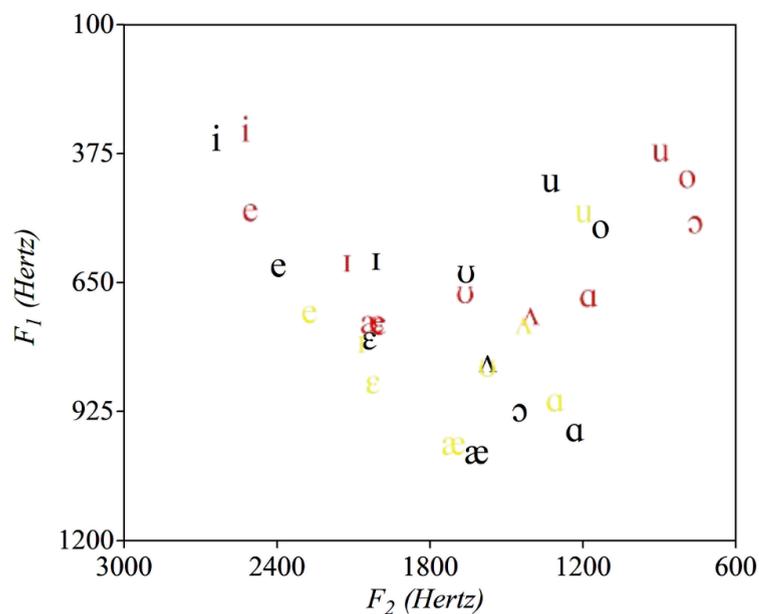


Gráfico 58 - Espaço vocálico com a distribuição das médias de F1 e F2 (Hz) das vogais da nativa de IA (preto), de S2 na coleta geral inicial (vermelho) e de S2 na coleta geral final (amarelo).

Fonte: o autor

Em resumo, os dados de S2 demonstram que a qualidade vocálica de [æ] assemelha-se, assim, a da vogal realizada pela nativa de IA, distinguindo claramente as vogais alvo da pesquisa.

4.5.3 Análise das condições finais das produções de S3

Nas Tabelas 29 e 30, são apresentados os valores das médias e desvios-padrão das produções das coletas gerais da língua inglesa e da língua portuguesa de S3 na última coleta, o que configura suas condições finais.

Vogal	duração	F1	F2
<i>/i/</i>	61	325	2424
DP	16,56	69,06	173,24
<i>/e/</i>	74	470	2305
DP	5,51	14,84	93,62
<i>/ɛ/</i>	83	768	2186
DP	8,08	36,01	56,36
<i>/a/</i>	64	860	1777
DP	3,61	80,99	100,25
<i>/ɔ/</i>	69	686	1046
DP	11,93	80,41	35,44
<i>/o/</i>	83	432	1289
DP	26,85	54,62	103,09
<i>/u/</i>	89	325	1464
DP	15,01	50,52	420,74

Tabela 29 - Médias e desvios-padrão dos valores de duração (ms), F1 e F2 (Hz) das vogais do português produzidas por S3 na coleta geral final.

Fonte: o autor

vogal	Duração	F1	F2
/i/	156	272	3111
DP	34,60	14,50	75,59
/I/	93	425	2735
DP	19,40	31,47	125,17
/e/	165	693	2610
DP	8,19	80,41	62,88
/ɛ/	140	875	2268
DP	13,58	13,50	136,46
/æ/	187	1091	1921
DP	13,65	83,76	45,39
/ʌ/	153	555	1887
DP	63,69	75,43	48,44
/ɑ/	151	773	1072
DP	16,37	119,89	131,44
/ɔ/	172	587	2009
DP	19,97	424,99	1343,31
/o/	194	502	1292
DP	15,52	100,85	252,57
/ɐ/	139	646	1598
DP	12,50	47,29	267,64
/u/	119	417	1306
DP	9,45	32,36	328,20

Tabela 30 - Médias e desvios-padrão dos valores de duração (ms), F1 e F2 (Hz) das vogais do inglês produzidas por S3 na coleta geral final.

Fonte: o autor

De acordo com os resultados da Tabela 29, S3, nas produções do português, mantém os valores médios aproximados aos da coleta inicial de F1 e F2, para [ɛ], de 768 Hz e 2186 Hz, respectivamente, aproximados aos valores da falante nativa monolíngue, que apresenta médias de F1 e F2 de 719 Hz e 2151 Hz, e com valores baixos de desvio padrão, o que pode demonstrar pouca interferência da L2 na L1.

Entretanto, apesar de os gráficos de *change-points* não apresentarem mudança de fase, ao analisar as produções das vogais [ɛ] e [æ] da informante em relação aos valores da falante nativa monolíngue do inglês, o resultado demonstrou

ser promissor. A informante S3, em relação ao período de desenvolvimento linguístico analisado, demonstrou progresso na distinção das vogais ao final das coletas (875 Hz e 2268 Hz para [ɛ]; e 1091 Hz e 1921 Hz para [æ]), uma vez que a vogal [æ] foi realizada com a língua em posição mais baixa, ainda que com valores mais altos para F2, mas apresentando valores aproximado às produções da nativa de IA (768 Hz e 2020 Hz para [ɛ]; e 1012 Hz e 1598 Hz para [æ]), demonstrando uma possível mudança no sistema fonológico da informante.

Chamam a atenção também os dados de desvios-padrão, que mantém relativamente baixo nas produções de [æ] (83,76 para F1 e 45,39 para F2), demonstrando uma estabilidade na produção, e valores altos de F2 na produção de [ɛ], (136,46), o que pode demonstrar maior variabilidade. No Gráfico 59, é possível perceber a distinção entre o espaço acústico do sistema vocálico do inglês da falante nativa e de S3:

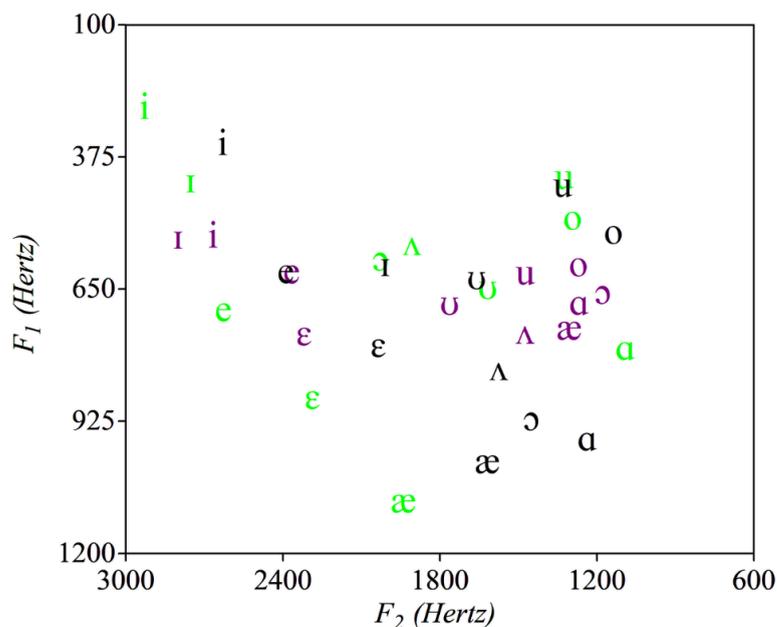


Gráfico 59 - Espaço vocálico com a distribuição das médias de F1 e F2 (Hz) das vogais da nativa de IA (preto), de S3 na coleta geral inicial (roxo) e de S3 na coleta geral final (verde claro).

Fonte: o autor

Em suma, os dados de S3 demonstram progresso na distinção das vogais ao final do percurso longitudinal as vogais de forma clara em relação ao período desenvolvimental analisado, apresentando a qualidade vocálica de [æ] assemelhada à da vogal realizada pela nativa de IA.

4.5.4 Análise das condições finais das produções de S4

Nas Tabelas 31 e 32, são apresentados os valores das médias e desvios-padrão das produções das coletas gerais da língua inglesa e da língua portuguesa de S4 na última coleta, o que configura suas condições finais.

Vogal	duração	F1	F2
<i>/i/</i>	111	275	2746
DP	17,01	24,33	56,71
<i>/e/</i>	144	526	2528
DP	22,65	151,57	107,00
<i>/ɛ/</i>	152	789	2321
DP	13,32	27,50	55,97
<i>/a/</i>	161	709	1078
DP	11,27	103,68	40,15
<i>/ɔ/</i>	176	703	931
DP	12,22	136,45	27,71
<i>/o/</i>	177	633	993
DP	13,11	104,37	79,94
<i>/u/</i>	148	385	1339
DP	67,95	227,51	630,52

Tabela 31 - Médias e desvios-padrão dos valores de duração (ms), F1 e F2 (Hz) das vogais do português produzidas por S4 na coleta geral final.

Fonte: o autor

vogal	Duração	F1	F2
/i/	139	382	2885
DP	31,37	156,33	19,40
/I/	110	404	2385
DP	13,65	212,46	96,63
/e/	158	702	2800
DP	72,23	53,46	213,91
/ɛ/	121	841	2259
DP	10,60	28,73	129,06
/æ/	135	978	1857
DP	31,97	50,41	757,30
/ʌ/	128	601	1667
DP	10,97	315,73	1120,52
/ɑ/	109	583	1128
DP	7,51	217,15	204,80
/ɔ/	160	579	1039
DP	53,98	200,70	185,19
/o/	160	434	966
DP	10,02	118,15	51,50
/ə/	127	501	1630
DP	22,19	214,12	918,54
/u/	134	376	888
DP	12,06	25,54	82,78

Tabela 32 - Médias e desvios-padrão dos valores de duração (ms), F1 e F2 (Hz) das vogais do inglês produzidas por S3 na coleta geral final.

Fonte: o autor

Assim como apresentado na Tabela 31, S4, nas produções do português, mantém os valores médios aproximados aos da coleta inicial em F2, para [ɛ], de 2321 Hz, com valor mais alto em comparação com F2 da falante controle, de 2151 Hz, o que pode ter ocorrido devido ao fato de S4 ser de outra cidade. Contudo, os valores de desvio padrão foram baixos, o que pode demonstrar uma estabilização. Já em F1, a informante apresentou valores médios mais próximos à falante nativa monolíngue, (789 Hz para S4 e 719 Hz para a falante nativa) e também com baixo desvio padrão, o que pode demonstrar pouca interferência da L2 na L1 ao final do processo.

Já ao analisar na Tabela 32 as produções das vogais [ɛ] e [æ] da informante em relação aos valores da falante nativa monolíngue do inglês, novamente, o resultado demonstrou ser promissor. A informante S4 também consegue distinguir as vogais ao final das coletas (841 Hz e 2259 Hz para [ɛ]; e 978 Hz e 1857 Hz para [æ]) uma vez que a vogal [æ] foi realizada com a língua em posição mais baixa, ainda que com valores mais altos para F2 em comparação com os valores controle, (768 Hz e 2020 Hz para [ɛ]; e 1012 Hz e 1598 Hz para [æ]), demonstrando uma possível mudança no sistema fonológico da informante.

Já em relação ao desvio padrão, esses dados também chamam a atenção por apresentarem valores altos nas produções de F2 de [ɛ] e [æ] (129,06 e 757,30, respectivamente), o que pode demonstrar maior variabilidade. No Gráfico 60, é possível perceber a distinção entre o espaço acústico do sistema vocálico do inglês da falante nativa e de S4:

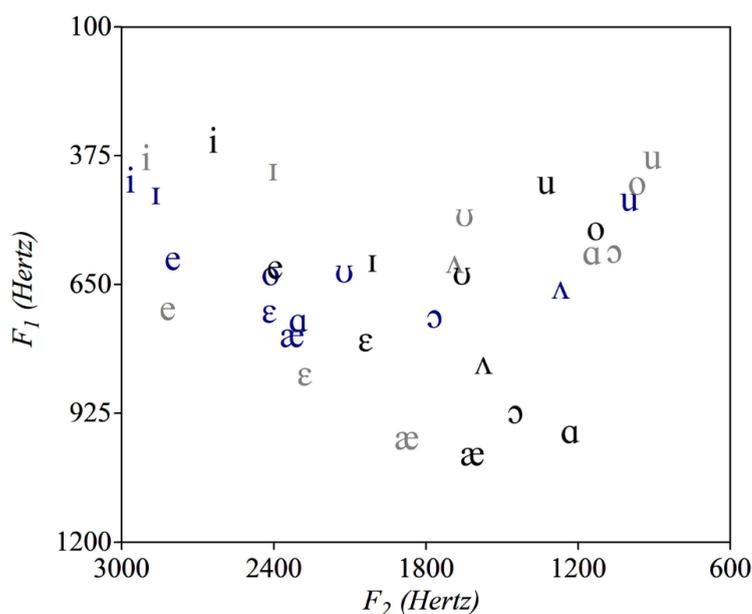


Gráfico 60 - Espaço vocálico com a distribuição das médias de F1 e F2 (Hz) das vogais da nativa de IA (preto), de S4 na coleta geral inicial (azul marinho) e de S4 na coleta geral final (cinza).

Fonte: o autor

Sintetizando, os dados de S4 demonstram que a informante apresentou a qualidade vocálica de [æ] assemelhada à da vogal realizada pela nativa de IA, distinguindo claramente as vogais alvo da pesquisa.

4.5.5. Síntese

Os resultados das condições finais de produção das informantes demonstram trajetórias distintas na adaptação ao sistema fonológico da língua inglesa e na manutenção da estabilidade do português.

S1, nas produções de português, apresentou valores médios para [ɛ] próximos aos da falante nativa monolíngue, mas com alto desvio-padrão de F2, sugerindo interferência da L2 na L1. No inglês, contudo, S1 demonstrou pouco progresso na distinção das vogais [ɛ] e [æ], que permaneceram sobrepostas na categoria fonológica [ɛ], refletindo dificuldade na incorporação da nova vogal ao seu sistema fonológico.

Já S2 manteve valores próximos aos da falante nativa para [ɛ] no português, com baixos desvios-padrão, indicando mais estabilidade nas produções. Nas produções em inglês, S2 demonstrou sucesso ao distinguir [ɛ] e [æ], alcançando valores próximos aos da falante nativa e evidenciando uma adaptação mais avançada ao sistema fonológico da L2, apesar de alguma variabilidade nos desvios-padrão para [æ]. Esses resultados revelam que S2 apresentou progresso em relação ao período desenvolvimental analisado, demonstrando uma possível estabilidade na L1 e aquisição na L2.

Para S3, a vogal [æ] foi produzida com a língua em posição mais baixa e valores próximos aos da falante nativa (1091 Hz para F1 e 1921 Hz para F2), demonstrando acurácia na distinção da vogal, enquanto [ɛ] manteve uma distinção clara (875 Hz para F1 e 2268 Hz para F2), com estabilidade nos desvios-padrão de [æ], apesar de maior variabilidade em F2 de [ɛ].

Para S4, os dados apontam estabilização nas produções do português, com valores de F1 e F2 de [ɛ] próximos aos da falante nativa monolíngue, demonstrando pouca interferência da L2 na L1. Já no inglês, S4 distinguiu [æ] e [ɛ] de forma eficaz ao final das coletas (978 Hz e 1857 Hz para [æ]; 841 Hz e 2259 Hz para [ɛ]), embora com alta variabilidade em F2, sugerindo um ajuste em progresso.

Os resultados apresentados vão de encontro com o apresentados pelos participantes submetidos ao treinamento das pesquisas de Pillot-Loiseau et al. (2013), Tsui (2012), Ferreira-Gonçalves, Pereira e Lemes (2019), Lemes (2021) e Silva-Garcia (2022), uma vez que demonstraram uma distinção mais acentuada

entre essas vogais, mantendo, ou até mesmo aprimorando, suas habilidades de produção.

Em suma, S2, S3 e S4 apresentaram uma distinção clara entre as vogais-alvo, indicando mudanças promissoras no sistema fonológico, enquanto S1, embora tenha variado e alcançado valores aproximados aos da produção controle, não foi suficiente para efetivar a mudança, resultado também apresentado por Lemes (2021) e Silva-Garcia (2022) em suas coletas finais.

Na próxima seção, apresentaremos os impactos da instrução explícita e do treinamento articulatório no sistema fonológico do PB pelas produções dos sujeitos.

4.6 Impacto da instrução e do treinamento articulatório no sistema do PB

Nesta seção, discutir-se-á os impactos da instrução explícita e do treinamento articulatório das vogais [ɛ], [a] e [ɔ] do Português Brasileiro no decorrer das doze coletas. Assim como supracitado, os dados apresentados são médias das produções das palavras do Quadro 7 realizadas semanalmente logo após a coleta das vogais alvo do inglês da pesquisa.

O propósito das coletas destas vogais do PB é verificar o comportamento das vogais neste percurso, de forma a analisar a variabilidade e possíveis impactos da instrução explícita e do treinamento articulatório. Para isso, gráficos desenvolvimentais dos valores de F1 e F2 foram construídos para visualizar de que forma as vogais em conjuntos variaram ou se mantiveram estáveis durante o processo, além de apresentar a aproximação das produções com os valores controle da vogal [æ] do inglês.

4.6.1 Impacto da instrução e do treinamento articulatório no sistema do PB de S1

Inicialmente apresentaremos o gráfico desenvolvimental das vogais do português da informante S1 durante o decorrer das doze coletas:

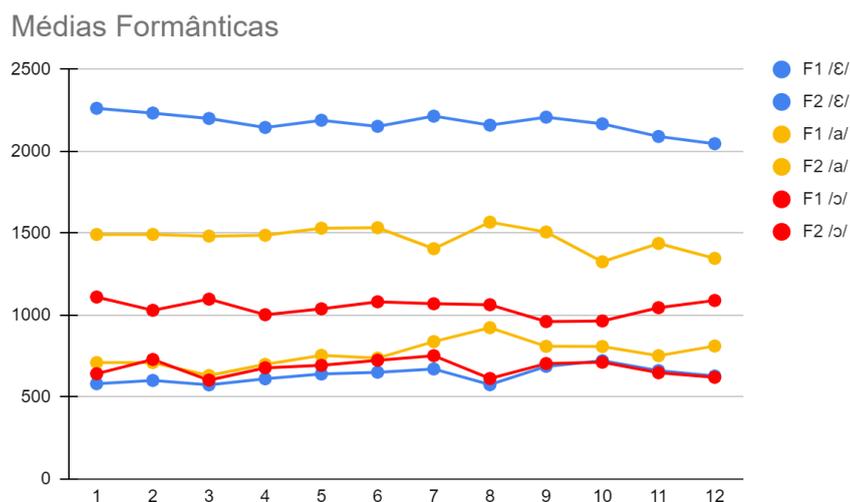


Gráfico 61 - Gráfico desenvolvimental dos valores médios de F1 e F2 (Hz) das vogais [ε], [a] e [ɔ] do Português Brasileiro produzida por S1 no decorrer das 12 coletas longitudinais.

Fonte: o autor

No Gráfico 61 é possível visualizar como as vogais [ε], [a] e [ɔ] de S1 comportaram-se no decorrer das doze coletas longitudinais. Percebe-se uma certa estabilização quanto aos valores de F1 e F2 das vogais [ε] e [ɔ] em praticamente todo o percurso. Contudo, a vogal [a] comportou-se de forma diferente. Nota-se uma suba nos valores de F1 iniciando no ponto de análise 4 até o seu pico máximo no ponto 9, período de início das coletas de instrução explícita e do treinamento articulatório, seguido por um declínio e estabilização, o que pode sinalizar uma certa influência da ferramenta metodológica no sistema fonológico da L1.

No Gráfico 62 apresenta-se o mesmo percurso desenvolvimental de S1, entretanto, com o acréscimo dos valores controle da vogal [æ] da nativa de IA, de forma a visualizar possíveis interferências da L2 na produção de vogais na L1.

Médias Formânticas

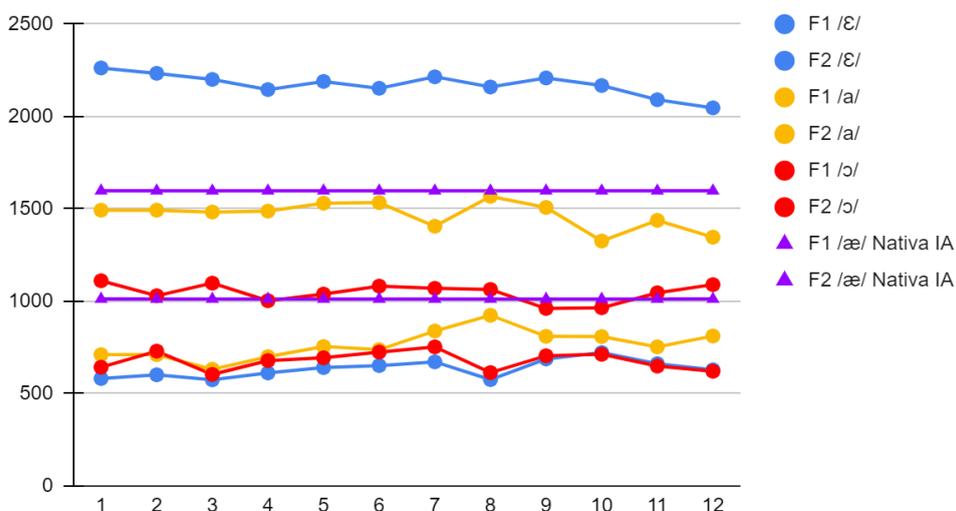


Gráfico 62 - Gráfico desenvolvimental dos valores médios de F1 e F2 (Hz) das vogais [ɛ], [a] e [ɔ] do Português Brasileiro produzida por S1 no decorrer das 12 coletas longitudinais em relação aos valores médios de controle da produção da vogal [æ] da nativa de IA.

Fonte: o autor

No Gráfico 62 é possível visualizar como as vogais [ɛ], [a] e [ɔ] de S1 comportaram-se no decorrer das doze coletas longitudinais em relação à vogal [æ] da nativa de IA. Ao analisar a faixa de frequência de F1 e F2 dos valores controle, nota-se uma aproximação da vogal [a] à produção da nativa de IA, alcançando sua maior proximidade de valores no ponto de análise 9, ao final das seções de instrução explícita e treinamento articulatório, o que pode significar uma influência do processo de desenvolvimento da vogal pertencente ao inventário fonológico da L2 através da instrução explícita e treinamento articulatório na L1.

No Gráfico 63 apresenta-se o mesmo percurso desenvolvimental de S1, entretanto, com o acréscimo dos valores da produção da vogal [æ] da informante no decorrer das 12 coletas longitudinais, de forma a visualizar possíveis produções aproximadas às produções das vogais na L1.

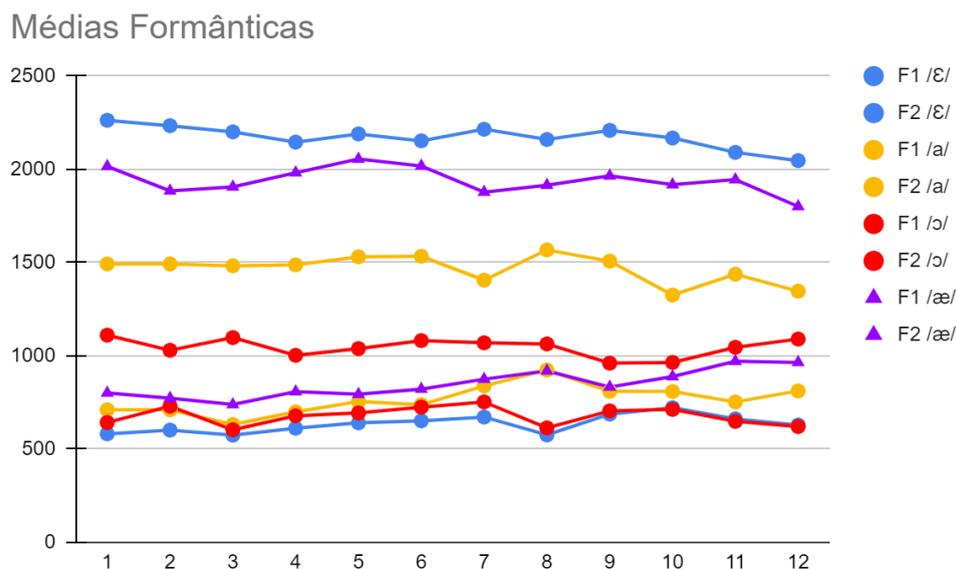


Gráfico 63 - Gráfico desenvolvimental dos valores médios de F1 e F2 (Hz) das vogais [ɛ], [a] e [ɔ] do Português Brasileiro e da vogal [æ] produzida por S1 no decorrer das 12 coletas longitudinais.
Fonte: o autor

Nota-se que os valores da produção da vogal [æ] apresentados no Gráfico 63 mantiveram-se mais aproximado aos valores das produções da vogal [ɛ] do que das demais vogais.

4.6.1.1. Síntese

Os gráficos desenvolvimentais das vogais do Português Brasileiro produzidas por S1 ao longo das 12 coletas longitudinais apresentados na seção anterior revelam padrões distintos de comportamento fonológico. As vogais [ɛ] e [ɔ] apresentam estabilização nos valores de F1 e F2 ao longo do tempo, enquanto a vogal [a] demonstra uma variação mais significativa, com um aumento nos valores de F1 entre os pontos 4 e 9, coincidente com o início das sessões de instrução explícita e treinamento articulatório. Esse comportamento é seguido por uma estabilização, sugerindo uma possível influência metodológica na L1.

A análise dos valores de controle da vogal [æ] da nativa de IA (Gráfico 62) indica uma aproximação da vogal [a] de S1 aos valores da produção da nativa, com maior convergência no ponto 9, reforçando a hipótese de interferência da L2 através do treinamento articulatório. Por fim, o Gráfico 63 mostra que as produções de [æ] por S1 permanecem mais próximas aos valores de [ɛ] do que às demais vogais da

L1, sugerindo que a categoria fonológica da L2 não se estabilizou de forma independente, mas está influenciada pelas vogais da L1. Na próxima seção, será apresentado o impacto da instrução explícita e do treinamento articulatório no sistema do PB de S2.

Os resultados corroboram os apresentados por Kupske e Alves (2016), demonstrando que o período de intervenção influencia a produção dos sons da fala, evidenciando a dinamicidade da linguagem e sua constante transformação, o que ressalta a importância de uma análise longitudinal. Além disso, foi destacada a influência da língua dominante (inglês) sobre a língua materna (português brasileiro), apontando para a inter-relação entre os sistemas de L1 e L2.

4.6.2 Impacto da instrução e do treinamento articulatório no sistema do PB de S2

Nesta seção apresentaremos o gráfico desenvolvimental das vogais do português da informante S2 no decorrer das doze coletas:

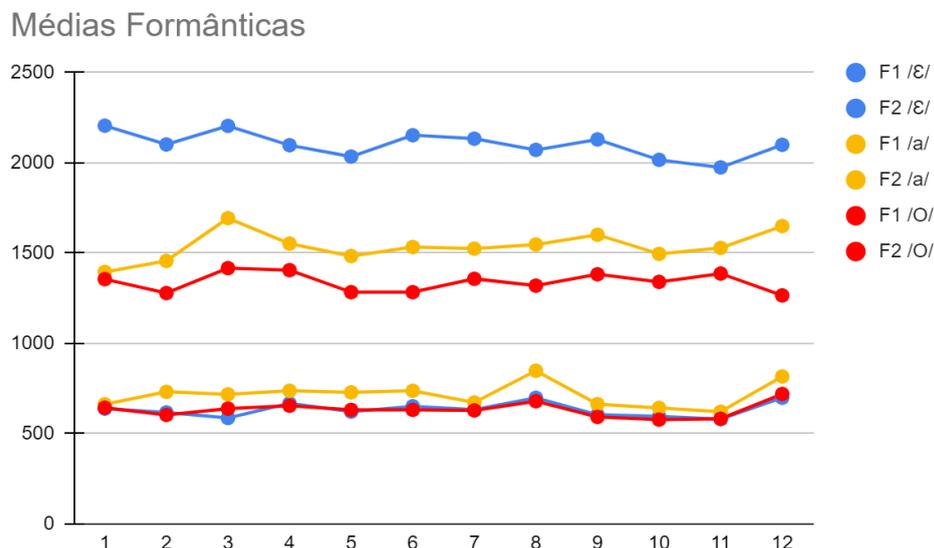


Gráfico 64 - Gráfico desenvolvimental dos valores médios de F1 e F2 (Hz) das vogais [ɛ], [a] e [ɔ] do Português Brasileiro produzida por S2 no decorrer das 12 coletas longitudinais.

Fonte: o autor

É possível visualizar no Gráfico 64 uma certa estabilização quanto aos valores de F1 e F2 das vogais como as vogais [ɛ] e [ɔ] em majoritariamente todo o percurso. Entretanto, a vogal [a] demonstrou uma subida nos valores de F2 iniciando no ponto de análise 2 até o seu pico máximo no ponto 3, período das

coletas iniciais, seguido por um declínio e estabilização. Já os valores de F1 mantiveram-se estáveis durante praticamente todo o processo desenvolvimental, com exceção de [a] que apresentou um pico no ponto 8, o que pode sinalizar uma influência da vogal [æ] na produção desta vogal.

No Gráfico 65 apresenta-se o mesmo percurso desenvolvimental de S2, contudo, com o acréscimo dos valores controle da vogal [æ] da nativa de IA, de forma a visualizar possíveis interferências da L2 na produção de vogais na L1.

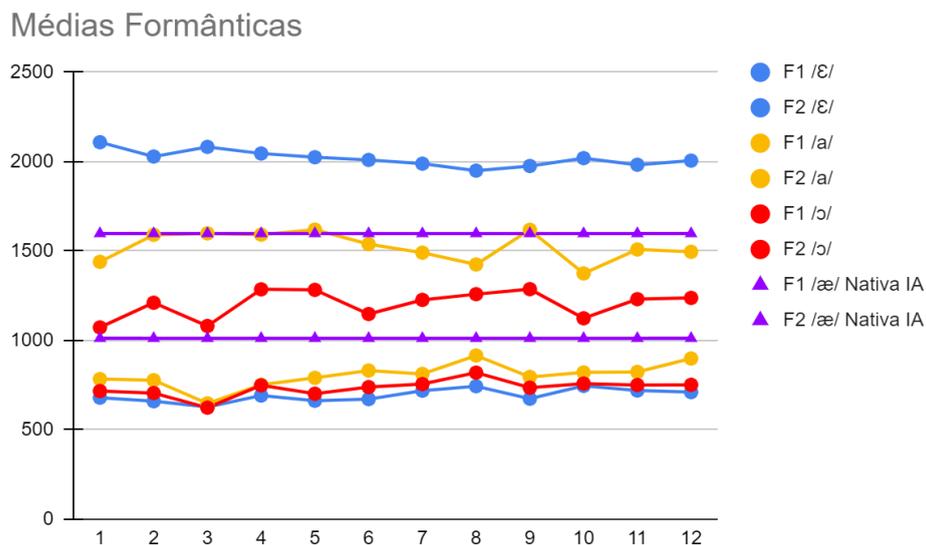


Gráfico 65 - Gráfico desenvolvimental dos valores médios de F1 e F2 (Hz) das vogais [ɛ], [a] e [ɔ] do Português Brasileiro produzida por S2 no decorrer das 12 coletas longitudinais em relação aos valores médios de controle da produção da vogal [æ] da nativa de IA.

Fonte: o autor

Ao analisar a faixa de frequência de F1 e F2 dos valores controle no Gráfico 65, nota-se uma aproximação dos valores de F2 da vogal [a] à produção da nativa de IA durante praticamente todo o processo. Já para F1, nota-se que o ponto de maior proximidade foi no ponto de análise 8, ao final das seções de instrução explícita e treinamento articulatório, o que pode significar uma influência do processo de desenvolvimento da vogal pertencente ao inventário fonológico da L2 através da instrução explícita e treinamento articulatório na L1.

No Gráfico 66 apresenta-se o mesmo percurso desenvolvimental de S2, no entanto, com o acréscimo dos valores da produção da vogal [æ] da informante no decorrer das 12 coletas longitudinais, de forma a visualizar possíveis produções aproximadas às produções das vogais na L1.

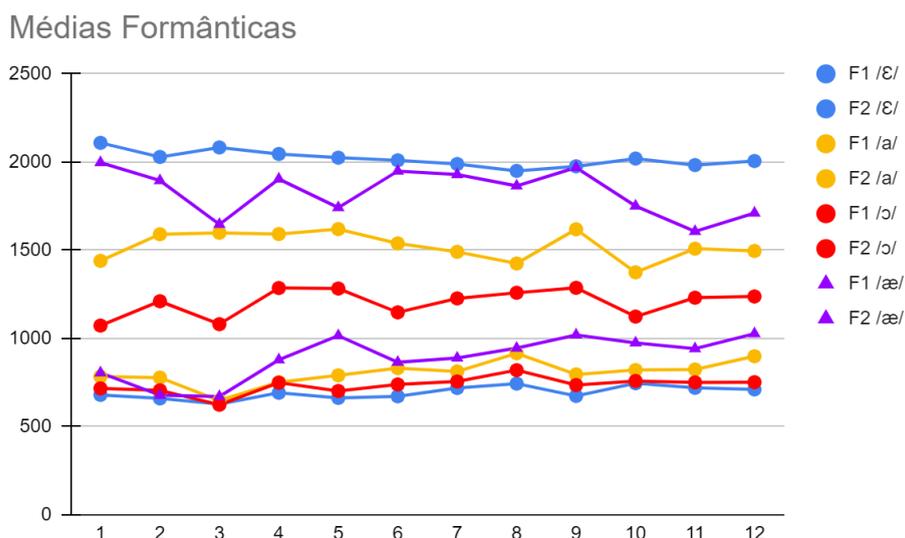


Gráfico 66 - Gráfico desenvolvimental dos valores médios de F1 e F2 (Hz) das vogais [ɛ], [a] e [ɔ] do Português Brasileiro e da vogal [æ] produzida por S1 no decorrer das 12 coletas longitudinais.
Fonte: o autor

Percebe-se que S2, durante as três coletas iniciais, produziu a vogal [æ] mais aproximada às vogais [ɛ] e [a] da L1. Com o início das instruções explícitas e treinamento articulatório ocorre uma suba dos valores de F1 da vogal [a] em conjunto com a elevação dessa frequência em [æ], demonstrando um abaixamento da língua na produção desta vogal do PB até o ponto de análise 8, seguido de uma descida e estabilização dos valores. Essa aproximação dos valores de F1 da produção da vogal alvo do inglês com a vogal [a] do PB pode indicar que a ferramenta metodológica foi uma variante importante para uma desestabilização do sistema fonológico de L1.

4.6.2.1. Síntese

Os resultados dos gráficos mostram o desenvolvimento das vogais do português brasileiro produzidas pela informante S2 ao longo das doze coletas longitudinais, evidenciando variações específicas nas frequências F1 e F2 das vogais [ɛ], [a] e [ɔ].

As vogais [ɛ] e [ɔ] apresentaram estabilidade nos valores de F1 e F2, enquanto a vogal [a] passou por um aumento nos valores de F2 nas coletas iniciais, seguido por uma estabilização. Além disso, houve um pico nos valores de F1 de [a] no ponto 8, sugerindo uma possível influência da vogal [æ] do inglês.

Quando comparados com os valores de controle da produção da vogal /æ/ pela nativa de IA (Gráfico 65), os valores de F2 de [a] de S2 aproximaram-se dos da nativa de IA ao longo do processo, com a maior proximidade ocorrendo no ponto 8, após as instruções explícitas e o treinamento articulatório. Isso indica que o processo de ensino teve um impacto significativo na produção das vogais de S2, especialmente na forma como a vogal [æ] foi produzida, com uma tendência de desestabilização do sistema fonológico da L1 e uma aproximação com as características da L2.

Essa dinâmica sugere que o treinamento articulatório teve um papel importante na modificação do padrão de produção fonológica de S2, influenciando a interação entre as vogais da L1 e L2, indo de encontro com os resultados do estudo de Pereyron e Alves (2016), que enfatiza a influência multidirecional das línguas adicionais no sistema vocálico da língua materna, resultando em formas híbridas que mesclam características de todas as línguas envolvidas. Assim, os resultados confirmaram a complexidade do processo multilíngue e destacaram a importância da interação dos diferentes sistemas linguísticos na produção vocal dos participantes. Logo após veremos os possíveis impactos da instrução e do treinamento articulatório no sistema do PB no sistema fonológico de S3.

4.6.3 Impacto da instrução e do treinamento articulatório no sistema do PB de S3

Inicialmente apresentaremos o gráfico desenvolvimental das vogais do português da informante S3 durante as doze coletas:

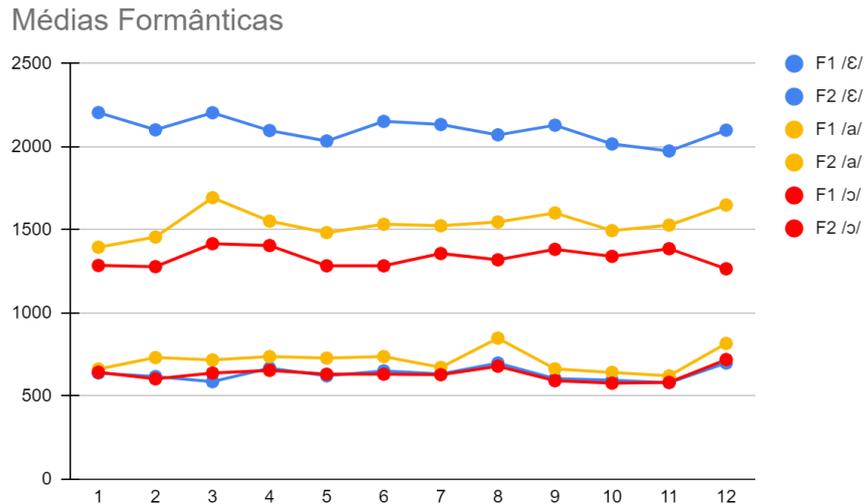


Gráfico 67 - Gráfico desenvolvimental dos valores médios de F1 e F2 (Hz) das vogais [ɛ], [a] e [ɔ] do Português Brasileiro produzida por S3 no decorrer das 12 coletas longitudinais.

Fonte: o autor

Nota-se uma certa estabilização quanto aos valores de F1 das vogais durante praticamente todo o percurso longitudinal com exceção aos pontos 8 e 12 (Gráfico 67), em que ocorre uma suba dos valores da frequência para a vogal [a], o que pode significar um abaixamento da vogal resultado da influência da vogal [æ] da L2. Em F2 nota-se uma subida de valores formânticos de [a] durante as coletas iniciais, seguido por uma estabilização. Nas demais coletas os valores mantiveram-se estáveis, o que pode sinalizar pouca interferência da ferramenta metodológica no sistema fonológico da L1.

No Gráfico 68, apresenta-se o mesmo percurso desenvolvimental de S3, contudo, com o acréscimo dos valores controle da vogal [æ] da nativa de IA, de forma a visualizar possíveis interferências da L2 na produção de vogais na L1.

Médias Formânticas

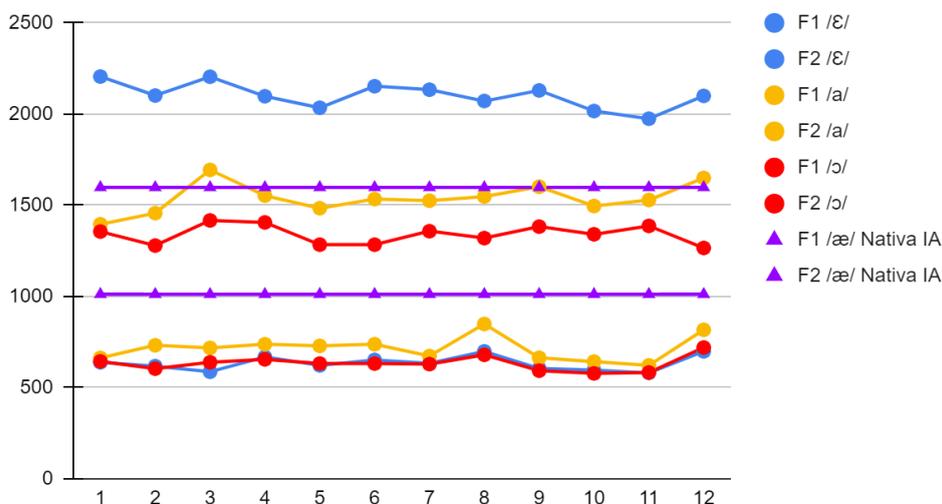


Gráfico 68 - Gráfico desenvolvimental dos valores médios de F1 e F2 (Hz) das vogais [ɛ], [a] e [ɔ] do Português Brasileiro produzida por S3 no decorrer das 12 coletas longitudinais em relação aos valores médios de controle da produção da vogal [æ] da nativa de IA.

Fonte: o autor

No Gráfico 68 é possível visualizar como as vogais [ɛ], [a] e [ɔ] de S3 comportaram-se no decorrer das doze coletas longitudinais em relação à vogal [æ] da nativa de IA. Percebe-se uma aproximação dos valores de F2 de [a] aos valores controle da nativa que se manteve até o final das coletas, e uma aproximação dos valores de F1 da mesma vogal no ponto de análise 8, podendo inferir que a informante apresentou um abaixamento da vogal do português aproximada ao valor controle ao final das seções de instrução explícita e treinamento articulatorio, e conseqüentemente apresentou uma influência do processo de desenvolvimento da vogal pertencente ao inventário fonológico da L2 através da instrução explícita e treinamento articulatorio na L1.

No Gráfico 69 apresenta-se o mesmo percurso desenvolvimental de S3, entretanto, com o acréscimo dos valores da produção da vogal [æ] da informante no decorrer das 12 coletas longitudinais, de forma a visualizar possíveis produções aproximadas às produções das vogais na L1.

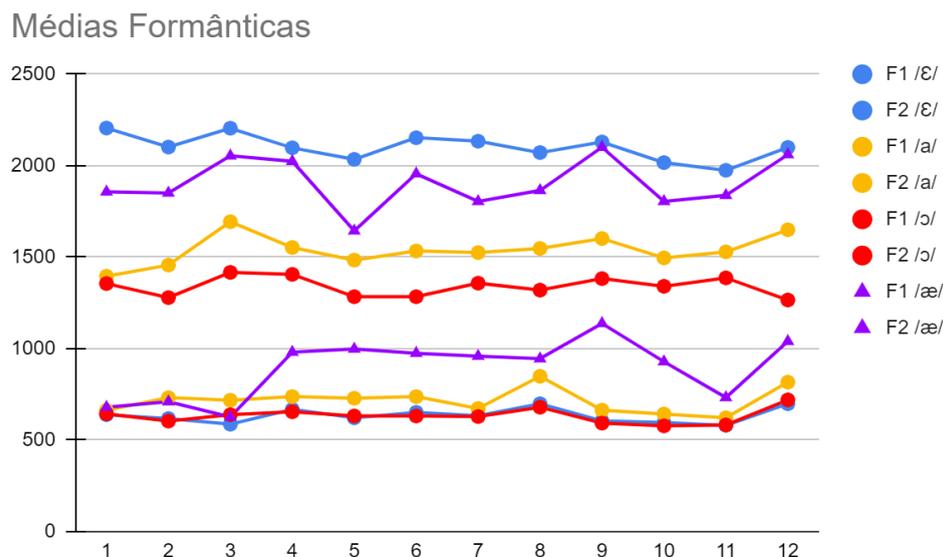


Gráfico 69 - Gráfico desenvolvimental dos valores médios de F1 e F2 (Hz) das vogais [ɛ], [a] e [ɔ] do Português Brasileiro e da vogal [æ] produzida por S3 no decorrer das 12 coletas longitudinais.

Fonte: o autor

Nota-se que a informante S3, durante as três coletas iniciais, produziu a vogal [æ] mais aproximada à vogal [ɛ] da L1 (Gráfico 69). Com o início das instruções explícitas e treinamento articulatório ocorre uma suba dos valores de F1 da vogal [æ], distinguindo-a das demais vogais do PB até o ponto de análise 10 (primeira coleta final), seguido de uma reaproximação aos valores da produção de [ɛ] da L1 do PB, e na última coleta a produção volta a se distinguir das demais, o que pode indiciar que a ferramenta metodológica foi uma variante importante para a distinção da vogal [æ] em relação ao sistema fonológico de L1.

A seguir veremos os possíveis impactos da instrução e do treinamento articulatório no sistema do PB no sistema fonológico de S4.

4.6.3.1. Síntese

Na seção anterior, os resultados dos gráficos mostraram o desenvolvimento das vogais do português brasileiro produzidas pela informante S3 ao longo das doze coletas longitudinais, evidenciando variações nas frequências F1 e F2, principalmente na vogal [a].

Durante a maior parte das coletas, os valores de F1 se mantiveram estáveis, exceto nos pontos 8 e 12, onde houve um aumento nos valores de F1 de [a], sugerindo um possível abaixamento da vogal, o que pode ser atribuído à influência da vogal [æ] da L2. Em relação a F2, observou-se uma elevação nos valores de [a] durante as coletas iniciais, seguida de estabilização, indicando pouca interferência da metodologia no sistema fonológico da L1.

Ao comparar com os valores de controle da produção da vogal [æ] de uma nativa de IA (Gráfico 68), foi possível perceber uma aproximação entre os valores de F2 de [a] com os valores de [æ] da nativa, especialmente no ponto 8, após as instruções explícitas e o treinamento articulatório, sugerindo que a metodologia de ensino afetou a produção de [a] em S3.

No Gráfico 69, os resultados mostram que nas três primeiras coletas, a produção de /æ/ por S3 foi mais próxima de [ɛ] da L1. Contudo, após o início do treinamento, houve uma distinção dos valores de F1 de [æ], destacando-se das demais vogais do PB até o ponto 10. A partir daí, [æ] retornou a se aproximar de [ɛ], mas voltou a se distinguir nas coletas finais, o que sugere que o treinamento articulatório teve um impacto significativo na produção de [æ], separando-a das vogais do português e evidenciando a influência do processo metodológico na modificação do sistema fonológico de S3, o que corrobora com os resultados de Kupsky e Alves (2016), demonstrando a influência da língua estrangeira (inglês) sobre a língua materna (português brasileiro) e a inter-relação entre os sistemas de L1 e L2. Logo após será apresentado o impacto da instrução e do treinamento articulatório no sistema do PB de S4.

4.6.4 Impacto da instrução e do treinamento articulatório no sistema do PB de S4

Para finalizar, apresentaremos o gráfico desenvolvimental das vogais do português da informante S4 durante as doze coletas:

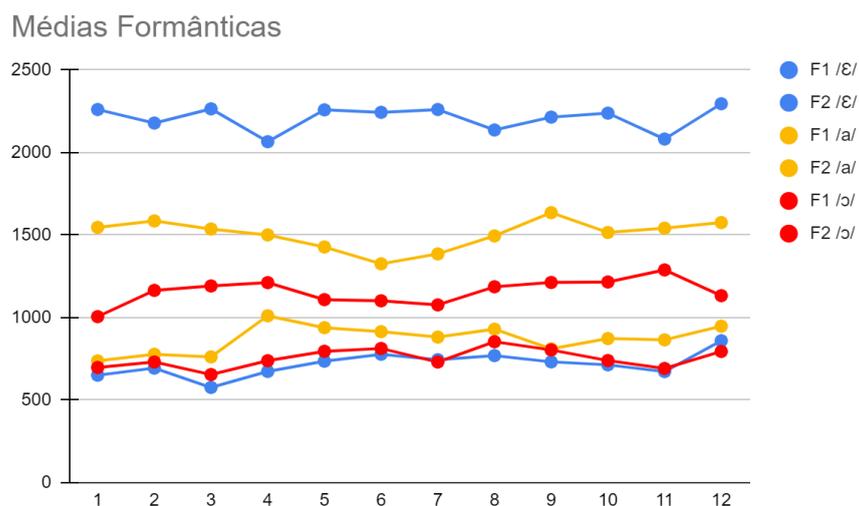


Gráfico 70 - Gráfico desenvolvimental dos valores médios de F1 e F2 (Hz) das vogais [ε], [a] e [ɔ] do Português Brasileiro produzida por S4 no decorrer das 12 coletas longitudinais.

Fonte: o autor

No Gráfico 70 é possível visualizar como as vogais [ε], [a] e [ɔ] de S4 comportaram-se no decorrer das doze coletas longitudinais. Nota-se uma certa estabilização quanto aos valores de F1 e F2 das vogais nas três primeiras coletas, seguido por uma suba nos valores de F1 de todas as vogais e uma descida nos valores de F2 da vogal [a] e [ε] no ponto de análise quatro, quando ocorre a primeira seção de instrução explícita e treinamento articulatório, mantendo-se até os pontos 6 e 7 (com exceção dos valores de F2 de [ε], que voltaram à faixa de valores das coletas iniciais e se estabilizaram) o que pode sinalizar uma certa influência da ferramenta metodológica na desestabilização do sistema fonológico da L1.

No Gráfico 71 apresenta-se o mesmo percurso desenvolvimental de S4, entretanto, com o acréscimo dos valores controle da vogal [æ] da nativa de IA, de forma a visualizar possíveis interferências da L2 na produção de vogais na L1.

Médias Formânticas

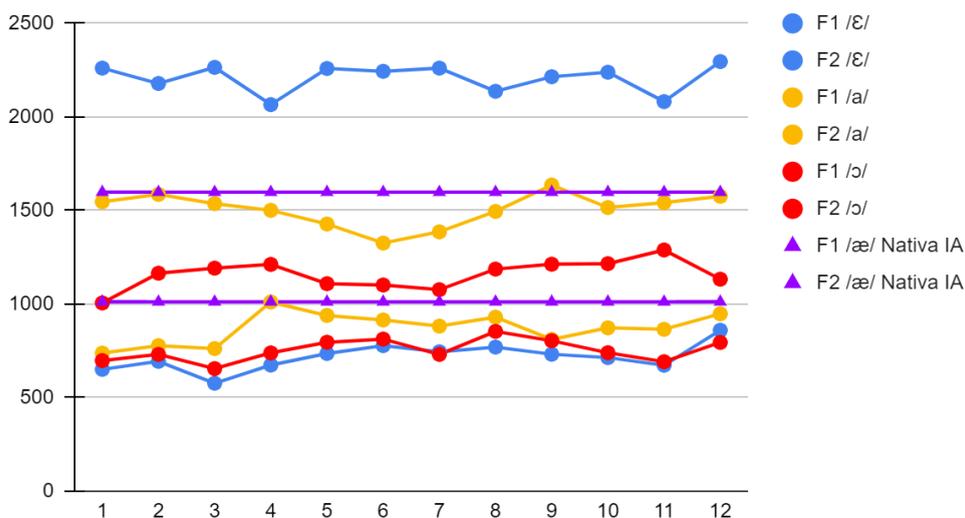


Gráfico 71 - Gráfico desenvolvimental dos valores médios de F1 e F2 (Hz) das vogais [ɛ], [a] e [ɔ] do Português Brasileiro produzida por S4 no decorrer das 12 coletas longitudinais em relação aos valores médios de controle da produção da vogal [æ] da nativa de IA.

Fonte: o autor

Ao analisar a faixa de frequência de F1 e F2 dos valores controle no Gráfico 71, nota-se que S4 apresentou valores de [a] nos pontos 4, 8 e 12 (referentes à primeira e quinta seção de instrução explícita e treinamento articulatório e a última coleta final) aproximados aos da produção da nativa de IA, o que pode significar uma influência do processo de desenvolvimento da vogal pertencente ao inventário fonológico da L2 através da instrução explícita e treinamento articulatório na L1.

No Gráfico 72 apresenta-se o mesmo percurso desenvolvimental de S4, entretanto, com o acréscimo dos valores da produção da vogal [æ] da informante no decorrer das 12 coletas longitudinais, de forma a visualizar possíveis produções aproximadas às produções das vogais na L1.

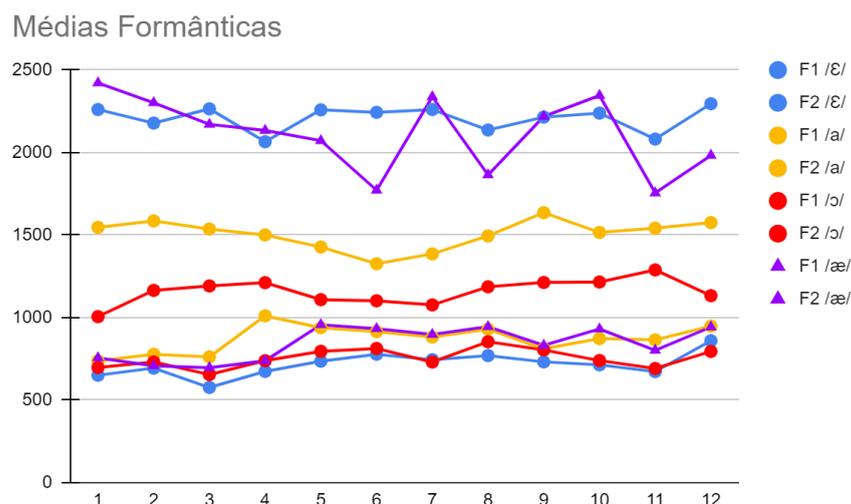


Gráfico 72 - Gráfico desenvolvimental dos valores médios de F1 e F2 (Hz) das vogais [ε], [a] e [ɔ] do Português Brasileiro e da vogal [æ] produzida por S4 no decorrer das 12 coletas longitudinais.

Fonte: o autor

Percebe-se no Gráfico 72 que S4, durante os quatro primeiros pontos de análise, produziu valores formânticos da vogal [æ] mais aproximados aos valores da vogal [ε] da L1. Com o decorrer das instruções explícitas e treinamento articulatorio ocorre uma suba dos valores de F1 da vogal [æ], distinguindo-a das demais vogais do PB até o ponto de análise 9 (última coleta de instrução explícita e treinamento articulatorio), quando ocorre uma reaproximação aos valores da produção de [ε] da L1 do PB, mas volta a distinguir das demais vogais nas coletas finais, o que pode indicar que a ferramenta metodológica foi uma variante importante para a distinção da vogal [æ] em relação ao sistema fonológico de L1.

4.6.4.1. Síntese

Para finalizar, os resultados dos gráficos mostram o desenvolvimento das vogais do português brasileiro produzidas pela informante S4 ao longo das doze coletas longitudinais.

No Gráfico 70, as vogais [ε], [a] e [ɔ] apresentaram uma estabilização nos valores de F1 e F2 durante as três primeiras coletas. No ponto 4, após a primeira seção de instrução explícita e treinamento articulatorio, observou-se um aumento nos valores de F1 e uma queda nos valores de F2 de [a] e [ε], com essa tendência

se mantendo até os pontos 6 e 7. A exceção foi a vogal [ɛ], que retornou aos valores iniciais, sugerindo uma possível desestabilização do sistema fonológico da L1 devido à intervenção metodológica.

O Gráfico 71 revela que, em comparação com os valores de controle da produção da vogal [æ] da nativa de IA, os valores de F1 e F2 de [a] de S4 se aproximaram dos da nativa de IA nos pontos 4, 8 e 12, indicando uma influência do treinamento articulatorio no desenvolvimento dessa vogal, especialmente em relação ao inventário fonológico da L2.

No Gráfico 72, a produção de [æ] por S4 nos primeiros pontos foi mais próxima de [ɛ], mas após as instruções, a vogal se distanciou, com um aumento nos valores de F1, diferenciando-se das demais vogais do PB até o ponto 9. Depois disso, houve uma reaproximação aos valores de [ɛ], mas a produção de [æ] voltou a se distinguir nas coletas finais, sugerindo que o processo de ensino teve um impacto considerável na diferenciação dessa vogal em relação às demais do PB. Assim, os resultados confirmaram a complexidade do processo multilíngue e destacaram a importância da interação dos diferentes sistemas linguísticos na produção vocal dos participantes, corroborando com os resultados de Pereyron e Alves (2016).

No próximo capítulo será apresentada a conclusão da dissertação, sintetizando os resultados e respondendo às questões de pesquisa apresentadas na introdução do texto.

CONCLUSÃO

A presente pesquisa buscou investigar o papel da instrução explícita e do treinamento articulatório, por meio da ultrassonografia, no processo desenvolvimental das vogais frontais baixas anteriores do inglês /æ/ e /ɛ/ por estudantes brasileiros em semestres iniciais do curso de graduação em Letras - Licenciatura em Português/ Inglês.

De forma a responder às questões de pesquisa apresentadas na introdução, as retomaremos juntamente com suas hipóteses:

Q1: As vogais baixas anteriores /ɛ/ e /æ/ são produzidas de forma contrastiva por alunos de semestres iniciais do curso de graduação?

H1: Os alunos de semestres iniciais do curso de graduação não produzem as vogais /ɛ/ e /æ/ de forma distinta, visto que, por influência da L1, sobrepõem este par de vogais em uma única categoria fonológica (Rauber *et al.*, 2016; Gonçalves, 2014; Lima Jr, 2015).

Esta hipótese foi parcialmente confirmada. A análise dos dados das condições iniciais indica que, na coleta geral inicial, as produções de S2 e S4 apresentaram uma sobreposição dessas vogais em uma única categoria fonológica (vogal [ɛ]), o que sugere que ainda não havia uma distinção clara entre elas. Já S1 e S3 apresentaram distinção entre as vogais alvo, contudo, essa diferenciação ocorreu somente nos valores de F2.

No transcorrer das coletas, S1 apresentou um aumento na variabilidade nos valores de duração das vogais, mas essa variabilidade não demonstrou progresso para uma clara distinção entre [ɛ] e [æ]. A largura de banda entre os valores mínimo e máximo foi significativa, mas ainda assim não permitiu uma diferenciação efetiva entre as vogais.

Ao comparar os dados de S1 com os da falante nativa de inglês, percebe-se que a distinção entre as vogais ocorre de forma clara na nativa, enquanto S1 apresenta uma sobreposição significativa. Os valores de F1 e F2 de S1 para [ɛ] foram 823 Hz e 2045 Hz, enquanto para [æ] foram 868 Hz e 1881 Hz, mostrando

que a informante não conseguiu estabelecer uma clara diferenciação, indicando que a vogal [æ] permaneceu neutralizada e sobreposta à categoria fonológica de [ɛ].

Apesar de S2 nas coletas iniciais produzir a vogal [æ] de forma neutralizada e sobreposta à categoria fonológica de [ɛ], ao longo das coletas de instrução explícita e treinamento articulatório, a informante começou a mostrar uma maior clareza na distinção entre as vogais.

Ao final das coletas, S2 conseguiu distinguir as vogais, apresentando valores formânticos que podem indicar uma mudança. Os valores de F1 e F2 mostraram uma maior variabilidade, especialmente no início das instruções explícitas e do treinamento articulatório, o que sugere que o método utilizado foi eficaz para a estabilização da produção das vogais [ɛ] e [æ].

Já S3, durante as três primeiras coletas (coletas iniciais), produziu a vogal [æ] de forma mais próxima à vogal [ɛ] do PB, com valores de F1 e F2 que indicavam uma neutralização. Com o início das instruções explícitas e do treinamento articulatório, a informante começou a apresentar uma suba nos valores de F1 da vogal [æ], o que a diferenciou das demais vogais do português.

Ao longo do processo, S3 demonstrou uma certa estabilização nos valores de produção das coletas finais, embora tenha apresentado variações no início das coletas. Os dados mostraram que, após um declínio nos valores de F1, a informante voltou a se aproximar dos valores de produção de [æ] na última coleta, indicando que a ferramenta metodológica teve um impacto positivo na distinção das vogais

Esta informante também conseguiu distinguir as vogais ao final das coletas, com valores de F1 e F2 que se aproximaram dos encontrados nas produções de uma nativa de inglês. Para [ɛ], os valores foram de 875 Hz e 2268 Hz, enquanto para [æ] foram 1091 Hz e 1921 Hz. A posição da língua durante a produção de [æ] foi mais baixa, indicando uma possível mudança no sistema fonológico

Assim como S3, durante as coletas iniciais a informante S4 produziu a vogal [æ] de forma mais próxima à vogal [ɛ] do português brasileiro, com valores de F1 e F2 que indicavam uma neutralização. Com o início das instruções explícitas e do treinamento articulatório, a informante começou a apresentar uma suba nos valores de F1 da vogal [æ], o que a diferenciou das demais vogais do português. ,

Ao longo das coletas, S4 começou a mostrar uma maior clareza na distinção entre as vogais principalmente em relação à F1, logo no início das seções de instrução explícita e treinamento articulatório, mantendo aproximado aos valores da

nativa praticamente até o final das coletas, o que pode indiciar uma possível mudança no sistema fonológico.

Esta informante também conseguiu distinguir as vogais ao final do processo na coleta geral final, com valores de F1 e F2 que se aproximaram dos encontrados nas produções de uma nativa de inglês. Para [ɛ], os valores foram de 841 Hz e 2259 Hz, enquanto para [æ] foram 978 Hz e 1857 Hz. A posição da língua durante a produção de [æ] foi mais baixa, indicando uma possível mudança no sistema fonológico.

Em suma, a análise dos dados iniciais confirmou parcialmente essa hipótese: S2 e S4 apresentaram sobreposição das vogais, enquanto S1 e S3 mostraram distinção, mas apenas em termos de F2. Durante o processo, S2 e S4 melhoraram a distinção entre as vogais, especialmente após instrução explícita e treinamento articulatorio. S2, que inicialmente neutralizava [æ], apresentou maior clareza nos valores formânticos após o treinamento. S3 e S4 também começaram a diferenciar as vogais, com valores de F1 e F2 se aproximando dos de uma falante nativa de inglês, especialmente no final das coletas, indicando uma mudança positiva no sistema fonológico.

Q2: A realização de instrução explícita e de treinamento articulatorio por meio do ultrassom pode ser capaz de aumentar o grau de variabilidade nos sistemas fonológicos da L1 e L2 das informantes?

H2: É possível que os sistemas fonológicos podem sofrer impacto do ultrassom ao ponto de gerar aumentar o grau de variabilidade nas suas produções, tanto de L1 quanto de L2, ao fazer uma análise longitudinal pelo viés da TSDC. Isso justifica-se uma vez que compreendendo a língua como um sistema dinâmico complexo entende-se que fatores externos podem afetar o sistema e levá-lo a variar e se reorganizar, fatores estes que podem predispor mudança (Larsen-freeman; Cameron, 2008; De Bot; Lowie; Verspoor, 2007; Beckner *et al.*, 2009; Verspoor; De Bot; Lowie, 2011; Verspoor, Hong 2013; De Bot, 2017, Lowie; Verspoor, 2015; 2019; Yu; Lowie, 2019). Com isso, a realização de instrução explícita e de treinamento articulatorio por meio do ultrassom pode ser capaz de gerar aumentar o grau de variabilidade nos sistemas fonológicos da L1 e da L2 das informantes.

Esta hipótese foi confirmada. A realização de instrução explícita e de treinamento articulatório por meio do ultrassom pode aumentar o grau de variabilidade nos sistemas fonológicos da L1 e L2 das informantes. Esse tipo de treinamento foi capaz de levar a uma desestabilização do sistema fonológico da língua materna (L1), permitindo que as informantes ajustem suas produções na língua alvo (L2) de maneira mais eficaz e logo após uma reestabilização, uma vez que o sistema sempre busca uma estabilização.

As seções de instrução explícita e treinamento articulatório resultaram em mudanças significativas nos valores de F1 e F2 das vogais, indicando uma possível adaptação e uma maior variabilidade nas produções vocálicas.

Q3: A realização de instrução explícita e de treinamento articulatório, por meio do ultrassom, favorece o processo desenvolvimental das vogais baixas anteriores alvos da pesquisa?

H3: A instrução explícita e o treinamento articulatório, por meio do ultrassom, serão propícios para o desenvolvimento fonético-fonológico dos segmentos da L2 (LEMES, 2021; SILVA-GARCIA, 2022) e, conseqüentemente, das vogais baixas anteriores da LI [ɛ] e [æ].

Esta hipótese também é confirmada. A realização das seções de instrução explícita e treinamento articulatório por meio do ultrassom favoreceram o processo desenvolvimental das vogais baixas anteriores alvos da pesquisa. Os dados indicam que, após o início dessas instruções, houve mudanças significativas nos valores de duração e nas frequências formantes (F1 e F2) das vogais, refletindo uma adaptação e um ajuste nas produções das informantes.

A mudança de fase nos valores de F1 da vogal [æ] foi constatada nas seções iniciais do treinamento, indicando um impacto positivo dessa abordagem metodológica. Além disso, a variabilidade nas produções das vogais também sugere que o treinamento contribuiu para uma melhor distinção entre as vogais alvo

Em suma, com base nos resultados apresentados, o trabalho foca na análise das produções de quatro informantes iniciais no processo de desenvolvimento linguístico de inglês como L2 (S1, S2, S3 e S4), examinando particularmente as

vogais [æ] e [ɛ]. Ao longo de doze coletas longitudinais, destacou-se o impacto da instrução explícita e do treinamento articulatório na produção destas vogais, revelando tendências de variabilidade e estabilização ao longo do tempo. Os resultados indicaram que, as informantes S2, S3 e S4 apresentaram uma melhoria significativa na distinção entre as vogais alvo da pesquisa, demonstrando mudanças significativas nos valores dos formantes, principalmente em F1, enquanto S1 apresentou uma melhora na produção, contudo não suficiente para demonstrar mudança. Desta forma sugere-se que as intervenções metodológicas impactaram positivamente na capacidade das informantes de distinguir essas vogais, indicando potenciais mudanças em seus sistemas fonológicos.

A utilização da Teoria dos Sistemas Dinâmicos Complexos demonstrou na análise dos dados sobre a ideia do processo, sobre a imprevisibilidade e sobre o fato de que sistemas complexos não são estáticos. Novamente a variabilidade entra como característica intrínseca, que faz parte.

A utilização da Teoria dos Sistemas Dinâmicos Complexos como embasamento teórico das análises demonstrou ser vantajosa para a compreensão do progresso do desenvolvimento linguístico, ao enfatizar que a língua é um sistema em constante movimento sensível a múltiplas influências que interagem de maneira não linear, no qual a variabilidade é uma característica inerente ao próprio processo, Essa perspectiva reforça a ideia de que mudanças linguísticas emergem de interações contínuas entre fatores internos e externos, tornando o sistema imprevisível em detalhes específicos, mas ainda assim organizado em padrões recorrentes.

A presente pesquisa contribui para a área ao oferecer uma abordagem dinâmica para compreender processo desenvolvimental da língua, enfatizando a sua natureza dinâmica e complexa. A utilização do ultrassom como ferramenta metodológica de instrução explícita e treinamento articulatório permite compreender os movimentos articulatórios em tempo real, demonstrando ser um aliado importante para o progresso do desenvolvimento linguístico.

Desta forma, o presente trabalho pode impactar pesquisas futuras ao incentivar investigações que considerem a variabilidade e a emergência de padrões no desenvolvimento linguístico, além de abrir caminhos para estudos que explorem como diferentes fatores interagem e impactam dinamicamente ao longo do tempo o sistema, e como o ultrassom pode ser um recurso valioso para entender padrões

articulatórios sutis, contribuindo para uma visão mais integrada da relação entre a variação e a mudança linguística.

REFERÊNCIAS

- ADLER-BOCK, M.; BERNHARDT, B., M.; GICK, B.; BACSFALVI, P. The use of ultrasound in remediation of North American English /r/ in 2 adolescents. *Journal of Speech Language Pathology*, n. 16, v. 2, p. 128-139, 2007.
- ALVES, U. K. O papel da instrução explícita na aquisição fonológica do inglês como L2: evidências fornecidas pela Teoria da Otimidade. Pelotas: Dissertação de Mestrado, UCPel, 2004.
- BAPTISTA, B. O. The acquisition of English vowels by Brazilian Portuguese speakers. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2000.
- BAPTISTA, B. O. Adult phonetic learning of a second language vowel system. In: BAPTISTA, B. O.; WATKINS, M. A. (Eds.). *English with a Latin Beat: Studies in Portuguese/Spanish – English Interphonology* (pp. 19-40). Amsterdam: John Benjamins, 2006.
- BARBOSA, P. A.; MADUREIRA, S. *Manual de Fonética Acústica Experimental: aplicação a dados do português*. São Paulo: Cortez Editora, 2015.
- BERTHO, Mariana Centanin. *A percepção e a produção dos fonemas /æ, ε, α, ɔ, ə/ de estudantes brasileiros de inglês como língua estrangeira*. 2018. 119 f. Dissertação (Mestrado em Linguística e Língua Portuguesa) – Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Ciências e Letras, Campus Araraquara, 2018.
- BECKNER, Clay; BLYTHE, Richard A.; BYBEE, Joan; CHRISTIANSEN, Morten H. Language is a complex adaptive system: Position paper. *Language Learning*, v. 59, s. 1, p. 1-26, dez. 2009. DOI: 10.1111/j.1467-9922.2009.00533.x.
- BION, R. A. H.; ESCUDERO, P.; RAUBER, A. S.; BAPTISTA, B. O. Category formation and the role of spectral quality in the perception and production of English front vowels. Paper presented at the *INTERSPEECH 2006*, Pittsburgh, 2006.
- BIRD, S.; GICK, B. *Ultrasound biofeedback in pronunciation teaching and learning*. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON APPLIED PHONETICS (ISAPh), 2018, Aizuwakamatsu, Japan. Proceedings [...]. Aizuwakamatsu: ISAPh, 2018.
- BOERSMA, P.; WEENINK, D. Praat. Doing Phonetics by Computer (versão 6.1.03). Disponível em: <http://www.fon.hum.uva.nl/praat/>. Acesso em: 21 ago. 2023.
- BEST, C. T.; TYLER, M. D. Nonnative and second-language speech perception: Commonalities and complementarities. In: MUNRO, M. J.; BOHN, O. S. (Eds.)

Second language speech learning: The role of language experience in speech perception and production. Amsterdam: John Benjamins, p. 13-34, 2007.

CAMARA JR, J. M. *Estrutura da língua portuguesa.* 44. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2011.

CELCE-MURCIA, M. *et al. Teaching Pronunciation: a course book and reference guide.* 2nd ed. New York: Cambridge University Press, 2010.

CLEMENTS, G. N. Features and Sound Inventories. *Symposium on Phonological Theory: Representations and Architecture*, CUNY, 2004.

CLEMENTS, N. The role of the sonority cycle in core syllabification. In: KINGSTON, J.; BECKMAN, M. (Org.) *Papers in laboratory phonology I: Between the grammar and physics of speech.* New York: Cambridge University Press, 1990.

CRISTÓFARO-SILVA, T.; SEARA, I.; SILVA, A.; RAUBER, A. S.; CANTONI, M. *Fonética acústica: os sons do português brasileiro.* São Paulo: Contexto, 2019.

CRISTÓFARO SILVA, T. *Pronúncia de inglês para brasileiros.* São Paulo: Contexto, 2015.

DE BOT, K. Rates of Change: Timescales in Second Language Development. In: DÖRNYEI, Z.; MACINTYRE, P. D.; HENRY, A. *Motivational Dynamics in Language Learning.* Bristol: British Library, 2015, p. 29-37.

DE BOT, K. Complexity Theory and Dynamic Systems Theory: same or different? In: ORTEGA, L.; HAN, Z. (Eds.). *Complexity Theory and Language Development: in celebration of Diane Larsen-Freeman.* Amsterdam: John Benjamins Publishing Company, 2017, p. 51-58.

DE BOT, K. Time scales in second language development. *Dutch Journal of Applied Linguistics*, v. 1, n. 1, p. 143-149, 2012.

DE BOT, K.; LOWIE, W.; THORNE, S. L.; VERSPOOR, M. *Dynamic Systems Theory as a comprehensive theory of second language development.* Amsterdam: John Benjamins Publishing Company, 2013.

DE BOT, K.; LOWIE, W.; VERSPOOR, M. A dynamic systems theory approach to second language acquisition. *Bilingualism, Language and Cognition*, v. 10, n. 1, p. 7-21, 2007.

DUARTE, N. M. ; FERREIRA-GONÇALVES, G. *Aquisição do rótico retroflexo do inglês: instrução explícita por meio de ultrassonografia.* In: XXVII CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 2018, Pelotas. Caderno de resumo do XXVII CIC/UFPel, 2018. v. 1. p. 12-15.

ELLIS, N. C. The Emergence of Language as a Complex Adaptive System. In: SIMPSON, J. (ed.). *Routledge Handbook of Applied Linguistics*. Routledge /Taylor Francis, 2011.

ESCUADERO, P.; BOERSMA, P.; RAUBER, A. S.; BION, R. A. H. A cross-dialect acoustic description of vowels: Brazilian and European Portuguese. *The Journal of the Acoustical Society of America*, v. 126, n. 3, p. 1379-1393, 2009.

ESLING, John H.; DICKSON, B. Craig; SNELL, Roy C. Analysis of phonation type using laryngographic techniques. In: *INTERNATIONAL CONFERENCE ON SPOKEN LANGUAGE PROCESSING (ICSLP)*, 2., 1992, Banff, Alberta, Canada. Banff: ICSLP, 1992

FERREIRA-GONÇALVES, G.; BRUM-DE-PAULA, M. R. Aquisição da linguagem: metodologias voltadas para a produção da fala em tempo real. *Linguagens. Metodologias de ensino e pesquisa*: EDUCAT, p. 150-169, 2012.

FERREIRA-GONÇALVES, G.; BRUM-DE-PAULA, M. R. A ultrassonografia em pesquisas linguísticas. In: *Dinâmica dos movimentos articulatórios: sons, gestos e imagens*. Pelotas: Editora UFPEL, 2013. p. 87-110.

FERREIRA-GONÇALVES, G.; PEREIRA, O. T. A.; LEMES, M. K. Aquisição do rótico retroflexo do inglês: instrução explícita por meio de ultrassonografia. *Caderno de Letras* (UFPEL), v. 33, p. 127-145, 2019.

FLEGE, J. E. The phonological basis of foreign accent: A hypothesis. *TESOL Quarterly*, n. 15, v. 4, 1981.

FLEGE, J. E. Second language speech learning theory, findings, and problems. In: STRANGE, W. (Ed.). *Speech perception and linguistic experience: issues in cross language research*. Timonium, MD: York Press, 1995.

FLEGE, J. E. Effects of equivalence classification on the production of foreign language speech sounds. In: JAMES, A.; LEATHER, J. (Eds.). *Sound Patterns in Second Language Acquisition* (pp. 9-39). Dordrecht: Foris, 1987.

FLEGE, J. E. The production of "new" and "similar" phones in a foreign language: Evidence for the effect of equivalence classification. *Journal of Phonetics*, v. 15, p. 47-65, 1987.

FLEGE, J. E. Factors affecting degree of perceived foreign accent in English sentences. *Journal of the Acoustical Society of America*, v. 84, p. 70-79, 1988.

FREY, Tanise Monteiro. *A instrução explícita na aquisição das consoantes fricativas alveolopalatais e africadas do inglês por aprendizes brasileiros*. 2023. Dissertação

(Mestrado em Letras) – Universidade Federal de Pelotas, Centro de Letras e Comunicação, Pelotas, 2023.

GICK, B.; BERNHARDT, B. M.; BACSFALVI, P.; WILSON, I. Ultrasound imaging applications in second language acquisition. *Phonology and Second Language Acquisition*, n. June, p. 309-322, 2008.

GONÇALVES, A. R. *In search of speech intelligibility: the case of English high front vowels*. 2014. Dissertação (Mestrado em Letras). Programa de Pós- Graduação em Inglês, Universidade Federal de Santa Catarina, 2014.

HAGIWARA, R. Dialect variation and formant frequency: The American English vowels revisited. *Journal of the Acoustical Society of America*, v. 102, n. 1, p. 655-658, 1997.

HILLENBRAND, J.; GETTY, L. A.; CLARK, M. J.; WHEELER, K. Acoustic characteristics of American English vowels. *Journal of the Acoustical Society of America*, v. 97, n. 5, p. 3099-3111, 1995.

HIVER, P. Complexity Theory as a Conceptual Framework for Language Teacher Research. *Language Teacher Motivation, Autonomy and Development in East Asia*, Springer International Publishing, 2022a, p. 15-33.

HIVER, P. Methods for Complexity Theory in Individual Differences Research. In: *The Routledge Handbook of Second Language Acquisition and Individual Differences*, 13 abr. Routledge, 2022b, p. 477-493.

HIVER, P.; AL-HOORIE, A. H. *Research Methods for Complexity Theory in Applied Linguistics*. Bristol, Blue Ridge Summit: Multilingual Matters, 2019.

HIVER, P.; AL-HOORIE, A. H. *Research methods for complexity theory in applied linguistics*. Bristol: Multilingual Matters, 2020.

HIVER, P.; AL-HOORIE, A. H.; EVANS, R. Complex Dynamic Systems Theory in Language Learning. *Studies In Second Language Acquisition*, v. 44, n. 4, p. 913-941, 2021.

HIVER, Phil; AL-HOORIE, Ali H.; EVANS, Reid. Complex dynamic systems theory in language learning: A scoping review of 25 years of research. *Studies in Second Language Acquisition*, v. 44, n. 4, p. 913-941, 2022.

HIVER, Phil; AL-HOORIE, Ali H. A dynamic ensemble for second language research: Putting complexity theory into practice. *The Modern Language Journal*, v. 100, p. 741-756, 2016.

KRASHEN, S. *Second language acquisition and learning*. Oxford: Pergamon Press, 1981.

KRASHEN, S. *Principles and Practice In Second Language Acquisition*. Oxford: Pergamon Institute of English, 1982.

KUPSKE, Felipe Flores; ALVES, Ubiratã Kickhöfel. *A fala de imigrantes brasileiros de primeira geração em Londres como evidência empírica para a língua como um Sistema Adaptativo Complexo*. ReVEL, v. 14, n. 27, 2016 [www.revel.inf.br].

LADEFOGED, P.; MADDIESON, I. *The sounds of the world's languages*. Oxford: Blackwell Publishers, 1996.

LADEFOGED, P.; MADDIESON, I. *Vowels and consonants: an introduction to the sounds of languages*. 2. ed. Oxford: Blackwell, 2005.

LADEFOGED, P.; MADDIESON, I. *Elements of acoustic phonetics*. Chicago: University of Chicago Press, 1996.

LARSEN-FREEMAN, Diane. Complexity Theory. In: VAN PATTEN, Bill; WILLIAMS, Jessica (eds.). *Theories in Second Language Acquisition - an Introduction*. New York: Routledge, 2015. p. 227-244.

LARSEN-FREEMAN, Diane; CAMERON, Lynne. *Complex Systems and Applied Linguistics*. New York: Oxford University Press, 2008.

LARSEN-FREEMAN, Diane. Ten 'Lessons' from Dynamic Systems Theory: what is on offer. In: DÖRNYEI, Zoltán; MacINTYRE, Peter D.; HENRY, Alastair (eds). *Motivational Dynamics in Language Learning*. Bristol: Multilingual Matters, 2015. p. 11-19.

LARSEN-FREEMAN, Diane. Complexity Theory: The lessons continue. In: ORTEGA, Lourdes; HAN, ZhaoHong (eds.). *Complexity Theory and Language Development: in celebration of Diane Larsen-Freeman*. Amsterdam: John Benjamins Publishing Company, 2017. p. 11-50.

LARSEN-FREEMAN, Diane. Chaos/Complexity Science and Second Language Acquisition. *School for International Training. Applied Linguistics*, v. 18, n. 2, Oxford University Press, 1997.

LARSEN-FREEMAN, Diane; LONG, Michael. *An Introduction to Second Language Acquisition Research*. London: Longman, 1991.

LARSEN-FREEMAN, Diane. A complexity theory approach to second language development/acquisition. In: ELLIS, Rod (Ed.). *Alternative approaches to second language acquisition*. Londres: Routledge, 2011. p. 48-72.

- LEMES, M. K. *Aquisição das vogais altas anteriores do inglês como L2: o papel da instrução explícita mediada por ultrassom*. 2021. Dissertação (Mestrado em Letras) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2021.
- LOWIE, W. Lost in state space? Methodological considerations in Complex Dynamic Theory approaches to second language development research. In: ORTEGA, Lourdes; HAN, Zhaohong. *Complexity Theory and Language Development: In celebration of Diane Larsen-Freeman*, v. 48. Ed. John Benjamins, 2017. p. 123-141. DOI: 10.1075/llt.48.
- LOWIE, W.; PLAT, R.; DE BOT, K. Pink noise in language production: A nonlinear approach to the multilingual lexicon. *Ecological Psychology*, v. 26, n. 3, p. 216-228, 2014. DOI: 10.1080/10407413.2014.929479.
- LOWIE, W.; VAN DIJK, M.; CHAN, H. P.; VERSPOOR, M. H. Finding the key to successful L2 learning in groups and individuals. *Journal of Language Teaching and Learning*, v. 7, n. 1, p. 127-148, 2017. DOI: 10.14746/ssl.2017.7.1.7.
- LOWIE, W.; VERSPOOR, M. H. Individual Differences and the Ergodicity Problem. *Language Learning*, v. 69, p. 184-206, 2019. Wiley. DOI: 10.1111/lang.12324.
- LOWIE, W.; VERSPOOR, M. Variability and Variation in Second Language Acquisition Orders: A Dynamic Reevaluation. *Language Learning: A Journal of Research in Language Studies*, University of Michigan, 13 fev. 2015, p. 63-88. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/lang.12093>. Acesso em: 21 ago. 2023.
- LIMA Jr, Ronaldo Manguiera. *A influência da idade na aquisição da fonologia do inglês por brasileiros*. 2012. 188 f. Tese (Doutorado) – Universidade de Brasília, Programa de Pós-Graduação em Linguística, Brasília, 2012.
- LIMA JÚNIOR, Ronaldo Manguiera. A influência da idade na aquisição de seis vogais do inglês por alunos brasileiros. *Organon*, Porto Alegre, v. 30, n. 58, p. 15-31, jan./jun. 2015.
- LIMA JÚNIOR, Ronaldo Manguiera *A necessidade de dados individuais e longitudinais para análise do desenvolvimento fonológico de L2 como sistema complexo*. ReVEL, v. 14, n. 27, 2016 [www.revel.inf.br].
- MADDIESON, Ian. *Patterns of Sounds*. Cambridge: Cambridge University Press, 1984.

MEADOWS, Donella H.; MEADOWS, Dennis; RANDERS, Jorgen. *Limites do crescimento: a atualização de 30 anos*. Colaboração: Club de Roma. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2007. 364 p.

NOBRE-OLIVEIRA, Débora. *SHEEP OU SHIP? MEN OU MAN? O papel da hierarquia de restrições na aquisição das vogais coronais do inglês como língua estrangeira*. 2003. 90 f. Dissertação (Mestrado em Letras) - Universidade Católica de Pelotas, Pelotas, 2003.

NOBRE-OLIVEIRA, Débora. *The effect of perceptual training on the learning of English vowels by Brazilian Portuguese speakers*. 2007. Tese (Doutorado em Linguística) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007. Disponível em: <http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/90286>. Acesso em: 10 dez. 2024.

MAJOR, R. C. Phonological similarity, markedness and rate of L2 acquisition. *Studies in Second Language Acquisition*, v. 9, p. 63-82, 1987.

MACHRY-DA-SILVA, S. *Aprendizagem fonológica e alofônica em L2: percepção e produção das vogais médias do português por falantes nativos do espanhol*. 2014. Tese (Doutorado em Letras) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

MOHANAN, K. P. Describing the phonology of non-native varieties of a language. *World Englishes*, v. 11, p. 1-13, jul. 1992. DOI: 10.1111/j.1467-971X.1992.tb00056.x. Great Britain: Pergamum Press.

MORAES, J.; CALLOU, D.; LEITE, Y. O sistema vocálico do português do Brasil: caracterização acústica. In: KATO, Mary (org.). *Gramática do português falado*. São Paulo: FAPESP, v. 5, p. 33-55, 2002.

PEREYRON, L. *A produção vocálica por falantes de espanhol (L1), inglês (L2) e português (L3): uma perspectiva dinâmica na (multi)direcionalidade da transferência linguística*. 2017. Tese (Doutorado em Letras) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

PEREYRON, Leticia; ALVES, Ubiratã K. Alves. *A transferência vocálica em falantes bilíngues e trilingües: uma concepção de língua como sistema adaptativo complexo*. *ReVEL*, v. 14, n. 27, 2016 [www.revel.inf.br].

PETERSON, G. E.; BARNEY, H. L. Control methods used in a study of vowels. *Journal of the Acoustical Society of America*, v. 24, p. 175-184, 1952.

PILLOT-LOISEAU, C.; ANTOLÍK, T. K.; KAMIYAMA, T. Contribution of ultrasound visualization to improving the production of the French / y / - / u / contrast by four Japanese learners. *Phonetics, phonology, languages in contact: varieties, multilingualism, second language learning*, 2013.

PICKETT, J. M. *The Acoustics of Speech Communication: Fundamentals, Speech Perception Theory, and Technology*. Boston: Allyn and Bacon, 1999.

RAMIRES, H. R. *Percepção e produção de vogais coronais do inglês por falantes nativos de português brasileiro: o papel da instrução explícita*. Dissertação (Mestrado em Letras). Universidade Católica de Pelotas/RS, 2016.

RAUBER, A. S. *Perception and production of English vowels by Brazilian EFL speakers*. 2006. Tese (Doutorado em Letras) - Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC, Florianópolis, 2006.

RAUBER, A. S.; RATO, A.; SANTOS, G. R.; KLUGE, D. C.; FIGUEIREDO, M. TP: perception tests and perceptual training with immediate feedback, versão 3.1. Disponível em: http://www.worken.com.br/tp_regfree.php. Acesso em: 07 jun. 2016.

SADE, Liliane Assis . Emerging Selves, Language Learning and Motivation through the Lens of Chaos. In: Terry Lamb; Garold Murray; Xuesong Gao. (Org.). *IDENTITY, MOTIVATION AND AUTONOMY IN LANGUAGE LEARNING*. Bristol: Multilingual Matters, 2011, v. 1, p. 42-56.

SEARA, I. C. *Fonética e Fonologia do Português Brasileiro*. Florianópolis: LLV/CCE/UFSC, 2008.

SILVA-GARCIA, L.; FERREIRA-GONÇALVES, G. Instrução explícita por meio da ultrassonografia: uma nova ferramenta para a aquisição da lateral /l/ do espanhol. In: SOUSA, A. M.; GARCIA, R.; SANTOS, T. C. *Perspectivas para o ensino de línguas*. Rio Branco: EDUFAC, 2019.

SILVA-GARCIA, Laís; LEMES, Misael Krüger; FERREIRA-GONÇALVES, Giovana. Ultrassonografia de língua na aquisição de língua estrangeira. In: FERREIRA-GONÇALVES, Giovana; BRUM-DE-PAULA, Mirian Rose (orgs.). *A ultrassonografia e os gestos da fala*. São Carlos: Pedro & João Editores, 2021. p. 67-88.

SILVA-GARCIA, L. *Instrução Explícita por meio da Ultrassonografia: revelando a aplicabilidade de uma nova ferramenta metodológica para a aquisição da consoante lateral pós-vocálica do Espanhol*. 2022. Dissertação (Mestrado em Letras) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2022.

SCHERESCHEWSKY, L. C. Desenvolvimento de Voice Onset Time em Sistemas Multilíngues (Português - L1, Inglês - L2 e Francês - L3): Discussões Dinâmicas a Partir de Diferentes Metodologias de Análise de Processo. 2021. Dissertação (Mestrado em Letras) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2021.

STONE, M. A Guide to Analysing Tongue Motion from Ultrasound Images. *Clinical Linguistics and Phonetics*, v. 19, n. 6-7, p. 455-501, 2005.

TARONE, E.; FRAUENFELDER, U.; SEHNER, L. Systematicity/variability and stability/instability in interlanguage systems. *Language Learning*, Special Issue Number 4, p. 93-134, 1976.

TAYLOR, W. *Change-Point Analysis: A Powerful New Tool For Detecting Changes*. 2000. Disponível em: <https://variation.com/change-point-analysis-a-powerful-new-tool-for-detecting-changes/>. Acesso em: 20 jan. 2024.

TAYLOR ENTERPRISES. *Change-Point Analyzer - Version 2.3*. 2019. Disponível em: <https://variation.com/product/change-point-analyzer/>. Acesso em: 20 jan. 2024.

TAYLOR, M. The pit as pendulum: Chaos, models, experiments and attractors in Poe's "A Descent into the Maelstrom". *Kutjo Gakum Daugaku Ronsyu: Treatises and Studies by the Faculty of Kinjo Gakuin University. Studies in English Language and Literature*, v. 35, p. 177-209, 1994.

TEIXEIRA-CORREA, B. Aquisição das vogais nasais francesas [ɛ] [ã] e [ɔ] por aprendizes brasileiros: aspectos acústico-articulatórios. 2017. 383 f. Dissertação (Mestrado em Letras) - Centro de Letras e Comunicação, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2017.

TSUI, H. M. L. Ultrasound Speech Training for Japanese Adults Learning English as a Second Language. 2012. Thesis (Master of Science) – The Faculty of Graduate Studies (Audiology and Speech Sciences), University of British Columbia.

VAN ORDEN, GUY C.; HOLDEN, JOHN G.; TURVEY, MICHAEL T. Self-organisation of cognitive performance. *Journal of Experimental Psychology: General*, v. 132, n. 3, p. 331–350, 2003.

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

VERSPoor, M. Initial Conditions. In: DÖRNYEI, Z.; MacINTYRE, P. D.; HENRY, A. (eds.). *Motivational Dynamics in Language Learning*. Bristol: Multilingual Matters, 2015, p. 38-46.

VERSPoor, M.; DE BOT, K. Measures of variability in transitional phases in second language development. *International Review of Applied Linguistics in Language Teaching*, v. 60, n. 1, p. 85-101, 17 fev. 2021. Walter de Gruyter GmbH. Disponível em: <https://doi.org/10.1515/iral-2021-0026>. Acesso em: 21 ago. 2023.

VERSPoor, M. H.; DE BOT, K.; LOWIE, W. (eds.). *A Dynamic Approach to Second Language Development – Methods and Techniques*. Amsterdam: John Benjamins Publishing Company, 2011.

VERSPoor, M. H.; DE BOT, K.; XU, X. The role of input and scholastic aptitude in second language development. *Toegepaste Taalwetenschap in Artikelen*, v. 86, p. 47–60, 2011. <https://doi.org/10.1075/ttwia.86.06ver>

VERSPoor, M. H.; HONG, N. T. P. A dynamic usage-based approach to communicative language teaching. *European Journal of Applied Linguistics*, 2013.

VERSPoor, M.; LOWIE, W.; DE BOT, K. Variability as normal as apple pie. *Linguistics Vanguard*, v. 7, n. 2, p. 1-11, 1 fev. 2021. Walter de Gruyter GmbH. Disponível em: https://pure.rug.nl/ws/portalfiles/portal/173777745/10.1515_lingvan_2020_0034.pdf. Acesso em: 21 ago. 2023.

VERSPoor, M.; DE BOT, K. Measures of variability in transitional phases in second language development. *International Review of Applied Linguistics in Language Teaching*, 2022.

VERSPoor, M.; LOWIE, W.; DE BOT, K. Variability as normal as apple pie. *Linguistics Vanguard*, 2021.

WILSON, I. Using ultrasound for teaching and researching articulation. *Acoustical Science and Technology*, v. 35, n. 6, p. 285-289, 2014.

WILSON, I.; GICK, B. Ultrasound technology and second language acquisition research. *Proceedings of the 8th Generative Approaches to Second Language Acquisition Conference (GASLA)*, p. 148-152, 2006.

WINTER, D. *Sacred geometry*. Videotape produzido por Crystal Hill. Eden, New York, 1994.

WOLFRAM, W.; JOHNSON, R. *Phonological Analysis – Focus on American English*. Prentice-Hall, 1982.

YU, H.; LOWIE, W. *Dynamic Paths of Complexity and Accuracy in Second Language Speech: A Longitudinal Case Study of Chinese Learners*. Applied Linguistics, 2019.

ZIMMER, M.; SILVEIRA, R.; ALVES, U. K. *Pronunciation Instruction for Brazilians: Bringing Theory and Practice Together*. Cambridge Scholars Publishing, 2009.

ANEXOS

Anexo 1 - Questionário para captação de sujeitos



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELotas
CENTRO DE LETRAS E COMUNICAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM LETRAS
LABORATÓRIO EMERGÊNCIA DA LINGUAGEM ORAL (LELO)

DADOS PESSOAIS

Nome completo: _____	Sexo: _____
Peso aproximado: _____	Altura aprox.: _____
Data de nascimento: ____/____/____	Nacionalidade: _____
Telefone: () _____	Semestre: _____
E-mail: _____	
Cidade natal/Estado: _____	
Descreva, em ordem, todas as cidades onde você já viveu, assim como o tempo de residência em cada uma delas:	
Cidade 1: _____	Tempo de residência: _____
Cidade 2: _____	Tempo de residência: _____
Cidade 3: _____	Tempo de residência: _____
Cidade 4: _____	Tempo de residência: _____
Você já esteve/morou em país falante de língua inglesa? Onde e por quanto tempo?	

QUESTIONÁRIO

1. Tem interesse em participar de uma pesquisa focada na produção oral da língua inglesa? () Sim () Não
2. Descreva abaixo, em ordem, todas as línguas estrangeiras que você sabe: Língua: _____ () Fala () Lê () Escreve () Compreende Língua: _____ () Fala () Lê () Escreve () Compreende Língua: _____ () Fala () Lê () Escreve () Compreende
3. Onde você aprendeu essas línguas? Língua: _____ () em casa; () na escola; () em curso de idiomas; () sozinho(a); () outro. Especificar: _____ Língua: _____ () em casa; () na escola; () em curso de idiomas; () sozinho(a); () outro. Especificar: _____ Língua: _____ () em casa; () na escola; () em curso de idiomas; () sozinho(a); () outro. Especificar: _____

EM RELAÇÃO À LÍNGUA INGLESA

4. Você já fez curso de inglês em escola privada? _____ 4.1 Em qual(is) ano(s)? _____ 4.2 Por quanto tempo? _____
5. Com que frequência você tem contato com a língua inglesa (filmes/músicas/livros, etc.)? () diariamente; () quase todos os dias () semanalmente () mensalmente
6. Quais atividades você frequentemente desempenha utilizando a língua inglesa (além das aulas do curso de Graduação)? () TV; () filmes e séries; () música; () livros; () comunicação oral; () comunicação escrita; () Outra. Especifique: _____
7. Enumere, em uma escala de 1 a 6 (1 = muito baixo; 2= baixo; 3 = razoável; 4= bom; 5 = muito bom; 6 = proficiente), o seu domínio da língua inglesa no que concerne às habilidades de: Leitura: () 1; () 2; () 3; () 4; () 5; () 6; Escrita: () 1; () 2; () 3; () 4; () 5; () 6; Compreensão: () 1; () 2; () 3; () 4; () 5; () 6; Fala: () 1; () 2; () 3; () 4; () 5; () 6;
8. Já realizou algum teste de proficiência? Se sim, especifique (i) língua, (ii) teste, (iii) ano, e (iv) pontuação. _____ _____ _____
9. Em sua opinião, de forma sucinta, quais atividades desenvolvidas em sala de aula você julga mais eficientes para o processo de ensino/aprendizagem do Inglês? _____ _____ _____

Anexo 2 - Questionário para captação de informante nativa de Inglês Americano



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
CENTRO DE LETRAS E COMUNICAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM LETRAS
LABORATÓRIO EMERGÊNCIA DA LINGUAGEM ORAL (LELO)

Questionnaire

Name: _____	Gender: <u>Female</u>
Weight: _____	Height: _____
Date of Birth: _____	Nationality: <u>American</u>
Mobile: _____	
E-mail: _____	
City/state: _____	
Describe, in order, all the cities where you have lived, along with the duration of your residence in each:	
City 1: _____	Residence time: _____
City 2: _____	Residence time: _____
City 3: _____	Residence time: _____
Have you ever been/lived in a country where another language is spoken? Where and for how long?	

Have you undergone any speech therapy treatment?	
Yes () No ()	
List, in order, all the foreign languages you know:	
Language: _____	() Speak () Read () Write () Understand
Language: _____	() Speak () Read () Write () Understand
Language: _____	() Speak () Read () Write () Understand
Have you taken language courses at a private school? _____	
4.1 In which year(s)? _____	
4.2 For how long? _____	

Thank you!

Anexo 3 - Questionário para captação da informante nativa de Português Brasileiro



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
CENTRO DE LETRAS E COMUNICAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM LETRAS
LABORATÓRIO EMERGÊNCIA DA LINGUAGEM ORAL (LELO)

Questionário

Nome completo: _____ Sexo: <u>Feminino</u>
Peso aproximado: _____ Altura aprox.: _____
Data de nascimento: _____ Nacionalidade: <u>Brasileira</u>
Telefone: () _____
E-mail: _____
Cidade natal/Estado: <u>Pelotas / RS</u>
Descreva, em ordem, todas as cidades onde você já viveu, assim como o tempo de residência em cada uma delas: Cidade 1: _____ Tempo de residência: _____ Cidade 2: _____ Tempo de residência: _____ Cidade 3: _____ Tempo de residência: _____
Você já esteve/morou em país falante de língua inglesa? Onde e por quanto tempo? _____ _____ _____
Você já realizou algum tratamento fonoaudiológico? Sim () Não ()
Descreva abaixo, em ordem, todas as línguas estrangeiras que você sabe: Língua: _____ () Fala () Lê () Escreve () Compreende Língua: _____ () Fala () Lê () Escreve () Compreende Língua: _____ () Fala () Lê () Escreve () Compreende
Você já fez curso de línguas em escola privada? _____ 4.1 Em qual(is) ano(s)? _____ 4.2 Por quanto tempo? _____

Obrigado pela participação!

Anexo 4 - TCLE para as informantes brasileiras e americanas



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
CENTRO DE LETRAS E COMUNICAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM LETRAS
LABORATÓRIO EMERGÊNCIA DA LINGUAGEM ORAL (LELO)
TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Prezada informante,

Você está sendo convidada para participar de uma pesquisa sobre a ultrassonografia e o ensino de línguas, desenvolvida na Universidade Federal de Pelotas, sob a responsabilidade da Prof^a. Dr^a. Giovana Ferreira Gonçalves e do mestrando Rômulo Schwanz Diel. Por meio dessa pesquisa, pretende-se investigar a aquisição de sons da língua inglesa mediada por ultrassonografia.

Para que a sua participação seja possível, você deverá estar ciente das seguintes informações:

- 1) A sua participação nesta pesquisa é voluntária, podendo ser interrompida a qualquer momento sem qualquer prejuízo ou constrangimento aos envolvidos. Pelo mesmo motivo, não haverá qualquer tipo de despesa ou remuneração para o participante.
- 2) A pesquisa será realizada no Laboratório Emergência da Linguagem Oral (LELO), situado nas dependências do Centro de Letras e Comunicação (CLC) da Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), campus Porto (situado à rua Gomes Carneiro, nº 1, em Pelotas/RS).
- 3) Estão previstos 12 encontros, que incluem as coletas de dados e as sessões de instrução explícita com a ultrassonografia. Os encontros serão realizados semanalmente e agendados previamente de acordo com a disponibilidade dos envolvidos.
- 4) Os dados fornecidos por você serão analisados e poderão ser utilizados em eventos científicos, publicações e estudos futuros. Nesses casos, é assegurada a preservação da sua identidade.

Caso haja qualquer dúvida em relação a esta pesquisa, sinta-se livre para entrar em contato conosco por email: romulo.diel@gmail.com ou giovanaferreiragoncalves@gmail.com.

Eu, _____, RG: _____, fui informado sobre as intenções desta pesquisa e entendo por que a minha participação é necessária. Estou ciente de que não terei despesas e não serei remunerado por essa participação, bem como posso interrompê-la quando julgar necessário. Assino este documento por livre e espontânea vontade, certificando que estou de acordo com a realização desta pesquisa e autorizando a minha participação.

Participante

**Rômulo Schwanz Diel
Mestrando responsável**

**Profa. Dra. Giovana Ferreira Gonçalves
Orientadora**

Pelotas, ____ de _____ de 2023.



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
CENTRO DE LETRAS E COMUNICAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM LETRAS
LABORATÓRIO EMERGÊNCIA DA LINGUAGEM ORAL (LELO)**

FREE AND INFORMED CONSENT TERMS

Dear participant,

You are invited to take part in a research study on ultrasound and language learning, conducted at the Federal University of Pelotas, under the supervision of Professor Dr. Giovana Ferreira Gonçalves and Master's student Rômulo Schwanz Diel. This research investigates the acquisition of English language sounds through ultrasound mediation.

To participate, please be aware of the following information:

Your participation in this research is voluntary and can be terminated at any time without any harm or inconvenience to those involved. For the same reason, the participant will have no expenses or remuneration. The research will be conducted at the Oral Language Emergency Laboratory (LELO), located at the Center for Letters and Communication (CLC) of the Federal University of Pelotas (UFPeL), Porto campus (located at Rua Gomes Carneiro, No. 1, in Pelotas/RS).

In case of any discomfort, harm, or adverse effect arising from participation in the study, you will be duly informed and receive appropriate assistance.

The data provided by you will be analyzed and may be used in scientific events, publications, and future studies. In these cases, the preservation of your identity is ensured.

If you have any questions regarding this research, please contact us via email: at romulo.diel@gmail.com or giovanaferreiragoncalves@gmail.com.

I, _____, ID: _____, have been informed about the purposes of this research and understand why my participation is necessary. I am aware that I will not incur any expenses and will not be compensated for this participation. I may also terminate my participation when I deem it necessary. I sign this document willingly, certifying that I agree to participate in this research and authorize my involvement.

Participant

**Rômulo Schwanz Diel
Responsible master's student**

**Profa. Dra. Giovana Ferreira Gonçalves
Orientator**

_____, _____ 2024.

Anexo 5 - Slides utilizados nas coletas gerais de inglês

General Data Collection



Hello! How are you?

Let's introduce how to use the app Easy voice recorder

Based on Santos (2011), I'll show you a tutorial how to use it.

Don't worry! It's easy!

Opening the app

Before starting recording, some application settings must be adjusted.

Enter the settings menu by clicking on the 3 dots in the top right corner of the screen and select tuning and check that the sampling value is 48 KHz.

While still in tune, check that the recording format is wav.

Again in the settings menu, make sure the sound quality is checked as the best option.

Step by Step!



How it is going to happen:

We will see a sentence with a gap that you will fill with the words that will show in the slides and say as natural as you can.

How it is going to work:

here we have this sentence:

Say _____ to you.

You will replace the gap with the word shown in the following slide.

After that, you will pass to the next slide having only a word:

FISH

So you will say the full sentence, as natural as you can, with the word shown in the slide:

"SAY FISH TO YOU "

This sentence is what we expect you say. The base sentence will not show anymore, the idea is, only with the word, you are capable to say the full sentence.

LET'S TRY IT!

The sentence will show only once and after that you will see only the words. For each word, you must say the full sentence

TIP

DON'T forget to say the full sentence, you will repeat it for all the recorder.

SAY _____ TO YOU

TIP

this will be the sentence that you will say during all the data collection.

RIGHT NOW WILL ONLY BE SHOWN THE WORDS.



Let's record it!
IT will be really fast!

You must say the sentence base with the words shown in each one of the slides.

TIP
You will realize you will say the same word more than once, but don't worry! This is what we want!

PEEP

PIP

PET

PAY

PAT

UP

POT

POW

POST

PUT

PET

PIP

PEEP

Thank you!



Anexo 6 - Slides utilizados para as coletas gerais de Português Brasileiro

Coleta geral - Português

Frases e palavras para coletas



Como funcionará:

Nós teremos uma frase a qual será base para que possas construí-la junto às palavras em questão da forma mais natural possível.

Como funcionará

Teremos a frase a seguir:

Digo _____ para você.

no lugar do tracejado, terás que falar a palavra apresentada no slide.

Após isso, passará para o slide contendo uma palavra:

FANTASMA

Vamos fazer um teste?

A frase aparecerá uma única vez e depois somente aparecerão as palavras

Aqui então falará a frase completa, da forma mais natural possível, utilizando a palavra em questão.

"DIGO FANTASMA PARA VOCE"

Aqui será a frase que falarás de acordo com o que foi pedido. Esta frase não aparecerá nos slides, a ideia é que só com a palavra apresentada, sejas capaz de produzir a frase completa.

Dica

não esqueça da nossa frase! Terás que repeti-la durante todas as produções.

ESPETO

PECA

PATA

POTE

TOCO

TUCO

PATA

ESPETO

**MUITO
OBRIGADO!**



Anexo 7 - Slides para as coletas das vogais alvo de Português Brasileiro

Coletas do português

Frases e palavras para coletas de dados



Como funcionará:

Nós teremos uma frase a qual será base para que possas construí-la junto às palavras em questão da forma mais natural possível.

Como funcionará

Teremos a frase a seguir:

Digo _____ para você.

no lugar do tracejado, terás que falar a palavra apresentada no slide.

Após isso, passará para o slide contendo uma palavra:

FANTASMA

Aquí então falará a frase completa, da forma mais natural possível, utilizando a palavra em questão

"DIGO FANTASMA PARA VOCE"

Aquí será a frase que falarás de acordo com o que foi pedido. Esta frase não aparecerá nos slides, a ideia é que só com a palavra apresentada, sejas capaz de produzir a frase completa

Vamos fazer um teste? A frase aparecerá uma única vez e depois somente aparecerão as palavras

Dica
não esqueça da nossa frase! Terás que repeti-la durante todas as produções.

DIGO _____ PARA VOCÊ

Dica
essa é a frase base para produzir em todos os corpus.

AGORA APARECERÁ
SOMENTE AS PALAVRA.

PEIXE

Agora vamos às gravações!

Será bem rápido!

Deves a partir da frase base produzi-la juntamente da palavra apresentada no slide.

Dica
Perceberás que irá falar mais de uma vez cada palavra, não se preocupe, é assim mesmo!

PÉPA

POTE

PAPA

PECO

PATA

TOQUE

QUEPE

PACA

TOCA

CEP

CATA

COTA

BOTECO

TACA

COPA

PAPA

POTE

MUITO
OBRIGADO!



Anexo 8 - Slides para as coletas das vogais alvo do inglês

Aquisição de vogais do Inglês

Frases e palavras para coletas



Como funcionará:

Nós teremos uma frase a qual será base para que possas construí-la junto às palavras em questão da forma mais natural possível.

Como funcionará

Teremos a frase a seguir:

Say _____ to you.

no lugar do tracejado, terás que falar a palavra apresentada no slide.

Após isso, passará para o slide contendo uma imagem:



Vamos fazer um teste? A frase aparecerá uma única vez e depois somente aparecerão as palavras

Aquí então falará a frase completa, da forma mais natural possível, utilizando a palavra em questão

"SAY GHOST TO YOU"

Aquí será a frase que falarás de acordo com o que foi pedido. Esta frase não aparecerá nos slides; a ideia é que só com a palavra apresentada, sejas capaz de produzir a frase completa

Dica
não esqueça da nossa frase! Terás que repeti-la durante todas as produções.

Say _____ to you

Dica
essa é a frase base para produzir em todos os corpus.
AGORA APARECERÁ SOMENTE AS PALAVRA.



Agora vamos às gravações!

Será bem rápido!

Deves a partir da frase base produzi-la juntamente da palavra representada pela imagem apresentada no slide.

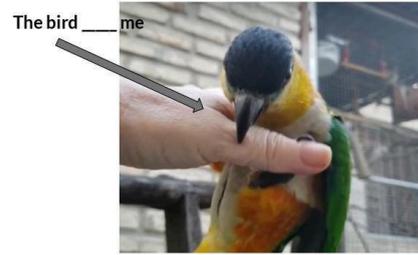
Dica
Perceberis que irá falar mais de uma vez cada palavra, não se preocupe, é assim mesmo!



p_k



I have a ___ called Toby p_t



p_k



this ___ is delicious p_P



p_t



they are full of ___ to live p_P



k_pt



k_tl



k_p



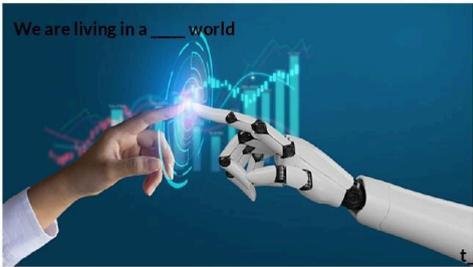
k_t

the goal is ____



s_t

We are living in a ____ world



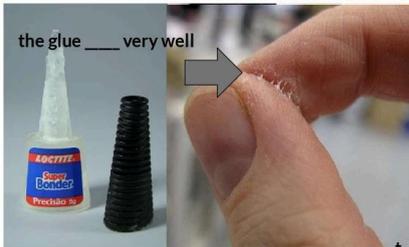
t_k

The girl is ____ in the bench



s_t

the glue ____ very well



t_k

2023

JAN	FEB	MAR
1	1	1
2	2	2
3	3	3
4	4	4
5	5	5
6	6	6
7	7	7
8	8	8
9	9	9
10	10	10
11	11	11
12	12	12
13	13	13
14	14	14
15	15	15
16	16	16
17	17	17
18	18	18
19	19	19
20	20	20
21	21	21
22	22	22
23	23	23
24	24	24
25	25	25
26	26	26
27	27	27
28	28	28
29	29	29
30	30	30
31	31	31

the abbreviation of the month

s_p

the person who deal with the sheep



S_p



s_p



the ____ attacked the plant

p_st

someone ____ the clay



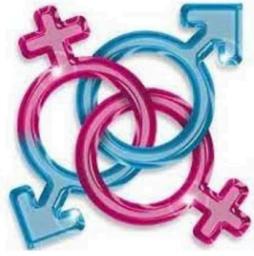
S_p



s_ks



p_st



s_ks



this ____ is delicious

P_P



singular

I have a ____ called Toby

p_t



they are full of ____ to live

P_P



this ____ is delicious

P_P

MUITO OBRIGADO!



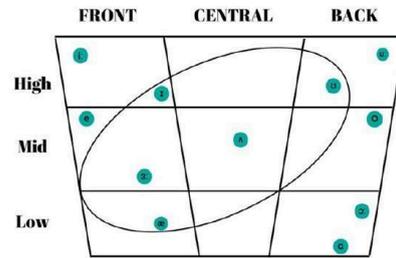
Anexo 9 - Slides de familiarização com o ultrassom e a imagem ultrassonográfica utilizado na primeira coleta de IE

Familiarização com o ultrassom e a imagem ultrassonográfica

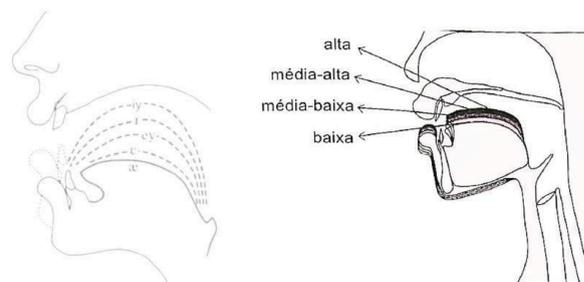
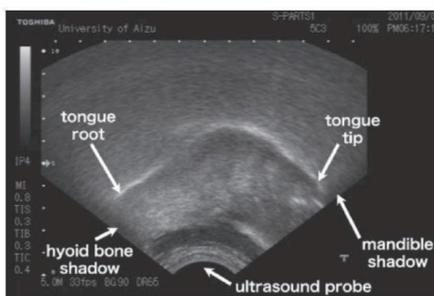
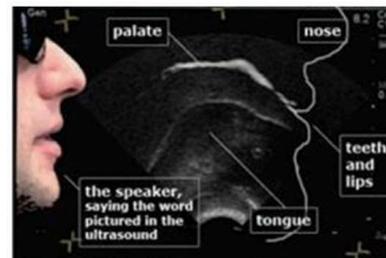
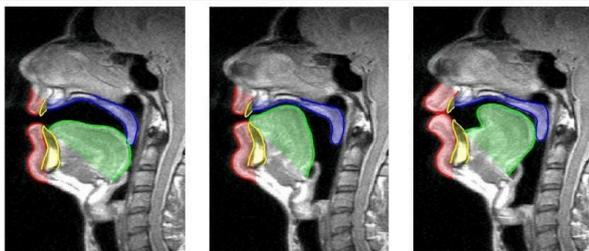
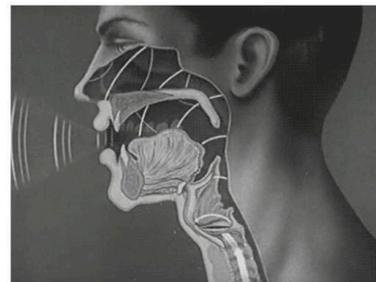
LELO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

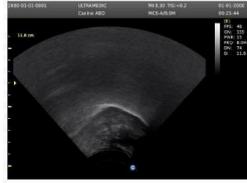
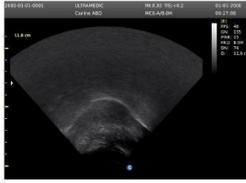
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM LETRAS



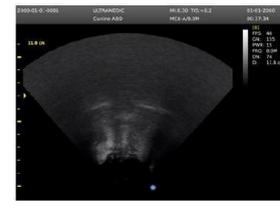
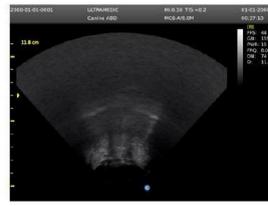
altas	/u/		/i/	
médias	/ô/		/ê/	(2º grau)
médias	/õ/		/è/	(1º grau)
baixas		/a/		
	/posteriores/	/central/	/anteriores/	



voçê consegue perceber a diferença entre as imagens?



voçê consegue perceber a diferença entre as imagens?



Diferenças articulatórias

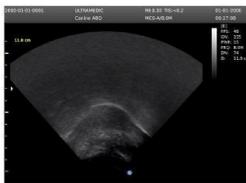


Imagem sagital da
constricção máxima da
vogal /E/

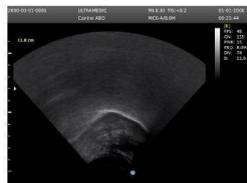


Imagem sagital da
constricção máxima da
vogal /æ/

Diferenças articulatórias

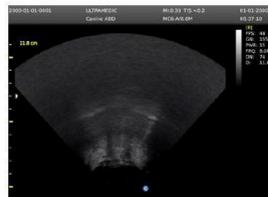


Imagem coronal da
constricção máxima da
vogal /E/

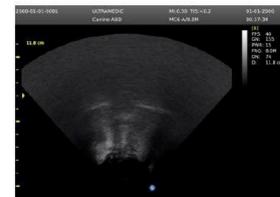
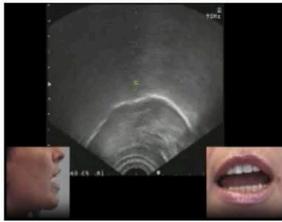


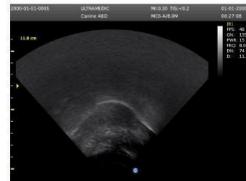
Imagem coronal da
constricção máxima da
vogal /æ/

Let's see the ultrasound!

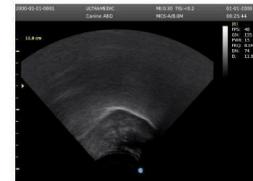
<https://audiospeech.ubc.ca/research/child-phonology-phonetics-and-language-acquisition-lab/ultrasound-in-speech-training/>



Diferenças articulatórias

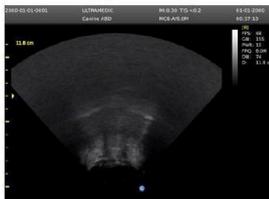


língua eleva na frente e
avança para frente

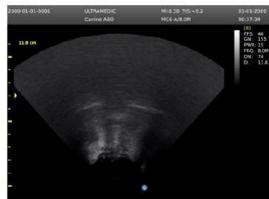


língua eleva um pouco
mais atrás e desce mais na
frente

Diferenças articulatórias

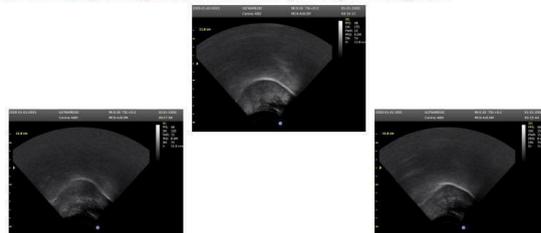


língua eleva mais à frente
em relação à posição inicial

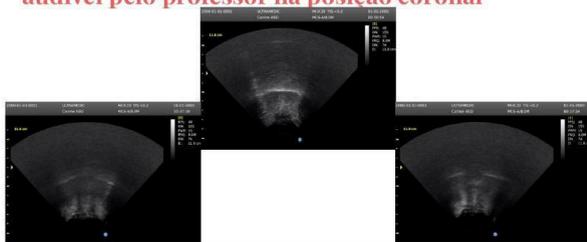


língua eleva menos à frente
em relação à posição inicial

Reprodução do movimento de forma silenciosa e audível pelo professor na posição sagital



Reprodução do movimento de forma silenciosa e audível pelo professor na posição coronal



Palavras com [ɛ]	Palavras com [æ]
men	man
Ben	ban
béd	bãd
red	rad
led	lad
met	mat
bét	bat
sei	sal
Jen	Jan
Ned	Nad

EXERCÍCIOS



EXERCÍCIOS

Posição sagital:

Produza, de forma silenciosa, o movimento referente à vogal /ɛ/. Observe a imagem do aparelho enquanto produz.

Repita 5 vezes



EXERCÍCIOS

Posição coronal:

Produza, de forma silenciosa, o movimento referente à vogal /ɛ/. Observe a imagem do aparelho enquanto produz.

Repita 5 vezes



EXERCÍCIOS

Posição sagital:

Produza, de forma silenciosa, o movimento referente à vogal /æ/. Observe a imagem do aparelho enquanto produz.

Repita 5 vezes



EXERCÍCIOS

Posição coronal:

Produza, de forma silenciosa, o movimento referente à vogal /æ/. Observe a imagem do aparelho enquanto produz.

Repita 5 vezes



EXERCÍCIOS

Posição sagital:

Produza, de forma SONORA, o movimento referente à vogal /ɛ/. Observe a imagem do aparelho enquanto produz.

Repita 5 vezes



EXERCÍCIOS

Posição coronal:

Produza, de forma SONORA, o movimento referente à vogal /ɛ/. Observe a imagem do aparelho enquanto produz.



Repita 5 vezes

EXERCÍCIOS

Posição sagital:

Produza, de forma SONORA, o movimento referente à vogal /æ/. Observe a imagem do aparelho enquanto produz.



Repita 5 vezes

EXERCÍCIOS

Posição coronal:

Produza, de forma SONORA, o movimento referente à vogal /æ/. Observe a imagem do aparelho enquanto produz.



Repita 5 vezes

Produza, em sequência, a lista de palavras 3 vezes.

EXERCÍCIOS



Palavras com [ɛ]	Palavras com [æ]
men	man
Ben	ban
bed	bad
red	rad
led	lad
met	mat
bet	bat
set	sai
Jen	Jan
Ned	Nad