

## **A NECESSIDADE DE DADOS INDIVIDUAIS E LONGITUDINAIS PARA ANÁLISE DO DESENVOLVIMENTO FONOLÓGICO DE L2 COMO SISTEMA COMPLEXO<sup>1</sup>**

**Ronaldo Mangueira Lima Júnior<sup>2</sup>**

ronaldojr@letras.ufc.br

**RESUMO:** O principal objetivo deste artigo é argumentar que dados individuais e longitudinais de aprendizes de uma língua estrangeira (L2) são mais ricos em informação e em poder explanatório do processo de desenvolvimento fonológico em L2 do que dados agrupados e transversais. Primeiramente, as principais características de sistemas complexos serão relacionadas ao processo de desenvolvimento fonológico em L2. Em seguida, dados de produção de aprendizes brasileiros de inglês-L2, previamente analisados de maneira agrupada e transversal, serão reanalisados com uma metodologia individual, e ambas análises serão comparadas. A conclusão une os princípios epistemológicos de sistemas complexos à reanálise dos dados de produção, a fim de fechar a argumentação em favor de dados individuais e longitudinais para melhor compreensão do processo de desenvolvimento (fonológico) de L2 como sistema complexo e dinâmico.

**Palavras-chave:** aquisição fonológica; sistemas complexos; análise acústica; inglês-L2.

### **INTRODUÇÃO**

Desde o texto seminal de Larsen-Freeman (1997) sobre a utilização da Teoria do Caos e da Teoria da Complexidade na análise da aquisição de segunda língua, muitas propostas e pesquisas foram desenvolvidas sob essa perspectiva, tais como Cameron

---

<sup>1</sup> Este trabalho está inserido no projeto apoiado pelo CNPq, processo nº 471.868/2014-0.

<sup>2</sup> Doutor em Linguística. Professor do Departamento de Estudos da Língua Inglesa, suas Literaturas e Tradução da Universidade Federal do Ceará (UFC).

(2003), De Bot *et al.* (2007), De Bot (2008), Ellis (2008), Herdina e Jessner (2002), Silva (2003) e Verspoor *et al.* (2008), para mencionar apenas algumas. O crescente aumento da quantidade de pesquisas sob essa ótica se dá por causa da eficácia que a Teoria de Sistemas Complexos tem para dar conta dos fenômenos linguísticos, e em especial dos fenômenos do processo de aquisição de línguas (nativas e estrangeiras), de maneira holística. Outro benefício da teoria é que ela versa sobre sistemas/processos complexos e dinâmicos naturais do mundo, não sendo uma teoria específica da linguística para a linguística.

Sistemas Complexos são também chamados de Sistemas Dinâmicos, Sistemas Adaptativos e Sistemas Não-Lineares, pois cada um desses termos indica uma de suas características. Além de complexos, dinâmicos, adaptativos e não-lineares, sistemas dessa natureza ainda são abertos, emergentes, auto-organizadores, sensíveis ao estado inicial e a estados de atração, fractais e, por vezes, caóticos. A Linguística Ecológica (e.g. COUTO, 2007; KRAMSCH; STEFFENSEN, 2008; LEATHER; DAM, 2003; van LIER, 2004; LIMA Jr, 2016) compartilha dos mesmos pressupostos, pois vê cada falante ou aprendiz de línguas como um ecossistema complexo e dinâmico, manuseando um ecossistema também complexo e dinâmico (a língua), inserido em outro ecossistema complexo e dinâmico (social, pragmático, cognitivo etc.), sendo que o seu comportamento linguístico ou de aprendizagem de uma língua estrangeira emerge da interação desses ecossistemas.

Este artigo tem o objetivo de argumentar que, por suas características, e em especial por sua dinamicidade e não-linearidade, o sistema complexo que é o desenvolvimento (fonológico) de uma língua estrangeira (L2) precisa ser estudado por meio de análises individuais de dados longitudinais de aprendizes. Essa argumentação já tem sido feita por pesquisadores que assumem uma visão complexa e dinâmica do processo de aprendizagem de língua, como Larsen-Freeman e Cameron (2008), De Bot e Larsen-Freeman (2011) e Verspoor *et al.* (2011). Contudo, para ilustrar essa necessidade, será apresentada uma reanálise de dados transversais de produção de seis vogais do inglês-L2 por alunos brasileiros que começaram a estudar inglês em diferentes idades (LIMA Jr, 2015), originalmente analisados de maneira aglutinada em grupos de acordo com a faixa etária, e ambas análises serão comparadas. Como será demonstrado mais adiante, essa análise transversal e aglutinada apresenta limitações em comparação a análises longitudinais e individuais, justamente pela natureza

complexa, dinâmica e não-linear do processo de aprendizagem/desenvolvimento de uma L2.

## **1. DESENVOLVIMENTO FONOLÓGICO COMO SISTEMA COMPLEXO**

A Teoria de Sistemas Complexos tem sua origem na Matemática, com objetivo de estudar sistemas não-lineares, complexos e dinâmicos. Uma grande vantagem da teoria é a sua capacidade de ser aplicada ao estudo de qualquer sistema complexo do mundo, e, por isso, ela tem sido utilizada em praticamente todas as áreas do conhecimento, de Biologia, Medicina, Meteorologia, Engenharias, Economia e Oceanografia, por exemplo, a Educação, a Literatura e as mais diversas subáreas da Linguística. Seus pressupostos e suas equações diferenciais têm sido utilizados para analisar, por exemplo, o comportamento de multidões saindo de um estádio, mudanças climáticas, a rota de fuga de uma presa, o sistema de valorização do mercado de ações, o sucesso repentino de ídolos da internet, e, é claro, a evolução linguística, o uso pragmático da linguagem, a relação entre atividade articulatória e resultado acústico, e o processo de aprendizagem/desenvolvimento de uma L2, incluindo o seu desenvolvimento fonológico.

O termo *complexo* na teoria faz referência não apenas à multiplicidade de elementos que compõem o sistema, mas, principalmente, ao fato de que o comportamento do sistema não é a simples adição dos comportamentos de seus elementos, uma vez que o comportamento de um sistema complexo emerge da interação iterativa de seus elementos entre si e com o ambiente. Além disso, alterações em um agente do sistema poderão causar alterações em outros agentes e no sistema como um todo.

Cada subsistema linguístico, como a morfologia, a fonologia e a sintaxe, tem um comportamento individual; contudo, é a interação entre esses e os outros subsistemas entre si e com o ambiente que faz emergir a língua em uso social. Analogamente, os subsistemas fonético-fonológicos, como a articulação e o resultado acústico de vogais, consoantes, acento, entonação etc., têm comportamentos próprios, que individualmente não representam o comportamento holístico da produção e compreensão de sons no uso real de uma língua. É a interação desses entre si e com o

ambiente que faz emergir o comportamento do sistema fonológico. Por último, o aprendiz de L2 também é um sistema complexo formado por uma multidão de elementos que interagem entre si, entre eles a motivação (tipos e quantidade), sua experiência com outras línguas, seu grau de letramento na língua materna, sua idade, seu desenvolvimento cognitivo, seu nível socioeconômico-cultural, sua exposição à L2, suas crenças sobre a L2 e sobre o seu processo de aprendizagem, sua personalidade, seus estilos e estratégias de aprendizagem, etc. Sendo assim, fica fácil compreender por que aprendizes de L2 de uma mesma sala de aula, teoricamente nivelada, variam tanto em seus níveis de fluência e proficiência.

Esse é um dos motivos que faz com que dados de desenvolvimento de L2 careçam de análises individuais, pois não é possível tratar aprendizes diversos como sendo iguais só porque compartilham uma mesma característica, seja ela o nível que um teste determinou, o número de semestres que estudaram a L2, ou a faixa etária, por exemplo.

A natureza *dinâmica* dos sistemas complexos diz respeito à sua constante mudança no tempo. Nas equações matemáticas de formalização da teoria, o tempo está sempre presente como elemento essencial. Isso quer dizer que, em sistemas complexos, os processos são mais importantes do que os produtos, pois sua mutação contínua impede que o sistema alcance um estágio final. É por isso que este trabalho traz em seu título o termo “desenvolvimento fonológico” no lugar de “aquisição fonológica”, e dá prioridade aos termos “processo de aprendizagem” e “desenvolvimento de L2” no lugar de “aquisição”. O conceito de “língua alvo” também deve ser questionado, uma vez que a aprendizagem de uma L2 é um processo aberto e perenemente contínuo e mutável.

A dinamicidade é o principal motivo para que sistemas complexos necessitem de análises de dados longitudinais, pois cada coleta de dados é capaz de mostrar apenas onde a interlíngua dos aprendizes está naquele momento da tarefa de coleta de dados. Mesmo ao final de um curso de línguas, a interlíngua de um aprendiz de L2 continuará se modificando de acordo com as interações de seus múltiplos agentes entre si e com o ambiente. Um aprendiz que termina um curso de línguas e, em seguida, utiliza muito pouco a L2 terá um desenvolvimento completamente diferente daquele que continua em contato com a L2, se expondo a ela e interagindo nela.

Além disso, em análises transversais, as inferências sobre o desenvolvimento da interlíngua vêm da comparação de dados de produção de alunos diferentes em níveis diferentes. Entretanto, não é possível afirmar que o aprendiz de nível básico X terá as mesmas características do aprendiz intermediário Y quando ele chegar a um nível intermediário, e muito menos que esses dois terão as mesmas características do aprendiz avançado W quando chegarem a um nível avançado. Isso se dá por causa da característica *caótica* de sistemas complexos. Caótico na teoria não quer dizer falta de ordem, mas imprevisibilidade. Os caminhos, a velocidade e a intensidade em que um sistema se moverá são altamente imprevisíveis.

Um dos motivos da imprevisibilidade da movimentação de sistemas complexos está na sua natureza *não-linear* entre causa e efeito. Em um sistema linear de dois elementos, uma alteração em um dos elementos causará uma mudança proporcional no outro. Johnson (1997) ilustra essa relação como o botão de ajuste de volume de um rádio. Para cada mudança no botão, haverá o mesmo incremento no volume. Para ilustrar uma relação não-linear, ele usa o botão de sintonizar as estações de rádio, em que grandes mudanças no botão podem não ter efeito nenhum (quando se navega apenas entre estações), ao mesmo tempo em que uma pequena mudança pode gerar um grande efeito (finalmente entrar ou acidentalmente sair de uma estação). Analogamente, a relação entre o nevar e uma avalanche é não-linear, pois muita neve pode cair sobre uma montanha (causa) sem causar nenhuma avalanche (efeito), mas uma leve pisada ou até o mesmo um grito de um esquiador (causa) pode desencadear uma série de avalanches (efeito), cujas quantidades e magnitudes são imprevisíveis (caóticas).

Esse último cenário acontece quando a neve na montanha já chegou a um estado crítico de perturbação (BAK; WEISSMAN, 1997), pronto para uma mudança quântica, não apenas pela pequena perturbação do esquiador, mas também por toda a neve que caiu sem causar nenhum efeito naquele momento. O leitor atento e com o pensamento no processo de aprendizagem/desenvolvimento de L2 já deve ter inferido a implicação dessa característica de sistemas complexos: a não-linearidade entre ensinar e aprender. A imagem da relação entre o nevar e a avalanche ajuda a compreender que nem tudo o que é ensinado, exercitado, praticado, explicado (o nevar) é absorvido e colocado em prática de maneira automática e imediata pelo aprendiz (avalanche). Isso quer dizer que muitos dos frutos de intervenções pedagógicas de professores de línguas

serão colhidos quando o aluno estiver tendo aulas com o próximo professor, ou até mesmo quando ele já tiver terminado seu curso, isto é, apenas quando a sua interlíngua atingir o estado crítico necessário para gerar uma movimentação do sistema.

Mais uma vez, a validade de dados transversais para análise do desenvolvimento da interlíngua de L2 é desafiada, pois não é possível saber se um dos alunos cujos dados foram coletados (gravados, no caso de desenvolvimento fonológico) estava com a sua interlíngua em um estado crítico, prestes a apresentar uma movimentação brusca e rápida em direção a um estado de maior fluência e/ou proficiência, ou se seu sistema estava naquele momento bem acomodado em um estado atrator. Dados longitudinais e individuais, por sua vez, aumentam a possibilidade de se enxergar saltos desenvolvimentais, estagnações e até mesmo retrocessos durante o processo de aprendizagem de L2 em um mesmo indivíduo.

Apesar de sua natureza caótica, sistemas complexos buscam estabilidade em *estados atratores*, que são pontos de equilíbrio que demandam maior ou menor força do sistema para que ele consiga sair de um estado de atração para outro. De Bot *et al.* (2007) utilizam a imagem de uma mesa com buracos de tamanhos diferentes para ilustrar estados atratores: se uma bolinha é colocada em um buraco raso, é preciso inclinar a mesa apenas um pouco para que a bolinha saia dele; mas se ela entra em um buraco fundo, é preciso mais energia do sistema para inclinar a mesa em um ângulo maior para que a bolinha saia desse estado para outro.

No desenvolvimento fonológico de L2, as categorias fonéticas da L1, que funcionam como categorias fonológicas prototípicas, são alguns dos estados atratores do sistema. Essas categorias fonéticas prototípicas estão presentes, com pequenas diferenças terminológicas e epistemológicas, no Modelo de Aprendizagem da Fala (*Speech Learning Model*) de Flege (1995; 2007), nos Ímãs da Língua Nativa (*Native Language Magnets*) de Kuhl (1991), no Modelo de Assimilação Perceptual (*Perceptual Assimilation Model*) de Best (1994), e nos Modelos de Exemplares de Bybee (2003) e Cristófaró Silva (2003).

Basicamente, esses modelos assumem uma visão estocástica da aquisição fonológica de L1, em que, nos primeiros meses de vida, um bebê toma notas estatísticas de toda a variação fonética a que é exposto, criando grandes categorias sonoras prototípicas que acomodem as variações de um mesmo fonema (na verdade, gesto articulatório, para ser epistemologicamente mais fiel ao dinamicismo dos modelos)

para que haja comunicação mútua. Se não fosse assim, e para cada variação mínima na produção de um /i/, por exemplo, a percebêssemos como uma unidade de significado diferente, não seria possível nos comunicarmos. Por isso, o cérebro de crianças brasileiras aprende a alocar [i i] e todas as suas mínimas variações não ilustráveis por símbolos em uma mesma categoria prototípica de /i/.

Portanto, ao escutar dois sons próximos que se contrastam na L2 mas não na L1, o aprendiz da L2 inicialmente não consegue perceber o contraste, pois ambos sons são associados à mesma categoria fonética prototípica da L1, que atua como um estado atrator do sistema. É por isso, por exemplo, que aprendizes brasileiros de inglês-L2 tendem a categorizar os pares [i] e [ɪ], [ɛ] e [æ], e [u] e [ʊ] como [i], [ɛ] e [u], respectivamente. Isso não quer dizer que brasileiros sejam incapazes de perceber ou produzir os contrastes [i ɪ], [ɛ æ] e [u ʊ], quer dizer apenas que cada aprendiz, dependendo de seu nível na L2, idade, motivação, etc., precisará de uma quantidade diferente de energia para mover o sistema fonológico de sua interlíngua do estado de atração das categorias fonéticas da L1 para um novo estado de atração com as categorias fonéticas da L2. É por isso que Flege (1999) argumenta que o domínio do sistema fonológico de uma L2 pode ser desafiador não porque o aprendiz não tem ou perde a capacidade de pronunciar, mas porque ele aprendeu a sua L1 tão bem.

Os estados atratores são mais uma característica de sistemas complexos que faz com que suas análises careçam de dados individuais e longitudinais, pois os dados coletados de certo aprendiz de L2 em um determinado momento representam simplesmente o estado de atração do sistema daquele indivíduo naquele momento. Como já foi explicado, não é possível prever quando o sistema do aprendiz terá seu próximo movimento quântico em direção a outro estado de atração.

As explicações desta seção sobre a natureza complexa, dinâmica, caótica e não-linear de sistemas complexos, bem como sobre a sua tendência de se estabilizarem em estados de atração, são suficientes para compreender a necessidade de dados individuais e longitudinais para uma análise adequada do desenvolvimento da interlíngua (fonológica) de aprendizes de L2. Contudo, a fim de fortalecer essa argumentação, será apresentada uma reanálise de dados de produção fonológica de brasileiros aprendizes de inglês-L2. A análise inicial dos dados transversais foi aglutinada em grupos, e a reanálise apresentada aqui será dos dados individuais dos aprendizes.

## 2. METODOLOGIA

Os dados, que geraram a análise inicial (LIMA Jr., 2015), são de 30 alunos brasileiros de inglês-L2 que estavam cursando o último semestre do curso de inglês avançado em um instituto particular de ensino de língua inglesa no momento da gravação, e que haviam começado a estudar inglês-L2 em diferentes idades (vide Tabela 1). Os participantes estudaram inglês exclusivamente em salas de aula no Brasil e nunca moraram fora do Brasil. Além dos alunos, participaram do estudo 10 falantes nativos de inglês americano, que compuseram o grupo controle.

<b>Grupo</b>	<b>G1</b>	<b>G2</b>	<b>G3</b>	<b>Controle</b>	
Quantidade de participantes	10	10	10	10	
Idade de início dos estudos de inglês-L2	Antes de 12 (entre 8-11)	12 - 14	Após 16 (entre 17 e 55)	-	
Idade no início do curso	M	9,3	12,6	36	-
	DP	0,9	0,6	13	-
Idade na gravação	M	16,4	18,6	44,5	38,7
	DP	1	1,3	13	18
Tempo (em anos) cursando inglês	M	7,1	5,8	5,3	-
	DP	0,7	0,9	1,4	-

**Tabela 1:** Participantes da pesquisa (M=Média; DP= Desvio-Padrão).

A Tabela 1 mostra como os aprendizes foram aglutinados em três grupos, de acordo com a faixa etária, para a análise agrupada. Um dos motivos para esse agrupamento é a hipótese de que tal divisão poderia revelar informações sobre a influência da idade na aquisição das vogais [i ɪ ε æ u ʊ]. A divisão em grupos também facilita a análise estatística, pois os dados de tendência central e de dispersão disponibilizam uma série de testes de significância de hipótese nula para o pesquisador, gerando o valor p, facilmente interpretado.

Entretanto, conforme tem sido argumentado neste trabalho, o sistema interlinguístico de cada participante da pesquisa carece de uma análise individual por suas características de sistema complexo. Sendo assim, é necessário apresentar as idades dos participantes da pesquisa de maneira individual, que segue em ordem crescente e com a quantidade de participantes de uma mesma idade, quando é o caso: 4x15, 2x16, 6x17, 2x18, 3x19, 3x20, 22, 29, 33, 2x42, 45, 52, 55, 59, 66.



Neste trabalho, as análises agrupadas serão comparadas a análises individuais, mostrando uma vantagem para esta. Não é possível fazer uma comparação da análise transversal com uma longitudinal, pois os dados coletados foram transversais por natureza. Contudo, o benefício das análises individuais somado às características de sistemas complexos apresentados ao longo deste artigo serão suficientes para construir a argumentação em favor de dados longitudinais para análises do desenvolvimento da interlíngua de aprendizes de L2.

Os dados utilizados tanto para a análise aglutinada já publicada como para a reanálise individual apresentada aqui são de natureza acústica, mais especificamente, de qualidade espectral pela mediação e plotagem de F1 e F2 das vogais sob análise. Cada participante foi gravado lendo a frase-guia “I said *token* this time”, sendo *token* uma palavra CVC, e ambos Cs sendo consoantes oclusivas surdas e o V, uma das vogais-alvo. Um único contexto fonológico para as vogais foi necessário para isolar as variações acústicas advindas de diferentes contextos fonológicos, como o alongamento da vogal seguida de consoante sonora. Além disso, a escolha de oclusivas surdas foi feita para facilitar a identificação e segmentação da vogal na forma de onda e no espectrograma do programa PRAAT (BOERSMA; WEENINK, 2011). Como mostra o Quadro 1, foram utilizados 3 *tokens* para cada vogal-alvo, e cada *token* foi apresentado 4 vezes de maneira aleatória em uma apresentação de PowerPoint para que os participantes fizessem a leitura, gerando 2.160 vogais de alunos. Além dos alunos, o grupo controle de 10 falantes nativos de inglês americano foi gravado realizando a mesma tarefa.

[i:]	[ɪ]	[ɛ]	[æ]	[u:]	[ʊ]
Peak	pick	Peck	Pack	boot	book
Pete	Pitt	Pet	Pat	poop	put
teak	tick	Tech	Tack	toot	took

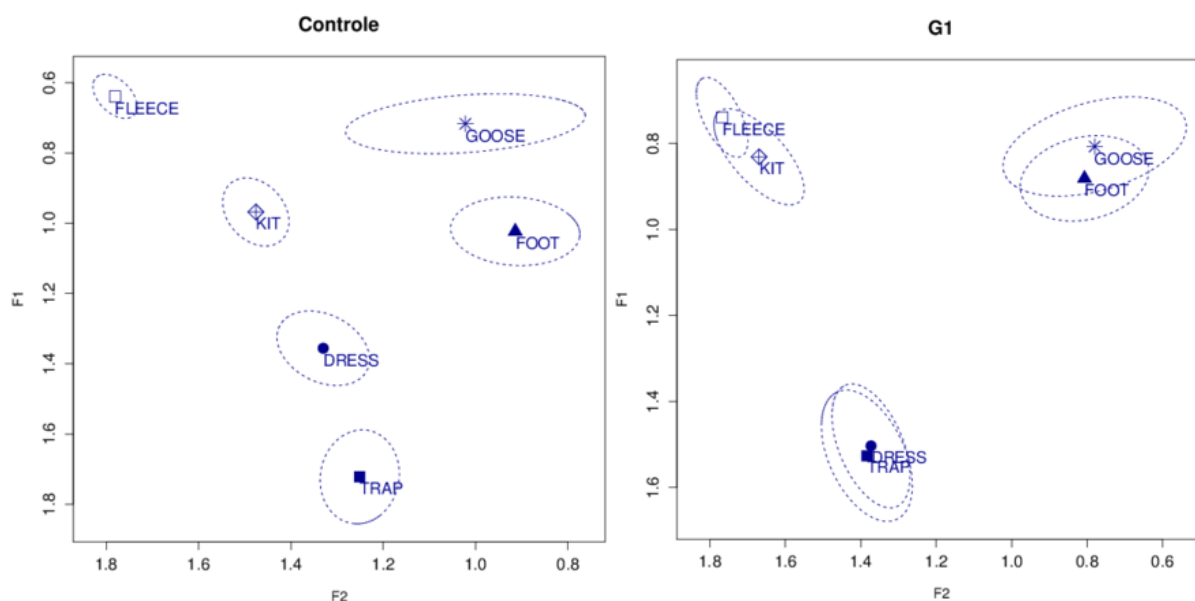
**Quadro 1:** *Corpus* da coleta de dados.

Para a extração dos valores dos formantes foram utilizados os scripts de Arantes (2010; 2011) para o programa PRAAT (BOERSMA; WEENINK, 2011), que permitem ao pesquisador conferir o ajuste do LPC (*Linear Predictive Coding*) ao espectro de FFT (obtido pelo cálculo do algoritmo *Fast Fourier Transform*), vogal por vogal. Apesar de mais laboriosa, essa análise permite ajustar, quando necessário, a frequência máxima

ou a ordem do LPC, evitando, assim, os erros de estimativa de um LPC automático (VALLABHA; TULLER, 2002; WEMPE; BOERSMA, 2003). Os valores de F1 e F2 dos participantes foram normalizados pelo método de Watt e Fabricius (2002).

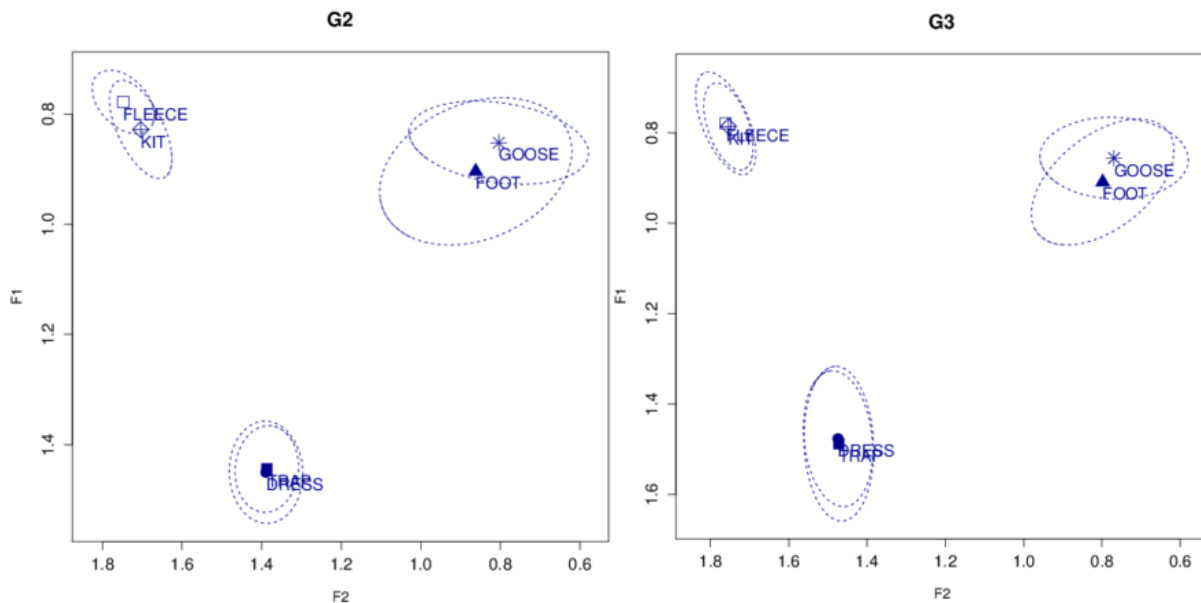
### 3. ANÁLISE DOS DADOS

A análise agrupada dos dados gerou médias e desvios-padrão de F1 e de F2 para cada grupo, o que possibilitou fazer as plotagens da Figura 1 e os testes-t cujos valores de p estão na Tabela 2<sup>3</sup>. Nas plotagens dos espaços vocálicos, as palavras-chave de Wells (1982), FLEECE, KIT, DRESS, TRAP, GOOSE e FOOT, foram utilizadas no lugar dos símbolos fonéticos [i | ε æ u ʊ]<sup>4</sup> e posicionadas na média de cada grupo. As elipses indicam a dispersão de um desvio-padrão.



<sup>3</sup> Para a análise completa, com as médias, DPs, valores das estatísticas, análise da duração das vogais e outras plotagens, vide Lima Jr (2015). Aqui serão apresentados apenas as plotagens por grupo e os valores de p das estatísticas uma vez que o foco é argumentar em favor da reanálise individual.

<sup>4</sup> Por falta de compatibilidade de fontes fonéticas entre os programas utilizados para gerenciar o banco de dados, para fazer as análises acústicas e para fazer os testes estatísticos.



**Figura 1:** Espaços vocálicos dos grupos de pesquisa.

A primeira plotagem mostra como o espaço vocálico do grupo controle está bem separado. As elipses de desvio-padrão não se encostam, mostrando a formação de suas categorias fonéticas prototípicas. Já as plotagens dos alunos mostram os pares de vogais muito mais próximos, com [ɛ æ] sobrepostos em todos os grupos e com os outros dois pares se aproximando cada vez mais com o aumento da idade de cada grupo. As elipses de desvio-padrão estão sempre sobrepostas, o que mostra que os estados atratores das categorias fonéticas da L1 exercem grande força sobre o sistema fonológico da interlíngua dos alunos.

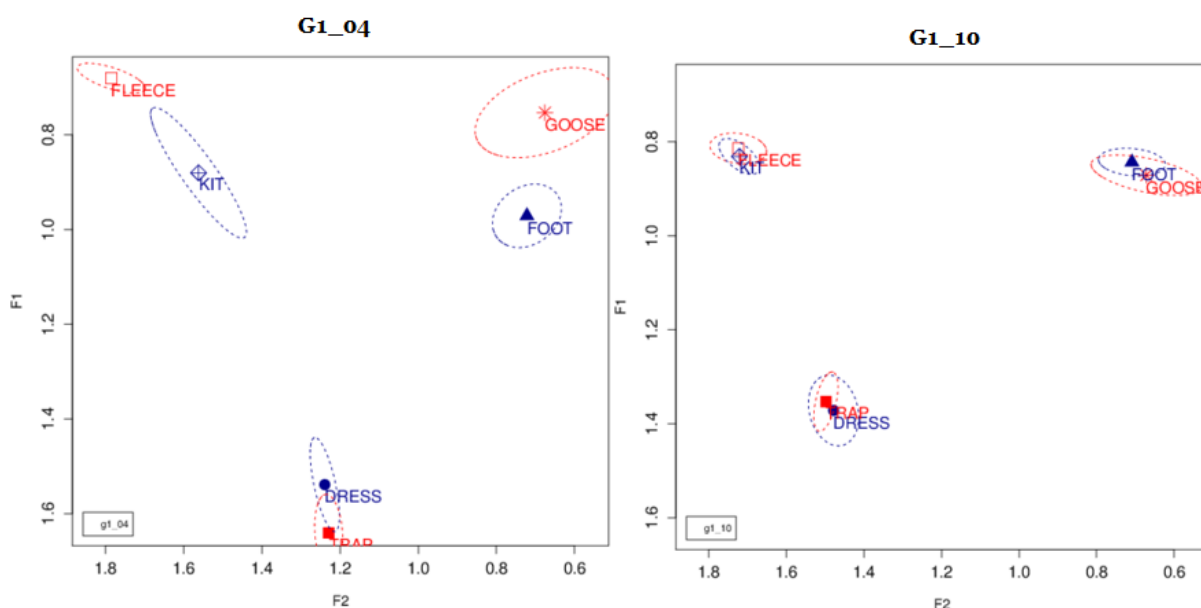
Semelhantemente, os resultados dos testes-t, cujos valores de p são apresentados na Tabela 2, a seguir, levam à conclusão de que o grupo controle distingue todos pares de vogais estatisticamente tanto em altura como em anterioridade/posterioridade da língua (F1 e F2, respectivamente), enquanto que G1 e G2 distinguem apenas o par [i:] vs [ɪ] em F1 e F2, e o grupo G3 não distingue nenhum.

Grupos	Formante	Teste-t para os contrastes de F1 e F2		
		[i:] vs [ɪ]	[ɛ] vs [æ]	[u:] vs [ʊ]
Controle	F1	p=0,000	p=0,000	p=0,000
	F2	p=0,000	p=0,000	p=0,000
G1	F1	p=0,000	<b>p=0,220</b>	p=0,000
	F2	p=0,000	<b>p=0,425</b>	<b>p=0,324</b>
G2	F1	p=0,000	<b>p=0,595</b>	p=0,000
	F2	p=0,000	<b>p=0,869</b>	<b>p=0,06</b>
G3	F1	<b>p=0,606</b>	<b>p=0,566</b>	p=0,000
	F2	<b>p=0,431</b>	<b>p=0,849</b>	<b>p=0,231</b>

**Tabela 2:** Valor de p dos testes-t entre F1 e F2 das vogais contrastadas.

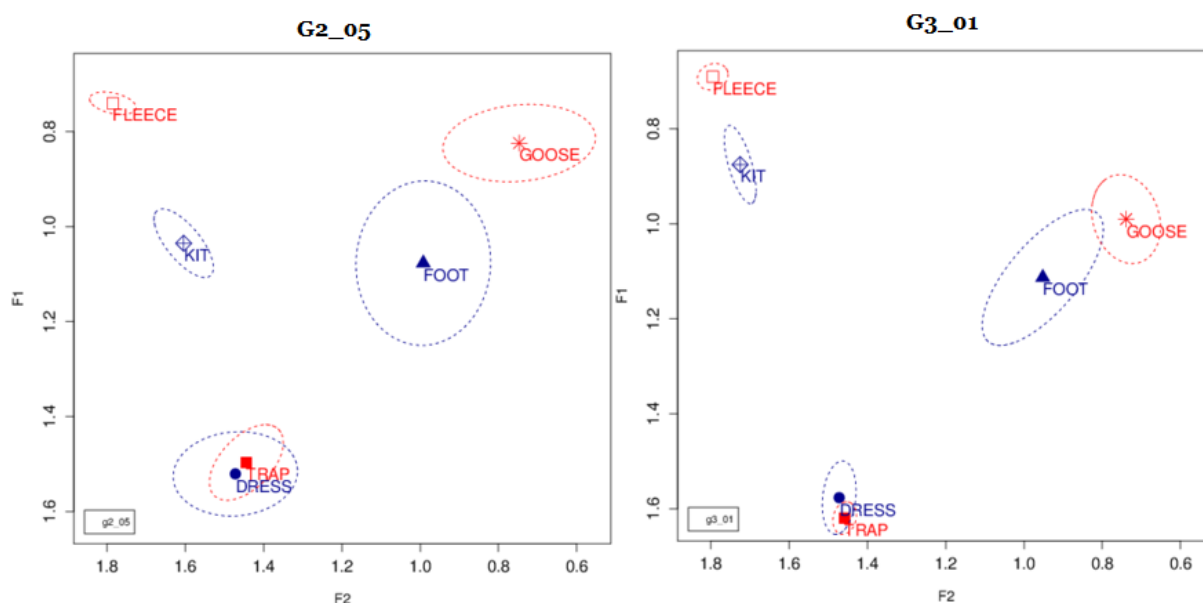
Entretanto, como tem sido argumentado neste artigo, essa análise agrupada descarta as características únicas do sistema fonológico da interlíngua de cada aprendiz. Pela sua natureza complexa e dinâmica, a interlíngua fonológica de diferentes alunos não pode ser considerada a mesma simplesmente porque eles estão cursando o mesmo semestre do curso de inglês.

Portanto, plotagens individuais revelam que alunos de um mesmo grupo podem ter produções bastante diferentes. Com uma inspeção das plotagens individuais dos aprendizes, é possível encontrar alunos do grupo G1, que é o grupo dos alunos que começaram a estudar inglês mais cedo, com pares de vogais bem separadas e com pares de vogais muito sobrepostas, como os alunos G1\_04 e G1\_10, cujos espaços vocálicos estão plotados na Figura 2.



**Figura 2:** Espaços vocálicos dos alunos G1\_04 e G1\_10.

Plotagens individuais também podem mostrar alunos de grupos diferentes que produziram distinções tão separadas quanto as do grupo controle. Nas plotagens agrupadas, os grupos G2 e G3 têm as produções mais sobrepostas, principalmente o G3; contudo, a inspeção das plotagens individuais mostra, por exemplo, os aprendizes G2\_05 e G3\_01 produzindo os pares [i ɪ] e [u ʊ] bem separados (Figura 3).



**Figura 3:** Espaços vocálicos dos alunos G2\_05 e G3\_01.

Esses achados podem, então, levar a uma posterior análise estatística das medidas de tendência central e de dispersão das vogais produzidas por alunos individualmente. Testes-t não-pareados de Welch, por exemplo, mostram que os alunos G1\_04, G2\_05 e G3\_01, plotados nas Figuras 2 e 3, distinguem os pares [i ɪ] e [u ʊ] estatisticamente<sup>5</sup>, como mostrado na Tabela 3.

<sup>5</sup> Com exceção de F2 de [i ɪ] para G1\_04, mas sua distinção em altura (F1), vista pelo valor de t e pela plotagem da Figura 2, é tão grande que dificilmente suas duas vogais seriam confundidas.

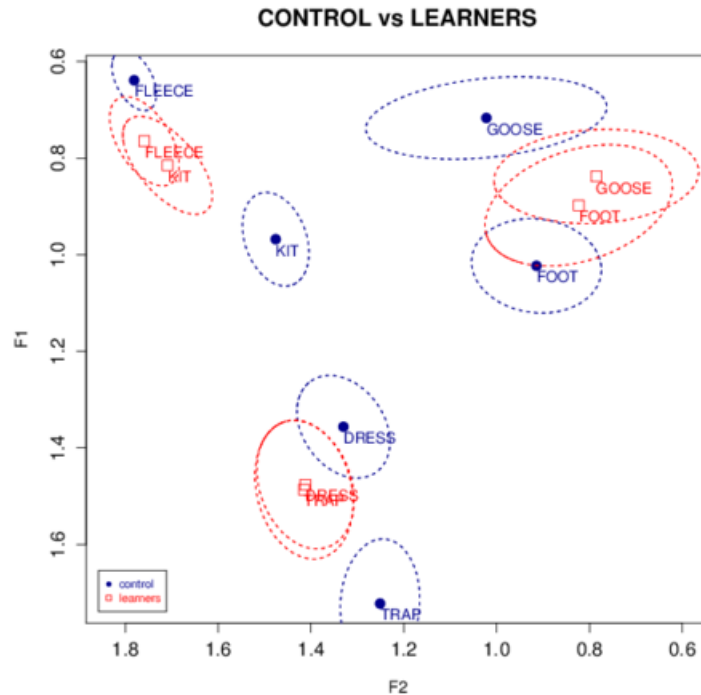
Alunos	Formante	Resultado estatístico para os contrastes de F1 e F2	
		[i:] vs [ɪ]	[u:] vs [ʊ]
G1_04	F1	t(12)=4,91, p=0,000	t(20)=6,5, p=0,000
	F2	t(20)=5,13, p=0,000	t(16)=0,8, p=0,436
G2_05	F1	t(13)=13,45, p=0,000	t(16)=4,58, p=0,000
	F2	t(21)=6,47, p=0,000	t(22)=3,27, p=0,004
G3_01	F1	t(14)=7,36, p=0,000	t(19)=2,5, p=0,022
	F2	t(22)=4,3, p=0,000	t(17)=4,13, p=0,000

**Tabela 3:** Testes-t entre F1 e F2 das vogais dos alunos G1\_04, G2\_05 e G3\_01.

Testes-t individuais mostraram ainda que os alunos G1\_05, G1\_06, G1\_07 e G2\_03 também produziram o contraste [i ɪ] com diferença estatística tanto em F1 como em F2, e que o aluno G2\_02 produziu o contraste [u ʊ] também com diferença estatística tanto em F1 como em F2. Além disso, diversos outros alunos produziram esses contrastes com diferença estatística em pelo menos F1 ou F2 – principalmente F1, que, por ser correlato à altura da língua, é crucial para o correto contraste desses pares.

As análises estatísticas individuais podem não apenas flagrar produções excepcionais escondidas nas médias e desvios-padrão dos grupos, como aconteceu com os pares [i ɪ] e [u ʊ], mas também confirmar os achados iniciais das análises em grupos. Foi o que aconteceu com o par [ɛ æ], pois nenhum aluno produziu esse par com F1 e F2 significativamente diferentes. As inspeções visuais das plotagens individuais também mostram que esse par foi o que teve menor distinção para todos os alunos.

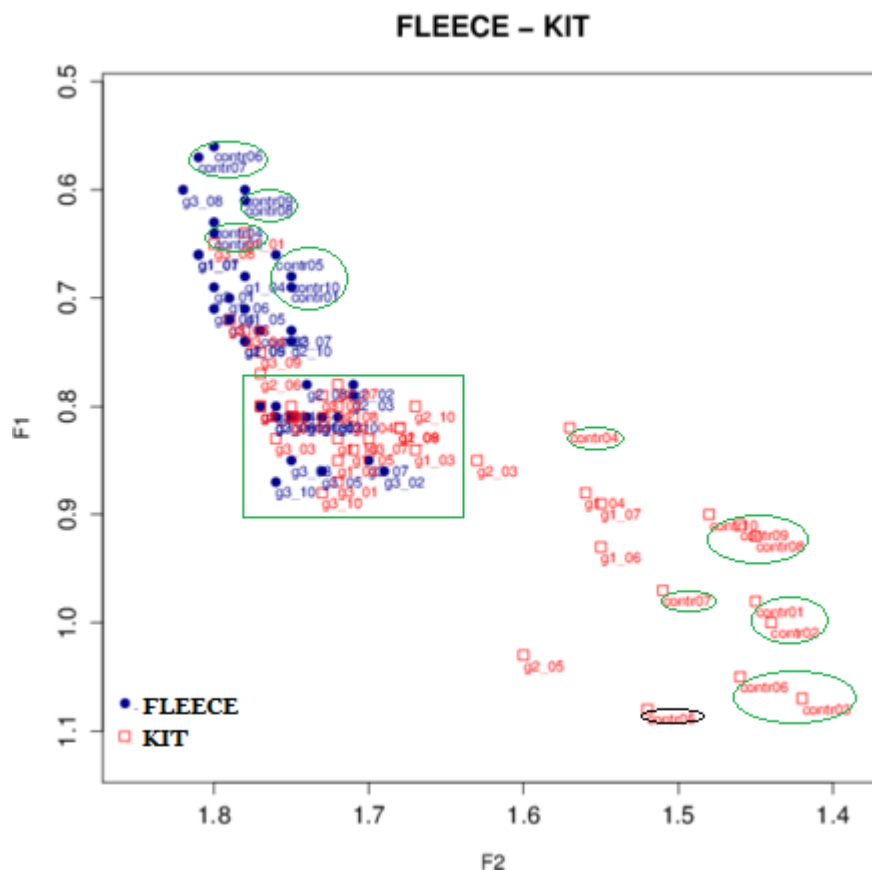
A argumentação feita até aqui não tem o intuito de invalidar um olhar agrupado dos dados. Uma análise agrupada dos dados traz informações importantes sobre **tendências** gerais dos aprendizes, como pode ser depreendido da plotagem geral da Figura 4, que mostra os dados de todos os alunos comparados aos dados do grupo controle.



**Figura 4:** Espaço vocálico de todos os alunos comparado ao dos falantes nativos.

O que este artigo demonstra, no entanto, é que as informações gerais de dados agrupados são apenas uma visão inicial do sistema complexo e dinâmico que é a interlíngua fonológica dos aprendizes. A visão geral da Figura 4, por exemplo, dá o caminho que a análise deve tomar ao deflagrar a tendência geral dos aprendizes de produzir os pares de vogais-alvo exatamente entre as duas vogais dos falantes nativos no espaço F1-F2. Contudo, apenas a análise individual dos falantes poderá revelar características do processo de desenvolvimento.

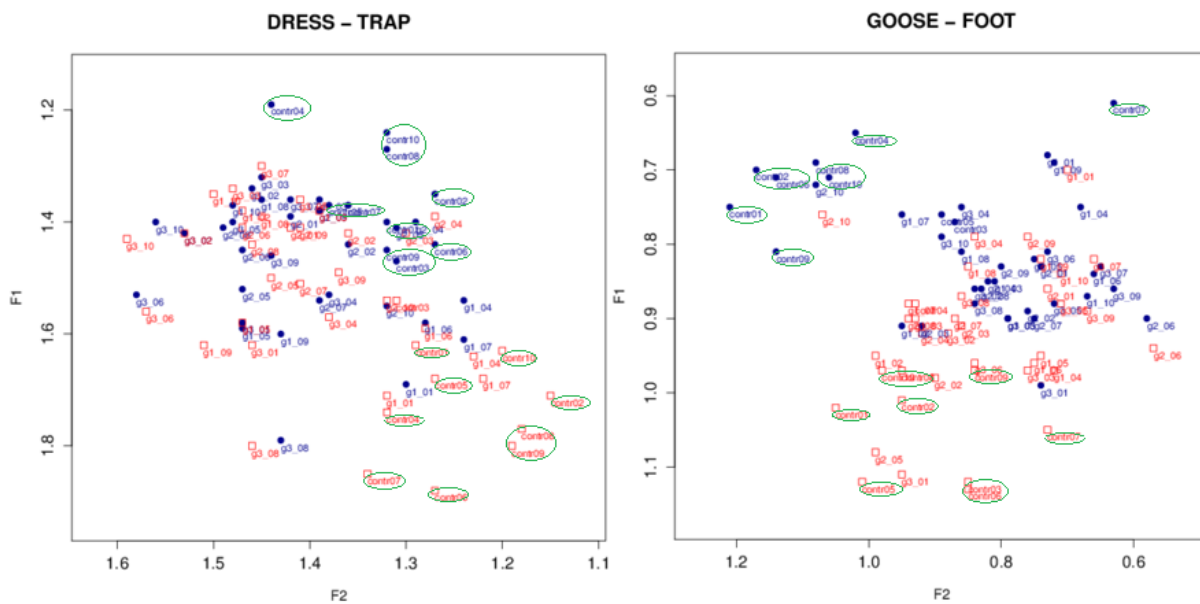
Ademais, até mesmo para uma visão geral da tendência dos alunos, os dados individuais podem ser utilizados, por serem mais ricos em informação. Plotagens individuais das produções de um par de vogais em um mesmo gráfico podem mostrar a tendência dos aprendizes sem ignorar o estágio idiossincrático do desenvolvimento do sistema fonológico de cada aprendiz, como mostra a Figura 5, a seguir.



**Figura 5:** Produções de [i] e [ɪ] de todos os participantes da pesquisa.

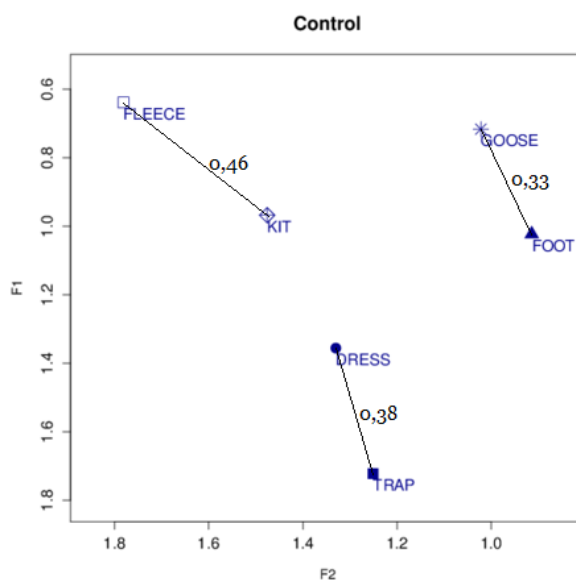
Na plotagem da Figura 5, os falantes nativos foram circulado para facilitar a visualização da tendência dos aprendizes de produzir as vogais [i ɪ] entre as produções dos falantes nativos, principalmente na região marcada com um quadrado, em que há produção de ambas vogais no mesmo espaço acústico. Essa plotagem das produções individuais mostra ainda que a tendência maior é a dos alunos produzirem ambas vogais mais próximas ao [i] dos falantes nativos, com poucas produções na região dos valores mais baixos de F1 e F2. Por último, essa plotagem permite identificar os aprendizes com produções distintas das vogais-alvo, como G1\_04, G2\_05 e G3\_01, analisados anteriormente. A Figura 6, a seguir, apresenta a mesma plotagem de produção individual para os pares de vogais [ɛ æ] e [u ʊ].





**Figura 6:** Produções de [ε æ] e [u ɔ] de todos os participantes da pesquisa.

Uma última análise realizada com os valores de F1 e F2 é a medição da distância euclidiana<sup>6</sup> entre os pares de vogais. Na análise agrupada, foram encontradas as distâncias de 0,46, 0,38 e 0,33 entre as vogais [i ɪ] [ε æ] e [u ɔ], respectivamente, para os falantes nativos, conforme ilustrado na Figura 7.



**Figura 6:** Distâncias euclidianas entre os pares de vogais do grupo controle.

<sup>6</sup> A distância euclidiana é uma medida de dissimilaridade que pode ser utilizada para medir a distância entre dois pontos em um sistema cartesiano. Sua fórmula é derivada do teorema de Pitágoras e, no caso desta pesquisa, foi calculada da seguinte forma:  $Dist. Eucl. = \sqrt{(F1\ de\ X - F1\ de\ Y)^2 + (F2\ de\ X - F2\ de\ Y)^2}$ .

A Tabela 4 mostra a diminuição das distâncias euclidianas conforme a idade dos grupos de aprendizes aumenta.

Grupos	Distâncias Euclidianas entre vogais		
	[i:] vs [ɪ]	[ɛ] vs [æ]	[u:] vs [ʊ]
Controle	0,46	0,38	0,33
G1	0,13	0,03	0,08
G2	0,07	0	0,08
G3	0	0,01	0,06

**Tabela 4:** Distâncias euclidianas entre os pares de vogais-alvo para os grupos de pesquisa.

A principal inferência desse cálculo agrupado é a de que as distâncias entre as vogais contrastadas diminuem com o aumento da idade no início da aprendizagem, o que de fato representa a tendência geral dos aprendizes. Contudo, essa generalização não explora a produção real de cada aprendiz no momento da coleta. O cálculo individual das distâncias euclidianas entre as vogais-alvo mostra que há aprendizes dos três grupos que produziram vogais tão distantes quanto os falantes nativos. O Quadro 2, a seguir, apresenta os aprendizes em ordem decrescente de distâncias euclidianas para os pares de vogais [i ɪ] e [u ʊ].

[i] [ɪ]	contro06, contro02, contro07, contro03, contro05, contro08, contro09, contro01, contr10, g1_07, g2_05, g1_06, contro04, g1_04, g3_01, g1_05, g2_03, g2_10, g3_02, g1_03, g2_09, g1_08, g1_09, g2_02, g2_07, g3_05, g3_09, g2_04, g3_08, g1_01, g1_02, g2_06, g2_08, g3_04, g3_10, g1_10, g2_01, g3_03, g3_07, g3_06
[u] [ʊ]	contro06, contro07, contro02, contro05, contro03, g2_05, contro09, contro01, contro08, contr10, contro04, g3_01, g1_04, g3_06, g2_02, g1_06, g1_03, g1_09, g1_07, g2_04, g2_07, g2_08, g3_10, g3_03, g1_05, g3_02, g1_02, g2_03, g2_09, g1_10, g3_09, g1_01, g2_06, g2_10, g3_04, g2_01, g1_08, g3_08, g3_05, g3_07

**Quadro 2:** Participantes de pesquisa em ordem decrescente das distâncias euclidianas entre as vogais-alvo.

No Quadro 2, é possível encontrar aprendizes dos três grupos com distâncias maiores que as de alguns falantes nativos ou próximas às deles.

#### 4. DISCUSSÃO

Como foi demonstrado na seção teórica deste artigo, o processo de aprendizagem de uma L2 é um sistema complexo, e suas características, em especial, a complexidade, a dinamicidade e a não-linearidade, exigem uma metodologia de coleta e análise de dados específica. Entre as especificidades dessa metodologia estão a superioridade de análises individuais e longitudinais se comparadas a análises agrupadas e transversais.

A comparação de uma análise agrupada com uma individual apresentada neste trabalho mostra a riqueza de informações que são adicionadas às inferências e interpretações por meio da análise individual. Ela não invalida as inferências da análise agrupada, mas faz dela um primeiro olhar sobre a tendência geral dos dados. Uma análise individual revela detalhes essenciais dos sistemas fonológicos da interlíngua dos aprendizes para uma melhor compreensão do processo de desenvolvimento/aprendizagem de uma L2.

Os dados utilizados neste estudo não permitem uma análise longitudinal, pois foram coletados transversalmente. Contudo, ao reconhecermos que as gravações dos alunos representam apenas uma fotografia do estado de atração de seus sistemas naquele momento, e sabendo que pela natureza dinâmica do sistema ele pode se mover em velocidades e direções diferentes em momentos diferentes para cada aluno, fica evidente a carência que esta análise tem de dados longitudinais para melhor compreensão do processo de desenvolvimento fonológico. Apenas com os dados transversais não é possível saber de onde vieram e para onde foram os sistemas fonológicos da L2 dos participantes, não sendo possível, portanto, fazer generalizações sobre o *processo* de desenvolvimento fonológico de L2. Por mais desafiadora e laboriosa que seja a coleta longitudinal, apenas ela é capaz de revelar os percursos, com seus altos e baixos, do desenvolvimento (fonológico) em uma L2.

As conclusões desta análise levam a vários desdobramentos, dois deles já em curso. Primeiramente, está sendo realizada a coleta e análise de dados orais longitudinais de uma turma de alunos de graduação em Letras-Inglês da Universidade Federal do Ceará desde o primeiro semestre de curso, em 2015.1, até se formarem em 2019.1, cujos dados preliminares serão divulgados em breve. Além disso, está em fase

final de planejamento a criação de um banco interinstitucional<sup>7</sup> de dados orais longitudinais de aprendizes brasileiros de inglês-L2, com o intuito de que seja compartilhado gratuitamente entre pesquisadores da área e que seja alimentado com dados de aprendizes de diversas regiões do Brasil. A diversidade regional e dialetal dos aprendizes que compõem o banco de dados vem ao encontro da necessidade de se analisar os sistemas fonológicos da interlíngua de maneira individual, levando-se em consideração os vários elementos que compõem o aprendiz e a sua interlíngua.

Outro desdobramento da análise de dados individuais e longitudinais de aprendizes de L2 é que os dados podem revelar aprendizes excepcionais, que fogem da tendência geral. Esse foi o caso com os aprendizes G1\_04, G2\_05 e G3\_01 deste artigo. Informações sobre aprendizes excepcionais são cruciais para pesquisas em aquisição/desenvolvimento de línguas, pois têm o potencial de aplicação prática em sala de aula e em materiais didáticos. O que esses alunos excepcionais têm ou fazem de diferente que tornam os seus processos de desenvolvimento tão eficientes? É possível identificar essas características e ensiná-las a outros aprendizes? As respostas a essas perguntas podem aprimorar a prática docente e guiar a produção de material didático em língua estrangeira.

Para tanto, é necessário incluir os aspectos qualitativo e social ao cognitivo (De BOT *et al.*, 2007). Em um capítulo exatamente sobre métodos e técnicas de pesquisa sob uma perspectiva da teoria de sistemas dinâmicos, De Bot e Larsen-Freeman (2011: 18) afirmam que é “necessário e aceitável, a partir de uma perspectiva da teoria de sistemas dinâmicos, investigar uma parte focal de um sistema, contanto que estejamos abertos a explicações fora da área de foco”<sup>8</sup>. Uma investigação qualitativa das características de aprendizes excepcionais faz parte da análise individual defendida neste trabalho.

A coleta dos dados aqui (re)analisados incluiu um questionário qualitativo sobre o histórico dos alunos e sobre suas práticas e crenças com relação ao processo de aprendizagem do inglês, mas isso não foi suficiente para revelar características explanatórias de seus desempenhos excepcionais. Uma análise qualitativa mais

---

<sup>7</sup> Inicialmente com a colaboração dos pesquisadores Ronaldo Lima Jr, da Universidade Federal do Ceará; Rosane Silveira, da Universidade Federal de Santa Catarina; Ubiratã Kieckhöfel Alves, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul; e Clerton Luiz Felix Barboza, da Universidade Estadual do Rio Grande do Norte.

<sup>8</sup> "(...) we think it both necessary and acceptable from a DTS perspective to investigate a focal part of a system, as long as we are open to explanations outside of the focus".

profunda e detalhada seria necessária. A combinação de dados qualitativos sobre os aprendizes com os dados de produção fonológica condiz com a multiplicidade e interconectividade dos vários elementos que compõem o aprendiz e a sua interlíngua.

## 5. CONCLUSÃO

Este artigo teve por objetivo argumentar que o desenvolvimento (fonológico) de uma L2, por sua natureza complexa, dinâmica e não-linear, precisa ser estudado por meio de análises individuais de dados longitudinais de aprendizes. Além da argumentação proveniente da descrição de sistemas complexos e dinâmicos, foi apresentada uma reanálise de dados transversais de produção de seis vogais do inglês-L2 por alunos brasileiros que começaram a estudar inglês em diferentes idades, originalmente analisados de maneira aglutinada em grupos de acordo com a faixa etária. A comparação das análises demonstra que a análise transversal e aglutinada apresenta limitações com relação à análise longitudinal e individual, justamente pela natureza complexa, dinâmica e não-linear do processo de aprendizagem/desenvolvimento de uma L2.

Sendo assim, tanto as considerações teóricas e epistemológicas relacionadas a sistemas complexos, e em especial ao sistema de desenvolvimento fonológico de L2, bem como a (re)análise dos dados apresentados corroboram o argumento de que análises de dados individuais e longitudinais contribuem de maneira mais rica para uma melhor compreensão da língua e de seu processo de aprendizagem como um sistema complexo e dinâmico.

## REFERÊNCIAS

1. ARANTES, Pablo. Formants.praat [script para o programa PRAAT]. Versão 0.9 beta, 2010.
2. ARANTES, Pablo. Collectformants.praat [script para o programa PRAAT]. Versão 0.11 alpha, 2011.
3. BAK, Per.; WEISSMAN, Michael. How Nature Works: The Science of Self-Organized Criticality. *American Journal of Physics*, v. 65, n. 6, p. 579–580, 1997.
4. BEST, Catherine. The emergence of native-language phonological influences in

infants: A perceptual assimilation model. *The development of speech perception: The transition from speech sounds to spoken words*, v. 167, p. 167–224, 1994.

5. BOERSMA, Paul.; WEENINK, David. PRAAT: doing phonetics by computer [programa de computador]. Versão 5.2.25, 2011.
6. BYBEE, Joan. *Phonology and language use*. Cambridge: Cambridge University Press, 2003.
7. CAMERON, Lynne. *Metaphor in educational discourse*. London: Bloomsbury Publishing, 2003.
8. COUTO, Hildo Honório do. *Ecolinguística: estudo das relações entre língua e meio ambiente*. Brasília: Thesaurus Editora, 2007.
9. CRISTÓFARO-SILVA, Thaís. Descartando fonemas: a representação mental da fonologia de uso. In: D. Hora; G. Collischonn (Eds.); *Teoria linguística: fonologia e outros temas*. João Pessoa: Editora Universitária, 2003.
10. DE BOT, Kees. Introduction: Second language development as a dynamic process. *The Modern Language Journal*, v. 92, n. 2, p. 166–178, 2008.
11. DE BOT, Kees.; LARSEN-FREEMAN, Diane. Researching second language development from a dynamic systems theory perspective. In: VERSPOOR, Marjolijn; DE BOT, Kees; LOWIE, Wander. *A dynamic approach to second language development: Methods and techniques*, p. 5–24, 2011.
12. DE BOT, Kees; LOWIE, Wander; VERSPOOR, Marjolijn. A dynamic systems theory approach to second language acquisition. *Bilingualism language and cognition*, v. 10, n. 1, p. 7, 2007.
13. ELLIS, Nick. The dynamics of second language emergence: Cycles of language use, language change, and language acquisition. *The Modern Language Journal*, v. 92, n. 2, p. 232–249, 2008.
14. FLEGE, Jamil. Second language speech learning: Theory, findings, and problems. In: STRANGE, Winifred. *Speech perception and linguistic experience: Issues in cross-language research*. Baltimore: York Press, 1995. p.233–277
15. FLEGE, Jamil. Age of learning and second language speech. In: BIRDSOING, D. *Second language acquisition and the critical period hypothesis*. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates, 1999. p.101–131.
16. FLEGE, Jamil. Language contact in bilingualism: Phonetic system interactions. *Laboratory phonology*, v. 9, p. 353–382, 2007.
17. HERDINA, Philip; JESSNER, Ulrike. *A dynamic model of multilingualism: Perspectives of change in psycholinguistics*. Clevedon: Multilingual Matters, 2002.
18. JOHNSON, Keith. *Acoustics and auditory phonetics*. Malden: Blackwell Publishing, 1997.
19. KRAMSCH, Claire.; STEFFENSEN, Sune. Ecological perspectives on second language acquisition and socialization. *Encyclopedia of language and education*. p.2595–2606. Mew York: Springer US, 2008.
20. KUHL, Patricia. Human adults and human infants show a “perceptual magnet effect” for the prototypes of speech categories, monkeys do not. *Perception & psychophysics*, v. 50, n. 2, p. 93–107, 1991.
21. LARSEN-FREEMAN, Diane. Chaos/complexity science and second language acquisition. *Applied linguistics*, v. 18, n. 2, p. 141–165, 1997.
22. LARSEN-FREEMAN, Diane.; CAMERON, Lynne. Research methodology on language development from a complex systems perspective. *The Modern Language Journal*, p. 200–213, 2008.
23. LEATHER, Jonathan; DAM, Jet. *Ecology of language acquisition*. Springer

Science & Business Media, 2003.

24. LIMA JR., Ronaldo Manguiera. A influência da idade na aquisição de seis vogais do inglês por alunos brasileiros. *Organon*, v. 30, n. 58, p. 17, 2015.
25. LIMA JR., Ronaldo Manguiera. Fonologia Ecosistêmica. *ECO-REBEL - Revista Brasileira de Ecologia e Linguagem*, (no prelo), 2016.
26. SILVA, Adelaide. Pela incorporação de informação fonética aos modelos fonológicos. *Revista Letras*, v. 60, p. 319–333, 2003.
27. VALLABHA, Gautam; TULLER, Betty. Systematic errors in the formant analysis of steady-state vowels. *Speech communication*, v. 38, n. 1, p. 141–160, 2002.
28. van LIER, Leo. *The ecology and semiotics of language learning: A sociocultural perspective*. Springer Science & Business Media, 2004.
29. VERSPOOR, Marjolijn; DE BOT, Kees; LOWIE, Wander. *A dynamic approach to second language development: Methods and techniques*. John Benjamins Publishing, 2011.
30. VERSPOOR, Marjolijn; LOWIE, Wander; DIJK, Marijn Van. Variability in second language development from a dynamic systems perspective. *The Modern Language Journal*, v. 92, n. 2, p. 214–231, 2008.
31. WATT, Dominic; FABRICIUS, Anne. Evaluation of a technique for improving the mapping of multiple speakers' vowel spaces in the F1~ F2 plane. *Leeds Working Papers in Linguistics and Phonetics*, v. 9, n. 9, p. 159–173, 2002.
32. WELLS, John. *Accents of English*. Cambridge: Cambridge University Press, 1982.
33. WEMPE, Ton; BOERSMA, Paul. The interactive design of an FO-related spectral analyser. Proc. 15th ICPHS. *Proceedings of the 15th ICPHS*. p.343–346, 2003.

**ABSTRACT:** The main goal of this paper is to argue that individual and longitudinal data of foreign language (L2) learners are more informative and have more explanatory power of the L2 phonological development process than grouped and cross-sectional data. First, the most important characteristic of complex systems will be related to the L2 phonological developmental process. Then Brazilian learners' production data of English, previously analyzed in a grouped and cross-sectional fashion, will be reanalyzed with an individual methodology, and both analyses will be compared. The conclusion bridges the epistemological principles of complex systems and the reanalysis of the production data to close the argument in favor of individual and longitudinal data for a better understanding of the L2 (phonological) developmental process as a complex and dynamic system.

**Keywords:** phonological acquisition; complex systems; acoustic analysis; EFL.

Artigo recebido em 06 de junho de 2016.

Artigo aceito para publicação em 16 de julho de 2016.