

## Análise acústica experimental das vogais da língua Lomwe

Mariano Francisco Mucueia<sup>1\*</sup>  David Langa<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>Sociedade do Notícias – Moçambique

<sup>2</sup>Universidade Eduardo Mondlane - Moçambique

Autor de correspondência: mucueia3@gmail.com

### RESUMO

O presente artigo visa analisar as estruturas fonéticas das vogais orais da língua lomwe (P32), com vista a comparar os correlatos acústicos de frequência e duração, com o uso de espectros gerados pelo software PRAAT. Os resultados indicam que existem diferenças relevantes na duração das vogais longas e das breves, igualmente, a natureza da contraparte breve determina a duração e a frequência dos formânticos acústicos das vogais longas.

### PALAVRAS-CHAVE:

Fonética.  
Análise Acústica  
Experimental.  
Línguas Bantu.  
Elomwe.

### ABSTRACT

This research aims to analyze the phonetic structures of oral vowels in the Lomwe (P32) language, with a view to comparing the acoustic correlates of frequency and duration, using spectra generated by the PRAAT software. The results indicate that there are relevant differences in the duration of long and short vowels, equally, the nature of the short counterpart determines the duration and frequency of the acoustic formants of long vowels.

### KEYWORDS:

Phonetics.  
Experimental  
Acoustic Analysis.  
Bantu Languages.  
Elomwe.

### RESUMEN

Esta investigación tiene como objetivo analizar las estructuras fonéticas de las vocales orales en la lengua Lomwe, con el fin de comparar los correlatos acústicos de frecuencia y duración, utilizando espectros generados por el software PRAAT. Los resultados indican que existen diferencias relevantes en la duración de las vocales largas y cortas, igualmente, la naturaleza de la contraparte corta determina la duración y frecuencia de los formantes acústicos de las vocales largas.

### PALABRAS-CLAVE:

Fonética.  
Análisis Acústico  
Experimental.  
Lenguas Bantúes.  
Elomwe.

## 1. Introdução

As análises linguísticas podem partir do estudo do contínuo sonoro da fala. O estudo desse contínuo está reservado a duas disciplinas: a Fonética e a Fonologia. Estas ciências distinguem-se pelos seus objectivos; a primeira estuda "a substância, materialidade dos sons da fala" (CARDOSO, 2008, p. 10). A segunda, preocupa-se com o seu significado em línguas particulares. "Em fonologia trata-se o som como matéria-prima de um sistema linguístico, como elemento da gramática de uma língua, como unidade que se contrasta com outras unidades, produzindo diferença de significado" (GOMES; DRESCH, 2020, p. 29).

O objectivo geral deste artigo é analisar as estruturas fonéticas das vogais orais da língua lomwe<sup>1</sup>. Especificamente, (i) descrever o sistema vocálico da língua lomwe; (ii) distinguir as vogais breve das vogais longas na língua lomwe; (iii) comparar os correlatos acústicos de frequência e duração das vogais em Lomwe. Ao atingir estes objectivos, o artigo contribui para a descrição fonética e fonológica das vogais desta língua através da obtenção das características fonéticas de cada segmento vocálico. Aliás, segundo Kent e Read (2002 *apud* GOMES; DRESCH, 2020, p. 38) "a representação acústica da fala é um referente básico para se entender como o ser humano usa a linguagem".

## 2 Metodologia De Recolha e Análise de Dados

A presente pesquisa norteia-se na fonética com o tema: **Análise Acústica Experimental Das Vogais Da Língua Lomwe** e propõe-se a trazer evidências acústicas do comportamento das vogais do Elomwe com o uso de espectros gerados pelo *software* PRAAT<sup>2</sup> como recurso metodológico e técnico para a análise de dados.

---

<sup>1</sup> De acordo com a classificação das línguas Bantu por zonas postulada por de Guthrie (1967) e, adoptada por Ngunga (2014), língua lomwe pertence ao grupo de línguas localizadas na Zona P, sendo o Lomwe codificado por P32. A língua comporta três variantes: A Esirima nos distritos de Molócue, e Gilé e Emihavani nos distritos de Gurùè, Ile e Namarrói. De acordo com os dados do último censo de 2017, o Lomwe é falado atualmente, por cerca de 1574 237 de pessoas distribuídas pelos distritos de Molócue, Gilé, Gurúè, Ile, Namarrói, Norte do distrito de Mocuba e outros mais.

<sup>2</sup> O *Praat* é o instrumento metodológico mais usado pelos pesquisadores quando o objectivo é análise acústica da fala. Nesta parte do artigo exploramos o funcionamento dessa ferramenta.

O corpus de análise foi constituído por repetições de palavras gravadas por quatro informantes, duas pelas letras maiúsculas do alfabeto H informante do sexo Masculino e M do mulheres e dois homens, com idades compreendidas entre 30 a 50 anos, nesta pesquisa são codificados oposto, seguido de um número natural, (1,2,3,4), onde P significa participante, ou informante, e o número a sequência, ou ordem.

Os dados foram gravados nos estúdios de captação de voz da Rádio Moçambique, emissor provincial da Zambézia. Apenas um é que foi gravado fora deste, com recurso a um gravador profissional *Solid State Recorder PMD660, DAT* (Digital Áudio Tape). Com recurso ao *Praat* obtiveram-se os valores da frequência fundamental das vogais posicionando o cursor no ponto mais vertical do F1 e F2. De seguida inseriram-se os valores médios dos formantes na ferramenta formantes Plot.<sup>3</sup>, com vista a prever a distribuição das vogais no gráfico. Também com auxílio do *Praat* foi obtida a duração ou o tempo em milissegundos (ms) das vogais, iniciando do primeiro ciclo completo da onda sonora até ao último ciclo completo. Neste sentido, o presente artigo procura responder ao seguinte problema de pesquisa: Que diferenças relevantes existem dos correlatos acústicos de duração e frequência entre as vogais longas e breves da língua do Elomwe?

A hipótese primeira desta pesquisa é que existem diferenças acústicas das características de cada uma e, a duração e frequência das vogais podem ser influenciadas pela qualidade da vogal. A segunda hipótese é que factores discursivos determinam a duração das vogais.

### 3 Revisão de literatura

---

Entre os recursos básicos do *Praat* estão a gravação de áudio; geração e desenho de representações gráficas; camadas de anotação (Text Grid), com várias ferramentas de processamento de sinais e permite a realização de experimentos de percepção, síntese de fala, (análise da intensidade, formantes) e processamento estatístico (SILVA; FONSECA; CANTONI, 2012, p. 23). O *Praat* apresenta duas janelas principais: a *Praat Objects* e a *Praat Picture*, cada uma dessas janelas possui um menu superior fixo, que disponibiliza opções para criação, abertura e salvamento de arquivos de áudio e texto. Já a janela *Praat Picture* apresenta uma grelha destinada à construção de representações gráficas para uso em artigos científicos, teses ou publicações. (ver *Manual do Praat (sd, p. 3)* <http://www.praat.org>).

<sup>3</sup> Um "formant plot" é um programa de representação visual das frequências dos formantes de um som da fala em um gráfico. O gráfico normalmente mostra os dois primeiros formantes (F1 e F2) em um eixo x e y, respectivamente, o que permite visualizar a relação entre eles e como diferentes sons da fala se agrupam no espaço "formântico".

A análise acústica das vogais é um campo de estudo que muito interessa aos pesquisadores das línguas naturais, entretanto não existem consensos em relação aos correlatos acústicos que determinam a qualidade vocálica de uma vogal. Uns apontam a duração como fundamental para distinguir acusticamente a qualidade vocálica, enquanto outros estudos apontam para as médias das frequências dos formantes. A seguir discutem-se alguns desses estudos.

Lindblom (1967) considera a característica da vogal em si e o ambiente consonantal adjacente os principais fatores por detrás da duração das vogais.

Outro grupo de pesquisadores, como Liberman e Blumstein (1988), sugerem que o tempo de produção é relativo, porque depende da velocidade da fala, do grau de estresse que a sílaba recebe na palavra, da posição desta na frase e até mesmo do contexto de discurso, espontâneo ou lido.

Alcântara (2012) analisou a duração das vogais da língua Idate, uma língua falada em Timor Leste, na Ásia. O *Praat* foi o recurso técnico experimental para a análise de dados. Os resultados deste autor indicam que a média da duração das vogais do Idate é de 74 ms a 116 ms. Entretanto, as vogais médias abertas [ɛ] e [ɔ] obtiveram duração superior em relação a todas as outras e as vogais [e] e [i] duram menos que as demais em ambas as posições, enquanto a vogal [a] é a mais longa tanto na posição tónica quanto na posição átona.

Alves e Galucio (2007) fizeram a análise acústica das vogais orais da língua Saakurabiat, uma língua indígena do Brasil, da família Tup. Os dados também foram analisados com *Praat*. Os autores calcularam a média da duração e o desvio padrão das vogais e observam uma discrepância superior a 100% para pares das vogais breves e longas exceto das vogais [i] e [ɔ] da falante X com 82% e 87% respectivamente e [i] do falante MY com 98%.

Relativamente a distribuição das vogais no espaço acústico, os autores verificaram que em Saakurabiat distinguem-se cinco qualidades vocálicas, breves e longas e cada uma ocupava uma área específica no espaço acústico. Entretanto, indicam que nesta língua há uma variação entre [i] e [i:] porquanto que estes dois seguimentos se realizam mais anteriores e baixas que o esperado.

Lima (1991) faz um estudo acústico das vogais orais do Português de Florianópolis- Santa Catarina. O autor analisou amostras de fala natural produzidas

cinco informantes, contendo vogais tónicas, pretónicas e pós-tónicas, em sílaba inicial, media e final, com objetivo de estabelecer as frequências de cada vogal oral do Português de Florianópolis-SC [i] [e] [a] [o] [u] e determinar a sua dispersão no diagrama vocálico. O *Praat* foi instrumento experimental de análise de dados. O autor concluiu que a vogal /i/ pretónico apresentou um valor de frequência maior em F1 e menor em F2, sendo mais centralizada e aberta ao passo que o inverso ocorreu com a vogal [e] pretónica; o [ɛ] apresenta-se mais próxima da vogal [e] e mais afastada da vogal [e].

Araújo (2007) fez um estudo acústico preliminar da língua karo. Com recurso a *Praat* como instrumento de análise dos dados, discutiu a distribuição das vogais desta língua no espaço acústico. Araújo observou que valores de F1 variam de 235 Hz a 663 Hz para falantes do sexo masculino e, para as mulheres, de 340 Hz a 706 Hz; os valores de F2 estão numa escala que vai de 715 Hz a 1933 Hz para homens e de 737 Hz a 2563 Hz para mulheres.

Relativamente a distribuição das vogais realizadas por homens, no espaço acústico, Araújo concluiu que não haviam diferenças significativas entre as vogais [i] / [e] e [o] [ɔ]. Em relação à dispersão das vogais realizadas por mulheres, notou algumas coincidências, em algumas realizações, os pares / [o], [ɔ], [e] / [ɛ], e [ə].

Ribeiro (2017) estudou a duração das vogais tónicas antecedentes a consoantes plosivas no Português Brasileiro. O aplicativo *Praat* foi o recurso método de análise de dados. Os resultados da pesquisa indicam que, a média da duração das vogais que precedem consoantes não vozeadas foi igual a 102,17 ms, enquanto a média de duração das vogais antes de seguimentos sonoros foi igual a 127,87 ms. Assim, concluiu que as vogais precedentes consoantes vozeadas duram mais e as que ocorrem antes das não vozeadas duram menos. A pesquisa de Ribeiro coaduna com as observações de Lindblom, em relação ao factor ambiente consonantal adjacente a vogal na determinação da duração das vogais.

Nas línguas Bantu de Moçambique, os estudos acústicos experimentais sobre as vogais são ainda incipientes. Maddieson (2014) estudou a língua shona. Segundo o autor, o Shosa (S41) possui sistema de cinco vogais, /e/ e /o/ apresentam efetivamente qualidade média. No caso do Shosa, /e/ e /o/ situam-se aproximadamente equidistantes das vogais altas /i, u/ e da vogal baixa /a/. Além

disso, a língua apresenta um processo de elevação vocálica, pelo qual /e, o/ podem ser realizadas como variantes mais altas em contextos condicionados, como na presença de /i, u/ em sílaba subsequente — fenômeno que não foi incluído nas médias formânticas reportadas.

A comparação com o Kalanga (§16) evidencia um arranjo distinto. Enquanto no Shosa as vogais médias se posicionam no centro do espaço entre altas e baixa, no Kalanga as vogais /e, o/ encontram-se mais próximas das altas /i, u/ e mais distantes de /a/. Maddieson (2014) observa que esse tipo de distribuição reduzida do espaço vocálico médio reflete variação tipológica atestada em sistemas Bantu. Assim, assume-se neste artigo o desafio de abordar a temática motivado pelas controvérsias e diversidade de ideias em relação aos factores que determinam a duração das vogais nas línguas naturais.

A duração vocálica em Bantu é associada ao alongamento vocálico. Este processo também ocorre no Shimakonde, entretanto, nesta não distingue significados, sendo, portanto, previsível. Segundo Liphola (2001), o sistema vocálico do Shimakonde é composto por cinco vogais fonémicas /a, e, i, o, u/, sem que haja contraste fonológico entre vogais curtas e longas em nível subjacente. As vogais longas que ocorrem na superfície são, portanto, resultado de processos fonológicos aplicados posteriormente, não sendo representações subjacentes distintas.

A hipótese proposta por Liphola (2001) é que o alongamento vocálico na penúltima posição decorre da atribuição de tom a essa sílaba, sendo o alongamento uma consequência fonética do tom associado. Esse fenômeno é descrito por uma regra de atribuição de proeminência, pela qual uma vogal tonicamente marcada recebe uma mora adicional, reflectindo, assim, a natureza bimórica da sílaba acentuada. Em nível fonético, a presença do tom torna-se mais perceptível na posição final da expressão devido ao alongamento vocálico induzido, enquanto, em posições medianas, tal prolongamento tende a ser atenuado por uma regra pós-lexical tardia, o que obscurece a realização fonética do tom nesses contextos.

Entretanto, análise acústica com *Praat* da duração das vogais, indica que o alongamento distintivo dura mais em relação ao alongamento resultante de regras fonológicas. Por exemplo no caso da vogal [a] na palavra *Sikano* dura menos em relação na palavra *omaala*. De acordo com dados obtidos no *Praat*, no primeiro

caso, a duração média foi de 125ms, enquanto no segundo caso, 307 ms. Enquanto o par mínimo da contraparte alongada teve a duração média de 148 ms.

### 3.1 Fonética acústica e parâmetros acústicos das vogais

Segundo Gomes e Dresch (2020, p. 29) "a fonética acústica estuda as propriedades físicas dos sons da fala". Para os autores, o sinal de fala, quando gravado em algum tipo de media, pode ser submetido à análise acústica. De acordo com Pontes *et al.* (2022, p. 2), "a Fonética Acústica permite visualizar as características acústicas da emissão da voz, complementando a avaliação perceptivas através da espectrografia". Portanto, a análise acústica permite a observação de correlatos acústicos associados à qualidade vocálica, nomeadamente, a frequência dos formantes e a duração.

"A frequência, conhecida também pela sigla  $F_0$  – é o menor componente periódico resultante da vibração das cordas vocais", Gomes, Carneiro e Dresch (2016, p. 567). As frequências dos três primeiros formantes,  $F_1$ ,  $F_2$ ,  $F_3$ , são suficientes para identificação das vogais e, de modo geral, a maior parte das vogais pode ser corretamente identificada apenas com os dois primeiros formantes (FANT, 1973 *apud* LIBERMAN; BLUMSTEIN, 1988, p. 221-222). Os formantes são picos de energia no espectro de frequências de um som da fala, que permitem a discriminação e a identificação de vogais e algumas consoantes nas línguas do mundo (DUARTE, 2014).

De acordo com Gomes, Carneiro e Dresch (2016) cada vogal tem um padrão específico de formantes. O primeiro formante está relacionado com o levantamento e abaixamento da língua, concomitante à abertura e fechamento de mandíbula. A elevação do corpo da língua diminui o valor de  $F_1$ , enquanto o abaixamento da língua aumenta o valor de  $F_1$ . O segundo formante,  $F_2$ , por sua vez, tem relação com a anterioridade ou posterioridade da língua. Se o corpo da língua estiver anteriorizado, o valor de  $F_2$  será alto; se a língua estiver recuada, o valor será baixo.

Diversas pesquisas indicam que a frequência fundamental tende a ser mais elevada em mulheres do que em homens. De acordo com Kreiman e Sidtis (2013

*apud* GOMES; CARNEIRO; DRESCH, 2016), a média da frequência fundamental é de aproximadamente 115 Hz em homens, 220 Hz em mulheres e 280 Hz em crianças. Isso implica que, em média, as pregas vocais masculinas vibram 115 vezes por segundo.

A duração corresponde ao tempo de produção da vogal em milissegundos. A duração das vogais é um problema clássico da fonética. De acordo com Lindblom (1967 *apud* GOMES; CARNEIRO; DRESCH, 2016), a duração de uma vogal é influenciada pela característica da vogal em si (duração intrínseca) e o ambiente consonantal adjacente, ou seja, o ambiente fonológico. Escudero, *et al*, (2009) analisaram as sete vogais do português e concluíram que as vogais mais baixas são mais longas que as vogais altas nesta língua.

Para Liberman e Blumstein (1988), a duração depende da velocidade da fala, do grau de estresse que a sílaba recebe na palavra, da posição desta na frase e até mesmo do contexto de discurso espontâneo ou de discurso lido. Portanto, existem vários factores que influenciam a duração das vogais, entretanto, os autores convergem no facto de que a duração é um aspeto acústico complexo. A duração é um parâmetro levado em consideração na análise fonética devido à sua importância na determinação de fenómenos como acento, quantidade e timbre vocálico.

### **3.2 Sistema vocálico do elomwe**

De acordo com os estudos realizados, o Lomwe, tal como a maioria das línguas Bantu, apresenta sistemas vocálico relativamente simples, compostos por cinco vogais, usualmente representadas como /i, e, a, o, u/ (MADDIESON, 2014). Esta língua tem dois grupos de cinco vogais fonémicas, o que corresponde a dizer que tem dez vogais cinco breves e cinco longas (Ngunga, 2014), que contrastam fonologicamente. Este artigo dedica-se exclusivamente ao estudo das cinco vogais orais breves, [e]; [ə]; [i]; [o]; [u] das cinco vogais orais longas, [e:]; [ə:]; [i:]; [o:]; [u:].

Van der Wal (2009) analisa as vogais longas como uma sequência de duas vogais (vv), cada uma associada a uma mora distinta. A bimorçidade dessas vogais se evidencia em dois contextos. Primeiramente, porque que o tom alto (H)

pode ser associado apenas a uma das vogais da sequência, demonstrando sua segmentação em duas unidades prosódias.

Ex1. (a) ehaáva ´ areia

Em segundo lugar, ambas as moras participam de um processo fonológico de duplicação tonal: o tom H subjacente é propagado para a mora seguinte, que corresponde à primeira vogal da vogal longa. Isso indica que a atribuição tonal opera a nível de mora, reforçando a análise bimórica dessas vogais.

Ex.2. (a). Waápeéeliya "para ser cozido"  
(b). Káá-kush-álé "se tivesse pegado"

Neste artigo depreende-se que a vogais longas deve ser interpretada não como sequência de duas vogais, mas apenas uma com duas moras. Essa mora traduz-se acusticamente pelo contínuo sonoro, visto que uma vogal longa não implica dois núcleos (cf. NGUNGA, 2014).

## 4 Resultados

### 4.1 Duração

A Duração é distintiva em Lomwe. Considera-se distintiva quando a diferença de duração estabelece contraste de significado entre duas palavras que são iguais em termos segmentais. Observe-se os exemplos a seguir: o (´) indica tom alto (H) ao passo que a ausência de marcação corresponde ao tom baixo (L):

Ex. 3. (a). /a/ om**al**a      ‘acabar’      vs    /a:/ omá**al**a      ‘calar-se’  
(b). /u/ or**ul**a      ‘despir-se’      vs    /u:/ orú**ul**a      ‘emergir’

De um modo geral nas línguas Bantu, a vogal que aparece logo antes de uma consoante pré-nasalizada tende a alongar-se, (NGUNGA, 2014). Esse alongamento não tem valor distintivo, ou seja, não estabelece contrastes de significado. Assim,

trata-se apenas de um fenómeno condicionado pelo contexto fonológico em que ocorre.

Ex.4. (a) /i/ Nĩno "dente".

(b) /a/ Sikáano "dente

Na língua Makhuwa bem como nas suas outras do seu grupo de que Lomwe faz parte, este tipo de alongamento resultar de processos de justaposição no nível morfofonológico (KISSEBERTH, 2014; JOÃO, 2018).

Ex.5. (a) /a:/ waápa 'sussurrar'

/e:/ ohéetta 'anda'

/i:/ olíma 'cultivar'

/u:/ uhúúpuwela 'não se lembrar',

De um modo geral, a análise da duração das vogais breves do Elomwe revela variações temporais significativas na sua realização, as quais parecem estar condicionadas, primordialmente, pela qualidade articulatória das vogais. (Ver Apêndices 1). Assim, as vogais abertas duram mais relativamente as vogais altas. Como evidenciam os exemplos que se seguem, a vogal aberta [e], na palavra "omala", registou maior duração média para todos inquiridos em relação a vogal alta [i], na palavra "ehime".

Vogal breve	Duração média	
[e]	0.148 ms	Maior
[i]	0.057 ms	Menor
Vogal longa	Duração média	
[e:]	0.307 ms	Maior
[e:]	0.198 ms	Menor

Observou-se que, no contexto das vogais breves, as vogais altas apresentaram as menores médias de duração em comparação com os demais tipos vocálicos. No entanto, nas vogais longas, foram as vogais médias que registaram as menores durações médias. Tal discrepância pode ser atribuída ao

contexto fonológico específico em que a vogal alta anterior longa [i:] ocorre, particularmente entre consoantes nasais, como no exemplo *niino*, o que pode influenciar diretamente sua realização temporal.

#### 4.1.1 Duração relativa das vogais longas em relação a sua contraparte

No âmbito da análise da duração relativa das vogais longas em comparação com suas variantes breves na língua lomwe, os dados obtidos indicam que a vogal [i:] apresentou o maior alongamento proporcional, com uma duração média aproximadamente quatro vezes superior à de [i]. Em contraste, a vogal [e:] exibiu a menor diferença relativa, com um prolongamento de cerca de 1,62 vezes em relação à sua contraparte breve [e].

A Tabela abaixo sintetiza os valores médios da proporção de duração entre as vogais longas e breves, evidenciando variações sistemáticas na realização temporal entre as vogais breves e longas.

**Tabela 1. Duração relativa das vogais longas em relação a sua contraparte breve.**

	Curta (tempo médio em ms)	Longa (tempo médio em ms)	Duração Relativa
[e]	0.148	[a:] 0.307	106.88%
[e]	0.1226	[e:] 0.198	61.80%
[i]	0.057	[i:] 0.240	319.78%
[o]	0.110	[o:] 0.233	112.17%
[u]	0.119	[u:] 0.207	73.53%

Fonte: autores (2025).

Os dados da tabela mostram claramente que a distância temporal entre as vogais breves com a sua contraparte longa é influenciada pela qualidade da vogal. Como se observa, as vogais mais abertas tendem a ter uma distância temporal maior em relação as fechadas e altas.

#### 4.2 Média de frequência dos formantes F1 e F2 das vogais breves

Tal como se disse no ponto (2.2.1) os formantes F1 e F2 têm um papel importante na definição das qualidades acústicas das vogais, incluindo **altura** refletida principalmente por F1, **anterioridade** e **posterioridade** por F2).

O gráfico dessas vogais pode ilustrar as diferentes propriedades fonológicas que caracterizam as vogais da língua Elomwe. Observe-se a seguir a tabela dos valores médios de frequência, para cada falante, obtidos pela ferramenta *Praat*.

**Tabela 2. Média de frequência dos formantes de F1 e F2 das vogais breves da língua lomwe.**

Valor de $f_0$ por falante	H1		H2		M1		M2	
	F1	F2	F1	F2	F1	F2	F1	F2
omala [ɐ]	753	1417	790	1548	1092	1611	1230	1693
orepa [e]	509	2009	586	1877	763	2044	647	2186
Ehime [i]	235	2149	300	2276	350	2828	435	2661
Sikano [o]	329	1043	295	1353	840	1211	699	1379
Orula [u]	296	841	332	906	381	604	436	803

Fonte: Autores (2025).

No geral, as mulheres obtiveram os valores de frequência de F1 e F2 mais altos relativamente aos falantes Homens, no conjunto de palavras em que ocorriam vogais breves. Os dados da tabela indicam que as informantes M1 e M2 apresentam frequências F1 mais altas. A vogal baixa central [a] na palavra [omala] foi a que teve a frequência mais alta com um valor de F1 atingir de 1092 e 1230 Hzm, respetivamente.

Ainda estas falantes voltam a registar valores altos da F2. A destacar para os dados da falante M2, em que obteve--se os valores de 1693 Hz para a vogal baixa central, na palavra "omala", na vogal media anterior [e] na palavra "orepa" e 2186 para a vogal alta anterior [i] com 2661Hz na palavra "ehime" e as vogais altas posteriores [o] e [u] com valores a atingir 1379 e 803 Hz, respetivamente.

**Os falantes Homens tiveram os valores de frequência médias dos formantes nos padrões esperados das línguas no mundo, com os valores de F1 a virarem de seguintes de 290 a 790Hz, respetivamente. Também registaram frequências F2 mais, com valores médios nas faixas dos 1417, 2009 a 2149 Hz.**

Os dados sugerem as seguintes interpretações: dado que o F1 está inversamente relacionado à altura da vogal, isto é, vogais com um **F1 mais alto** tendem a ser **mais abertas, neste sentido**, consoante os valores altos de F1 das falantes **M1** e **M2**, **as vogais destas informantes tendem a ser mais abertas, contrariamente aos homens.**

Quanto a posterioridade, segundo o princípio acústico que determina que o **F2** está relacionado à **anterioridade** e **posterioridade** das vogais. De acordo com os dados, em Elomwe, as vogais [i] e [e] têm **F2 mais altos**, indicando que essas vogais são mais **anteriores**. Já as vogais [o] e [u] apresentam **F2 mais baixos**, refletindo o padrão mais **posterior**.

Estes resultados, mostram que no geral as vogais médias [e, o] aproxima-se a vogal baixa e distanciam-se das vogais altas [i, u]. Essa observação contrasta com as constatações de Maddieson (2014). O autor analisou o shosa, onde concluiu que as vogais médias /e/ e /o/ situam-se aproximadamente equidistantes das vogais altas /i, u/ e da vogal baixa /a/.

O Kalanga (§16), língua também analisada por Maddieson (2014), as vogais /e, o/ encontram-se mais próximas das altas /i, u/ e mais distantes de /a/. Relativamente ao gênero Maddieson (2014) observou que, as mulheres produzem vogais mais altas, com valores de F1 abaixo de 400 Hz. Entretanto, os dados do Elomwe mostraram comportamento diferente, no geral, as mulheres tiveram valores de F1 mais altos, produzindo assim, vogais que podem ser caracterizadas foneticamente como baixas.

A partir desse parâmetro percebe-se que as vogais médias do Elomwe não se enquadram inteiramente na categoria de vogais baixas, mas ocupam um espaço acusticamente mais baixo do que em línguas como o shosa.

No sistema vocálico do Chichewa, distinguem-se as vogais \[+médias] das vogais \[-médias]. Esta distinção desempenha papel central nos padrões de harmonia vocálica registados nessa língua (KATAMBA, 1984; MTENJE, 1985; MCHOMBO, 1998; cf. MCHOMBO, 2004).

O padrão geral observado é que vogais \[+médias] tendem a ocorrer em coocorrência dentro do mesmo domínio morfológico, enquanto vogais \[-médias] também coocorrem entre si, de forma paralela. A restrição de coocorrência é,

portanto, simétrica, favorecendo a uniformidade no traço  $[\pm\text{médio}]$  em radicais verbais e seus afixos.

Esse padrão só é violado em contextos específicos, sobretudo quando ocorre a adjunção do sufixo recíproco, realizado pelo morfema -an-. Esse morfema é invariante (isto é, não apresenta alomorfia) e pode ser concatenado a qualquer radical verbal para atribuir a interpretação recíproca. Ainda assim, sua presença exerce influência significativa sobre a forma dos afixos subsequentes, interferindo na aplicação regular da harmonia vocálica.

Conforme Mchombo (2004), a análise da distribuição do sufixo recíproco e seus efeitos sobre a morfofonologia do verbo em Chichewa fornece evidências relevantes para a interação entre traços vocálicos e processos morfológicos, ilustrando como restrições fonológicas podem ser moduladas por fatores de natureza morfossintática.

A análise acústica específica de cada vogal do Elomwe indica que: a vogal [a] mostra uma ampla área de distribuição no que se refere à altura, para todos os falantes, sendo mais próxima da vogal média quando realizada pelos homens e muito com valores acima da faixa esperada de 800 a 900 Hz para esta vogal. Esta vogal apresenta-se com F1 na faixa de 753 a 790 Hz, para os homens, e de 1092 a 1230 Hz, para a mulher. Esta vogal apresenta-se também mais posterior do que o esperado quando realizado pelos homens, com valor médio de F2 em 1417 e 1548Hz, respectivamente, Hz, contra 1611 e 1693 Hz, para os Homens.

Quanto à distribuição das frequências da vogal [e] indica uma variação distinta entre os Homens e Mulheres, as falantes femininas realizam a vogal [e] mais anterior e mais aberta e baixa do que os homens. A média de frequência de F1 registadas pelas mulheres é de 763 e 647Hz e F2 foram de 2044 e 2186H, respectivamente. Os homens obtiveram medias de F1 de 508 a 586 e F2 de 1417 a 1548Hz.

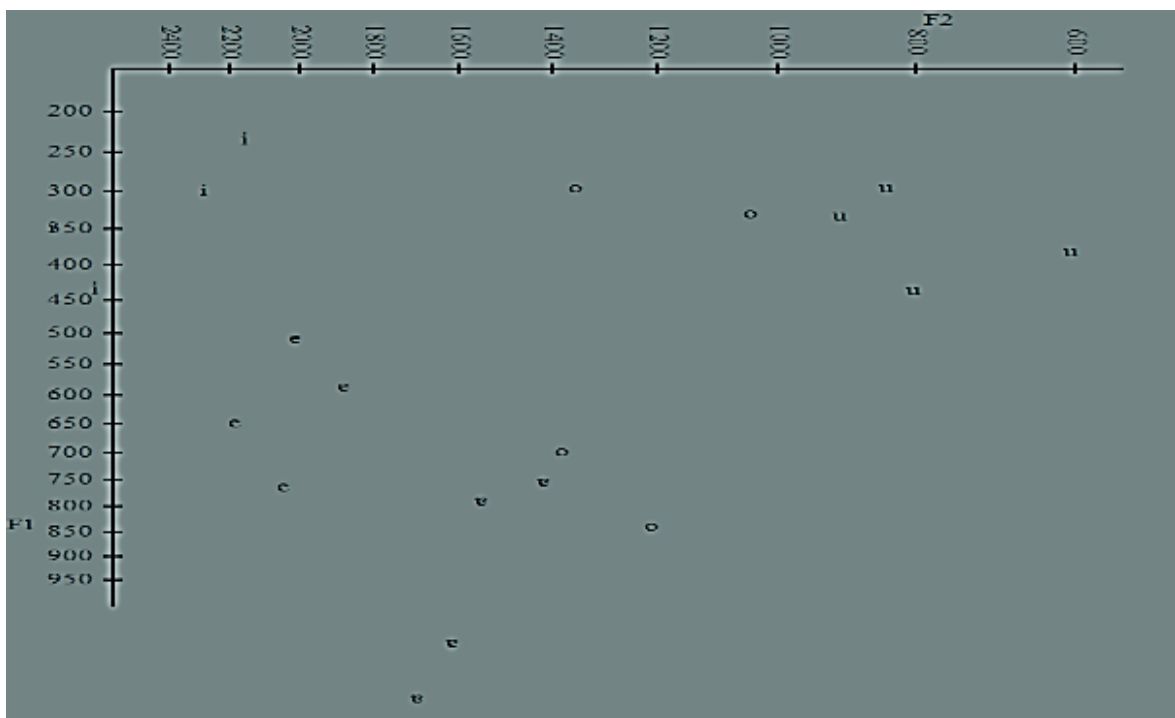
No que respeita a voga [i] é produzida de acordo com o padrão esperado nas línguas no mundo, sendo produzida na faixa de uma vogal alta, apesar de algum ligeiro desvio da falante feminina M2 que teve valores um pouco mais altos do que esperados para esta vogal com F1 de 435Hz, a M1 obteve 350Hz. Os homens

H1 e H2 obtiveram os 235 a 300 de F1. Por outro lado, verifica-se uma distribuição uniforme dos valores de F1 variando de 2149 a 2828.

A vogal [o] mostra apresentou neste estudo maior variação, enquanto os homens produzem a vogal na faixa mais próxima da vogal [i], com valores de médios de frequência na faixa de 329Hz para H1 e 292 para H2 e F2 na faixa de 1043 a 1352. Por outro lado, as mulheres produzem ainda mais baixa, mais próxima da faixa esperada para a vogal [a]. O F1 para esta vogal foi de 840Hz para M1 e 699 para M2, enquanto o F2 foi de 1211 e 1379Hz, respetivamente.

A vogal [u] é produzida por todos os informantes de acordo com o padrão esperado das línguas no mundo, embora ligeiramente baixa ao esperado, com valores de F1 de 296 a 332 para os Homens e ainda um desvio maior para as falantes mulheres com 290 a 438 Hz repetidamente, sugerindo que as mulheres a produzem com a mandíbula ligeiramente mais aberta que os homens, confirmando assim, que mas ocupam um espaço acusticamente mais baixo do que em línguas a língua shona.

**Figura 1 - Distribuição das vogais breve no trapézio das vogais da língua lomwe.**



Fonte: Autores (2025).

Estas constatações, permitem-nos depreender que conforme sintetiza Maddieson (2014), tais variações revelam que os sistemas vocálicos Bantu, embora muitas vezes descritos em termos simples (cinco ou sete vogais), apresentam diferenças fonéticas significativas no espaçamento vocálico, sobretudo no tratamento das vogais médias e na distribuição relativa das altas.

#### 4.2.1 Média De Frequência Dos Formantes De F1 e F2 Das Vogais Longas

Neste estudo, os valores de frequência dos formantes das vogais longas são examinados com base na duração dessas vogais. Observe a tabela a seguir.

**Tabela 3. Média das frequências dos formantes F1 e F2 das vogais longas da língua lomwe.**

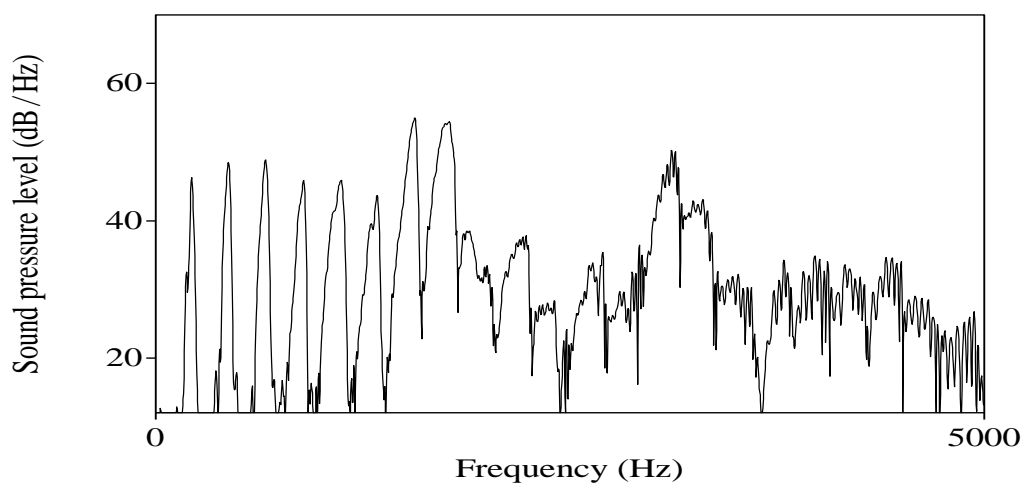
Valor de $f_0$ por falante	H1		H2		M1		M2	
	F1	F2	F1	F2	F1	F2	F1	F2
Omaala [e:]	871	1492	899	1430	1367	1484	1007	1704
mareelihu [e:]	490	920	398	2133	470	2357	516	2355
niino [i:]	269	1453	300	2276	497	2733	441	1750
ovoota [o:]	499	920	551	972	850	1110	691	1352
oruula [u:]	295	818	328	802	481	931	485	750

Fonte. Autores (2025).

Uma análise comparativa dos valores da frequência dos formânticos das vogais longas indica que, de um modo geral, a duração exerce alguma influência nos valores de F1 e F2.

No caso em análise, observa-se que, geralmente, as vogais longas tendem a ter os valores de F1 mais altos se comparadas as vogais breves. Por exemplo a vogal [a] no quadro das breves obtivemos os seguintes valores de média, 753, 790, 1092, 1230 Hz. Já para as vogais longas os valores de F1 são: 871, 899, 1367, 1007Hz, respetivamente. Essa variação dos valores dos formantes para todos os falantes deve-se, provavelmente, a ênfase que se dá na produção das vogais longas para dar a entender a duração. Essa ênfase pode-se observar através de um contínuo sonora na impressão gráfica do som no *Praat*.

**Figura 2. Contínuo sonoro resultante da ênfase na produção da vogal [e:] longada.**



Fonte: Autores (2025).

A Figura 2 mostra claramente o contínuo sonoro produzido durante a articulação da vogal longa [e:]. A impressão gráfica da onda, apresenta uma sequência relativamente uniforme, densa e sustentada, típica de segmentos vocálicos longos.

A parte central da forma de onda mostra uma manutenção estável da amplitude, característica de vogais longas. Esta estabilidade indica que o falante manteve a configuração articulatória por mais tempo, reforçando a percepção de duração. A amplitude não apresenta oscilações bruscas, o que sugere um controle articatório firme.

Assim, a figura ilustra de forma clara como a vogal [e:], quando produzida com ênfase, gera um sinal acústico mais extenso, regular e estável, refletindo a relação entre duração vocálica, intensidade articulatória e variação dos formantes.

#### **4.2.2 Influência da duração nos valores dos formantes e qualidade da vogal**

Tal como referenciou-se, o F1 (primeiro formante) está relacionado com a altura da vogal, assim, quanto maior o F1, mais baixa é a vogal. O F2 segundo formantes está relacionado com a anterioridade (quanto maior o F2, mais anterior

é a vogal. Uma observação atenta, mostra que a duração influencia os valores de formantes, conseqüentemente a qualidade da vogal.

Os dados em análise mostraram que quanto maior for a duração, maior será o valor da F1 e a diminuição dos valores de F2. A ênfase que se dá na produção de vogais longas duração, tende a criar algumas mudanças na qualidade vocálica durante a realização vogais longas relativamente a sua contraparte "primitiva" breve.

Ex.1. (a) \[i:] M1 (duração = 0.353): F1 = 497Hz | F2 = 2733 Hz

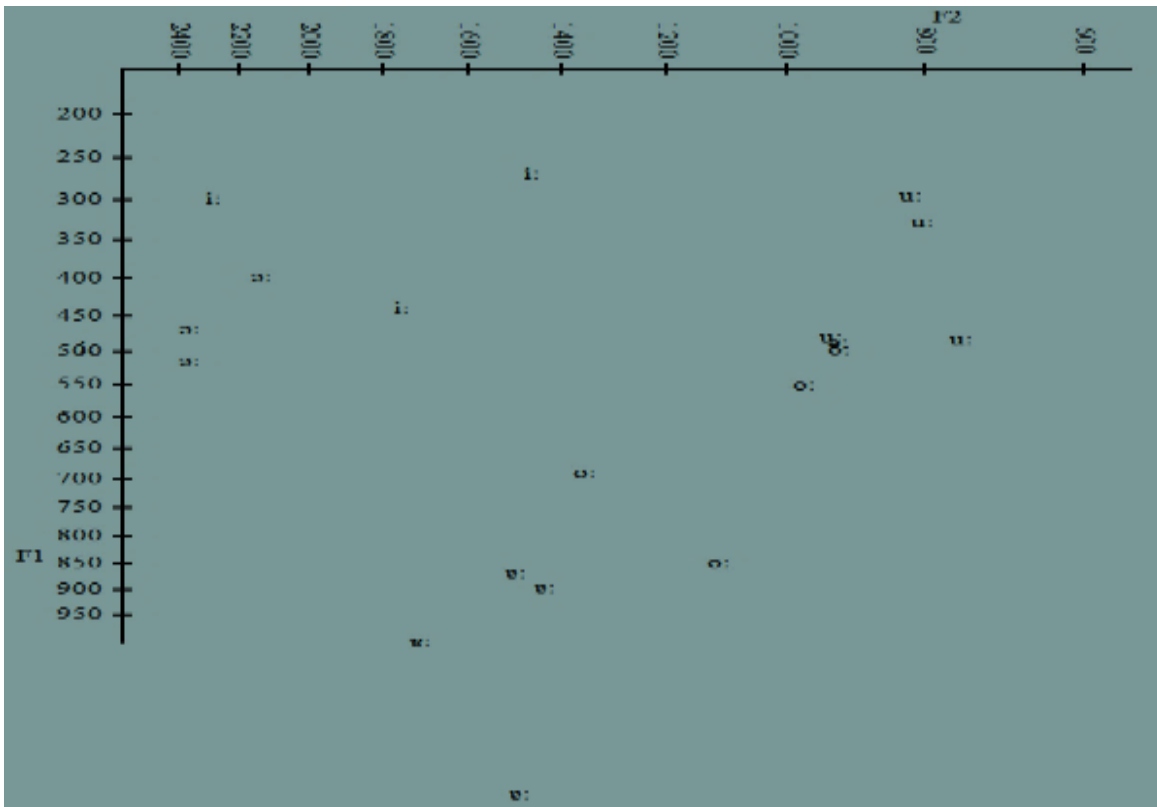
(b) \[i] M1 (duração = 0.121): F1 = 350 Hz | F2 = 2828 Hz

Assim, as vogais longas, geralmente, não ocorrem na faixa em que ocorre a sua contraparte breve. Os dados acima mostram que a quando a duração aumentou, o valor de F1 aumentou consideravelmente e o F2 diminuiu levemente. Assim sendo, o F1 tende a ser alto com o aumento da duração sugerindo que vogais mais longas podem ser produzidas com a boca mais aberta (mais baixa). As vogais longas \[a:] \[e:] e \[i:], etc.) apresentam valores de F1 mais altos que suas contrapartes curtas, o que pode indicar articulações mais abertas. Observe-se a distribuição das vogais longas do Elomwe.

Sendo assim, na língua elomwe, a natureza da vogal breve influencia o tempo da produção da vogal longa, e por sua vez a ênfase na duração influencia as frequências F1 e F2, alterando assim a qualidade da vogal. As vogais médias ocupam um espaço acusticamente mais baixo do que em línguas a língua shona.

Entretanto, dada a variação, o que indica que no nível fonético, as vogais ocorrem duas vogais médias baixas aumentando o inventário das vogais do Elomwe para sete. Essa observação coaduna com as observações de Kisseberth (2014). De acordo com a fonte, ainda que o sistema de cinco vogais básicas no Emakhuwa bem como das línguas do seu grupo apresenta pares mínimos que ampliam o inventário para sete vogais.

Figura 3. Quadro da distribuição das vogais longas da língua lomwe.



Nesses dialetos, as vogais altas /i, u/ contrastam adicionalmente em termos de posição da raiz da língua: vogais com raiz da língua avançada. (*Advanced Tongue Root, ATR*) e vogais com raiz da língua retraída (*Retracted Tongue Root, RTR*). Esse contraste ATR/RTR foi observado pelos autores no Lomwe do distrito de Mucuba (província da Zambézia), bem como em variedades urbanas de Makuwa faladas na cidade de Nampula, em Mogovolas e em Luluti (província de Nampula).

### 5 Considerações Finais

Neste artigo fez-se uma análise acústica experimental das vogais da língua lomwe com vista a trazer evidências acústicas do seu comportamento com o uso de espectros gerados pelo *software PRAAT*, como recurso metodológico e técnico para a análise de dados. O objectivo geral deste artigo foi analisar as estruturas fonéticas das vogais orais da língua lomwe, com vista a comparar os correlatos acústicos de frequência e duração.

A priori, constatou-se que o sistema vocálico da língua lomwe é constituído por dez vogais, sendo cinco breves e cinco longas. A análise dos correlatos

acústicos dessas vogais da língua lomwe, confirmam as duas hipóteses levantadas neste artigo bem como satisfazem os objetivos desta pesquisa. Os resultados indicam que o tempo de produção da vogal longa depende, primordialmente da qualidade da vogal. Assim, as vogais abertas duram mais relativamente as altas. A vogal aberta [a] registou maior duração média para todos inquiridos em relação a vogal alta [i].

Esta observação coaduna com as conclusões de Escudero *et al.* (2009) que analisou as sete vogais do português concluiu que as vogais mais baixas são mais longas que as vogais altas na língua portuguesa. Assim sendo, esta característica não é exclusiva das línguas Bantu.

Relativamente ao tempo médio de produção de uma vogal longa em relação à sua contraparte varia de 75% a até 300% dependendo da sílaba em que ocorre a vogal, como ilustra os dados da tabela 1, o que indica que a vogal longa dura uma a aproximadamente quatro vezes mais em relação a sua contraparte breve.

Portanto, a ênfase que se dá na produção de vogais longas duração, tende a criar algumas mudanças na qualidade vocálica durante a realização vogais "primitivas" (breves). Os dados mostraram que quanto maior for a duração, maior será o valor da F1 e a diminuição dos valores de F2, o que significa que as vogais longas tendem a ser mais abertas e as breves fechadas.

Sendo assim, na língua elomwe, a natureza da vogal breve influencia o tempo da produção da vogal longa, e por sua vez a ênfase na duração influencia as frequências F1 e F2, alterando assim a qualidade da vogal.

Recomenda-se pesquisas específicas que analisem apenas os efeitos da duração na qualidade das vogais longas com um corpus de análise maior.

## Referências

ALCÂNTARA, Maressa Xavier. **Análise das vogais orais da língua Idate**. In: *Anais do XVI CNLF*. Rio de Janeiro: CiFEFiL, 2012. *Cadernos do CNLF*, v. XVI, n. 4, t. 2, p. 1534. 2012.

ALVES, Ana Carolina; GALUCIO, Ana Vilacy. **Análise fonética acústica das vogais da língua Sakurabiat**. *Letras Hoje*, Porto Alegre, v. 42, n. 3, p. 27–42, set. 2007.

ARAÚJO, Fernanda Oliveira de. **Observações acústicas sobre vogais orais da língua Koro**. *Revista Virtual de Estudos da Linguagem – ReVEL*, edição especial, n. 1, p. 1–10, 2007.

SILVA, Thaís Cristófar; FONSECA, Marco Silva; CANTONI, Maria; **A redução do ditongo [ãw] postônico na morfologia verbal do português brasileiro: uma abordagem baseada no uso**. *Letras de Hoje*, v. 47, n. 3, p. 283–292, 2012.

CARDOSO, Walcir. **The optimization of codas via onset-nucleus sharing: evidence from a developing second language system**. *Language Research*, v. 44, n. 1, p. 1–10, 2008.

DUARTE, José. **Manual de análisis acústico del habla con Praat**. Bogotá: Instituto Caro y Cuervo, 2014. (Series Minor, XLIX).

ESCUADERO, Paola; BOERSMA, Paul; RAUBER, Andréia Schurt; BION, Ricardo Augusto Silva. **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. <https://doi.org/10.1121/1.3180321>

GOMES, Maria; CARNEIRO, Denise; DRESCH, Andrea. **Análise perceptiva e acústica em fonética forense: uma pesquisa em disfarce de voz**. *Domínios de Linguagem*, v. 10, n. 2, p. 559–589, abr./jul. 2016.

GOMES, Maria; DRESCH, Andrea. **A fonética forense e a comparação forense**. In: ALMEIDA, Dayane; COULTHARD, Malcolm; SOUZA-SILVA, Rui (orgs.). *Perspectivas em linguística forense*. São Paulo: Unicamp, 2020, p. 27–73.

JOÃO, Celestina Paulino. **A duração vocálica em Emakhuwa**. 2018. Dissertação (Mestrado em Linguística). Universidade Pedagógica, Maputo, 2018.

KATAMBA, Francis. **A nonlinear analysis of vowel harmony in Luganda**. *Journal of Linguistics*, Cambridge, v. 20, n. 2, p. 257–275, 1984.

KISSEBERTH, Charles. **Makhuwa (P30)**. In: PHILIPPSON, Gérard; NURSE, Derek (orgs.). *The Bantu languages*. New York: Routledge, 2014. p. 546–565.

LIBERMAN, Philip; BLUMSTEIN, Sheila. **Speech physiology, speech perception, and acoustic phonetics**. Cambridge: Cambridge University Press, 1988

LIMA, Ronaldo. **Análise acústica das vogais orais do português de Florianópolis–Santa Catarina**. 1991. Dissertação (Mestrado em Linguística) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1991.

LINDBLOM, Björn. **Vowel duration and a model of lip–mandible coordination**. *STL-QPSR*, n. 4, p. 1–29, 1967. [<https://doi.org/10.1121/1.388647>]

LIPHOLA, Marcelino. **Aspects of phonology and morphology of Shimakhonde**. 2001. Dissertação – The Ohio State University, 2001.

MADDIESON, Ian. **The sounds of the Bantu languages**. In: PHILIPPSON, Gérard; NURSE, Derek (orgs.). *The Bantu languages*. New York: Routledge, 2014. p. 15–40.

MCHOMBO, Sam. **The syntax of Chichewa**. New York: Cambridge University Press, 2004.

MTENJE, Alfred. **Arguments for an autosegmental analysis of Chichewa vowel harmony**. *Lingua*, Amsterdam, v. 66, n. 1, p. 21–52, 1985.

NGUNGA, Armindo. **Introdução à linguística Bantu**. 2. ed. Maputo: Imprensa Universitária, UEM, 2014.

PONTES, Paulo; VIEIRA, Vanessa; GONÇALVES, Maria; PONTES, Antônio. **Características das vozes roucas, ásperas e normais: análise acústica espectrográfica comparativa**. *Revista Brasileira de Otorrinolaringologia*, v. 68, n. 2, mar./abr. 2002.

RIBEIRO, Rodrigo Soares. **Duração das vogais tônicas antecedentes a consoantes plásticas no português brasileiro**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Letras) – Instituto de Letras, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

VAN DER WAL, Jenneke. **Word order and information structure in Makhuwa-Enahara**. 2009. Tese (Doutorado em Linguística) – Universidade de Leiden, Leiden, 2009. (LOT Dissertation Series, n. 215).

## **Agradecimentos**

Um especial agradecimento a Rádio Moçambique, na pessoa da Chefe das Emissões do Emissor Provincial da Zambézia, Deolinda Morreira, por deixar que usasse o estúdio de gravação para captação dos dados de análise neste artigo.