

## ANÁLISE ACÚSTICA DAS VOGAIS ORAIS DA LÍNGUA IDATE<sup>41</sup>

Maressa Xavier Alcantara (UNICAMP)  
[maressa\\_xavier@hotmail.com](mailto:maressa_xavier@hotmail.com)

A língua idate é falada no continente asiático na parte central do Timor Leste, na cidade de Laclubar no distrito de Manatuto. Sua população é estimada em 5.000 (GORDON, 2005). Segundo Hull (2002) esta língua pertence à família austronésia e praticamente não existem estudos linguísticos sobre ela.

Com base no levantamento de alguns dados com falantes nativos residentes no Brasil foi elaborado um quadro preliminar das vogais orais do idate. Ainda não se sabe se há a existência de vogais nasais e há uma hipótese de que as vogais finais em monossílabos tônicos sejam alongadas. Por isso, para esta pesquisa foram selecionadas as seguintes vogais com base em suas descrições fonéticas:

	ANTERIOR	CENTRAL	POSTERIOR
ALTA	i		u
MÉDIA FECHADA	e		o
MÉDIA ABERTA	ɛ		ɔ
BAIXA		a	
	NÃO ARREDONDADA		ARREDONDADA

Foram selecionadas inicialmente sete vogais orais e observou-se que a ocorrência delas nas sílabas é variável a depender da posição do acento, ou seja, as vogais médias abertas [ɛ] e [ɔ], só ocorrem em posição tônica. Desta forma, este trabalho se propõe realizar uma primeira análise acústica destas 7 vogais com o objetivo de distingui-las a partir de suas propriedades acústicas, pois segundo JOHNSON (2005) as características das vogais estão mais relacionadas as suas propriedades acústicas do que articulatórias:

It has been suggested that the distinctive features of vowels are tied to these acoustic properties, rather than to articulatory properties, because there are individual differences in vowel articulation and inconsistencies between

---

<sup>41</sup> Agradeço aos professores Paulo de Souza (USP) e Plínio A. Barbosa (UNICAMP) pela leitura do artigo e pelos comentários.

patterns of linguistic vowel “height” and “frontness” and measured tongue height and frontness during vowel production. (p. 113)

Esta análise será feita através do cálculo dos três primeiros formantes e das medidas da duração total e da intensidade nas posições tônica e átona, sendo que para esta última foi selecionada a posição pós-tônica.

Ladefoged (2003) afirma que as vogais de um falante podem ser descritas a partir do cálculo da frequência dos formantes, porém cada indivíduo possui um trato vocal de um tamanho podendo gerar uma diferença nos valores. Sabe-se também que o mesmo falante pode apresentar diferentes medidas para a mesma vogal, desta maneira para se representar acusticamente as vogais de uma língua é preciso fazer uma média dos formantes. Cabe ressaltar, que esta análise inicial será baseada em um único falante, por isso não haverá neste momento conclusões sobre o funcionamento geral das vogais na língua idate, mas sim algumas indicações que poderão ser mais aprofundadas com base em um número maior de falantes e após a realização das normalizações.

A fonte sonora das vogais são as pregas vocais. Quando elas estão vibrando são geradas ondas que irão ressoar no sistema supralaríngeo em diferentes tubos formados de acordo com a posição da língua. O trato vocal funciona como um filtro que modifica a onda (*source-filter theory*) sendo possível calcular os valores dos formantes (ou as frequências de ressonância) a depender do comprimento dos tubos. Os valores deles e da ressonância são inversamente proporcionais, ou seja, se temos um tubo grande, as frequências serão menores e vice versa (JOHNSON, 2005).

De acordo com Stevens (2000) existem diversas manipulações que podem ser feitas para produzir diferentes vogais acústicas através da modificação do formato do trato com ajustes na posição e configuração dos lábios e da língua. Desta forma há a hipótese de que as vogais arredondadas possuam algumas características distintas que as demais, mesmo que em uma análise preliminar o arredondamento não seja um traço para distinguir duas vogais no idate.

Stevens (2000) também propõe uma divisão das vogais em categorias que dependem da posição do corpo da língua e do formato do espectro. Dentre as categorias propostas destacam-se: as vogais altas, baixas e intermediárias. A partir da análise realizada haverá uma tentativa de organizá-las de acordo com esta proposta.

O formante 1 (F1) está relacionado a altura da vogal, em que a depender do tamanho e do comprimento da constrição o F1 poderá ser mais baixo ou mais alto (STEVENS 2000). Desta forma as vogais altas possuiriam um F1 mais baixo. O formante 2 (F2) está relacionado com a anterioridade, quanto mais anterior é a vogal maior será o F2 (JOHNSON, 2005). Já o formante 3 (F3) seria mais afetado pela posição dos lábios (LADEFOGED, 2003) ou acompanharia a anterioridade de uma vogal.

Com base nestas teorias seria possível distinguir as 7 vogais do falante do idate com base nos valores de F1 e F2. Espera-se que as vogais [i] e [u] apresentem um F1 mais alto que as outras, que as vogais [u], [o], [ɔ] e [a] possuam um F2 mais baixo do que as demais e que os valores de F3 não sejam significativos para distinguir as vogais.

A duração será medida com base nos seus valores relativos, pois ela pode variar muito a depender de diversas características, como o ritmo da fala, o stress da sílaba, dentre outras. Há a hipótese de que ela seja relevante nesta análise para distinguir a mesma vogal em diferentes posições silábicas, sendo que em posição tônica haveria uma vogal mais longa do que em posição átona.

Embora a intensidade não seja utilizada para verificar as qualidades distintivas das vogais (LADEFOGED, 2003) ela será medida para verificar se há distinções entre as categorias das vogais e entre a posição átona e tônica.

## **1. Metodologia**

Foram coletados 43 dados com um homem, de 23 anos, timorense, falante nativo do idate em uma única sessão. As palavras foram gravadas em uma frase veículo do tipo “Au usar \_\_\_\_ maru marun” (eu digo \_\_\_\_ devagar) em um ambiente silencioso para que os ruídos não prejudicassem a análise. Para a gravação foi utilizado o programa *Audacity* em um *notebook* com o auxílio de um microfone externo da marca *Bright* fixo a cabeça com um palmo de distancia dos lábios com uma taxa de amostragem de 22.000 hz.

As vogais selecionadas faziam parte de uma sílaba CV, sendo que a consoante após a vogal oral deveria ter o mesmo ponto de articulação

(alveolar) para evitar possíveis influências da consoante seguinte, como nos exemplos abaixo:

[tali] ‘corda’

[tesi] ‘cortar’

[hori] ‘quando’

[sisi] ‘carne’

Para a posição átona foram selecionadas as vogais pós-tônicas em sílabas sem coda final. Para esta pesquisa não foi possível demonstrar uma comparação entre as vogais pretônicas devido à escassez de dados. Isso foi gerado devido a uma limitação na coleta, pois não existem estudos linguísticos sobre a língua em análise e um corpus mais ampliado do idate ainda está em construção.

Outra observação é que as vogais [ɛ] e [ɔ] só ocorrem em posição tônica, como mencionado anteriormente. Essa é uma situação extremamente comum na fonologia das línguas em geral, em que o inventário fonológico é mais desenvolvido em posições mais proeminentes, como a sílaba tônica, e se reduz em posições menos proeminentes, como as sílabas átonas, (BECKMAN 1998).

Os dados foram analisados no programa *Praat* com uma janela de exibição de 5.000 Hz. Para os formantes foi utilizada a técnica de LPC (*Linear prediction coding*), que é uma técnica mais exata para determinar os formantes das vogais orais. Para isso, foi feito o ponto médio da vogal e a partir dele pela janela de *Formant* foram extraídos os valores de F1, F2 e F3. A duração foi obtida através do *spectrum* com a seleção de toda a vogal em ms. Por fim para a intensidade foi realizado um filtro do arquivo de som em duas frequências: 0 a 1250 Hz e de 1250-4000 Hz e extraído através da janela *Intensit* a intensidade média da vogal em cada frequência e depois foi calculada a diferença entre as medidas encontradas.

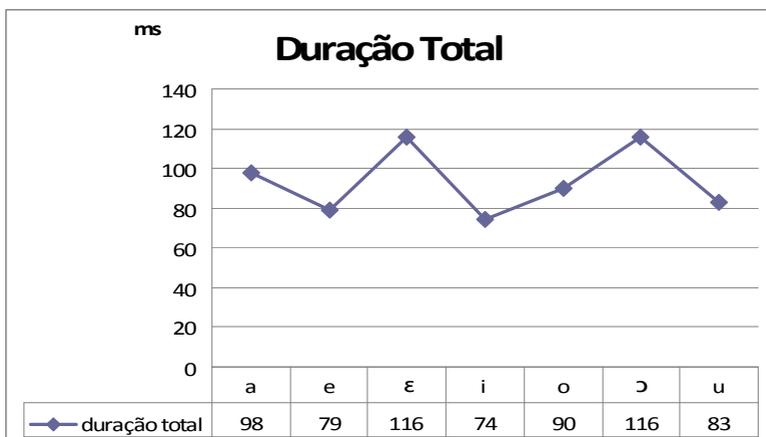
Após obter as medidas descritas acima foi realizada uma média dos valores para cada vogal em cada posição (tônica e átona) e entre as duas posições e foram elaboradas tabelas e gráficos no programa *Excel* para facilitar a visualização dos dados obtidos.

Por fim a análise dos formantes será organizada com base nas categorias propostas por Stevens (2000).

## 2. Resultados e análise

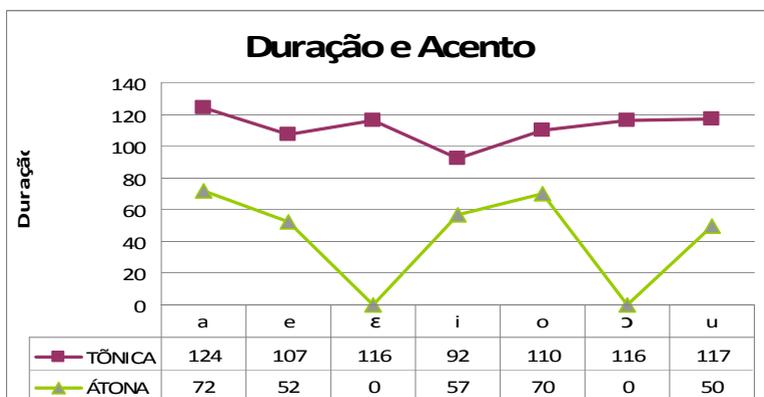
### 2.1. Duração total

A média da duração total das vogais é apresentada na **Fig. 1**. Observa-se que os valores estão entre 74 ms e 116 ms.



**Fig. 1** Médias da duração total das vogais

As vogais médias abertas [ε] e [ɔ] duram mais que as outras, porém isto não pode ser conclusivo visto que só há a ocorrência destes dados na posição tônica. Com exceção de [ε] as vogais anteriores possuem uma duração mais baixa.



**Fig. 2** Relação da duração e do acento nas vogais.

Para uma análise mais detalhada da duração é preciso verificar a relação dela com o acento. Na **Fig. 2** observa-se que todas as vogais em posição tônica apresentam na média uma duração superior a 92 ms, confirmando a hipótese inicial de que as vogais nesta posição seriam mais longas.

A semelhança do que foi verificado na **Fig. 1** as vogais [e] e [i] duram menos que as demais em ambas as posições. Já a vogal [a] é a mais longa tanto na posição tônica quanto na átona.

De maneira geral pode-se concluir que dentre diversos fatores que podem provocar uma alteração no valor da duração, um deles é a posição do acento, pois todas as vogais duram menos quando estão em posição átona.

## 2.2. Intensidade

Na **Fig. 3** há as médias da intensidade das vogais. Observa-se que as vogais arredondadas [o] [ɔ] e [u] são mais intensas do que as demais apresentando valores entre 12 e 14 db.

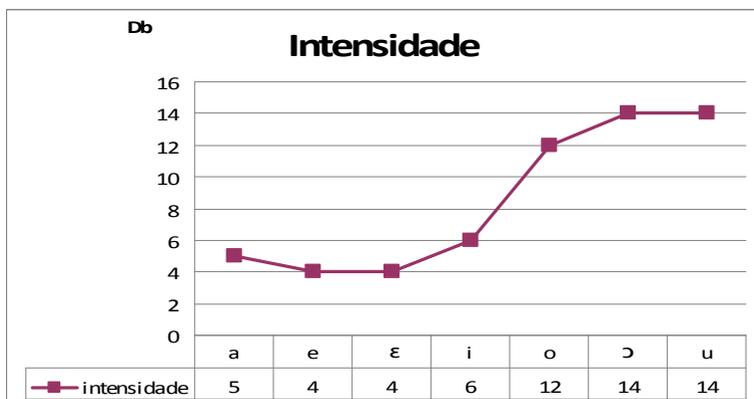


Fig. 3 Os valores de intensidade das vogais

Relacionando a intensidade com o acento há a confirmação de que em todas as posições as vogais arredondadas [o] [ɔ] e [u] apresentam medidas maiores que as demais (Fig. 4). Com exceção da vogal [u] todas as demais vogais apresentam uma intensidade maior em posição átona.

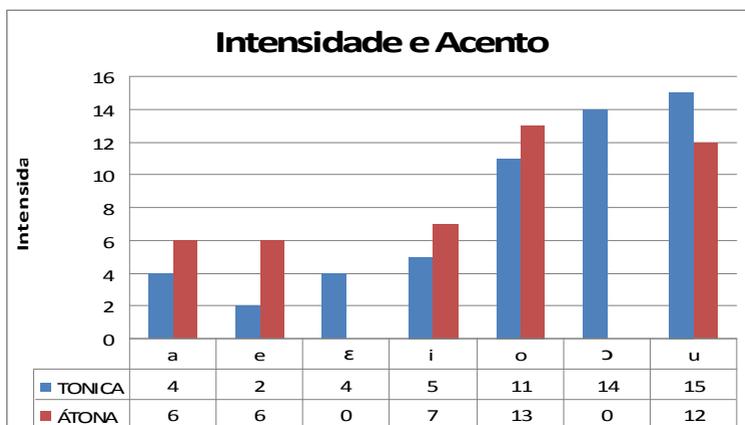


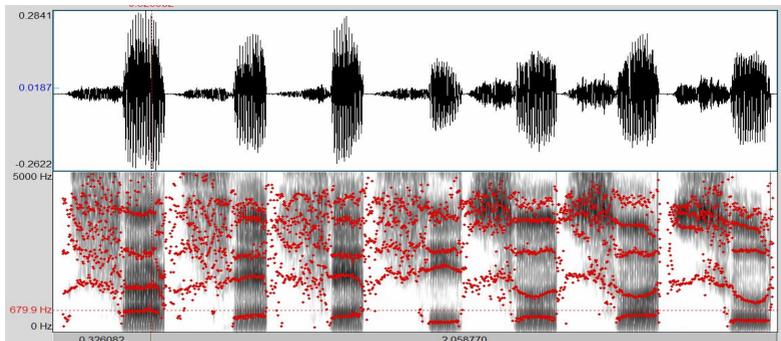
Fig. 4 Relação da intensidade e do acento nas vogais

### 2.3. Formantes

Segundo Ladefoged (2000) se usássemos somente algumas propriedades como o *pitch* e a intensidade não seria possível verificar as

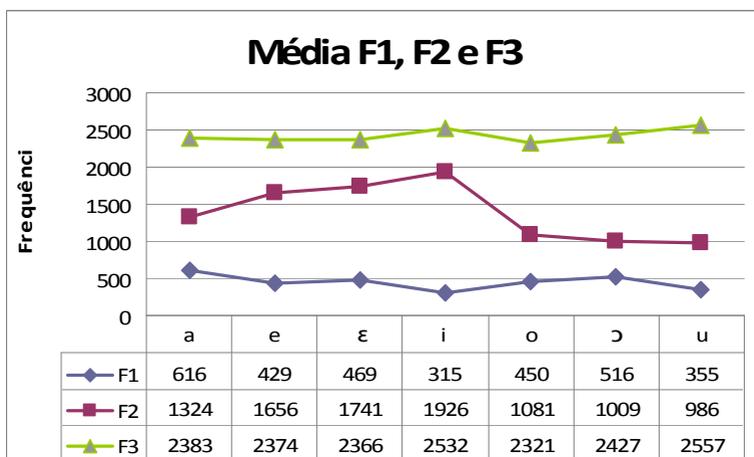
qualidades das vogais e desta forma não seria possível distinguir uma das outras. Uma maneira mais exata de diferenciá-las é medir os formantes.

Na **Fig. 5** temos uma representação das ondas sonoras e um espectrograma das vogais obtidos no programa *Praat*. Estão representadas somente as vogais tônicas das respectivas palavras ['saruk], ['senar], ['selor], ['sisi], ['sorun], ['sole], ['sulu]:



**Fig 5. Espectrograma das vogais tônicas das respectivas palavras ['saruk], ['senar], ['selor], ['sisi] ['sorun], ['sole], ['sulu]**

Na **Fig. 5** já é possível verificar que há pouca variação de F3 entre as vogais, sendo que o mesmo não ocorre com F1 e F2 que alteram a sua frequência a depender da vogal; em [e], [ɛ] e [i] estes formantes estão bem mais afastados do que nas demais. Somente através do espectrograma não é possível verificar com exatidão os formantes, por isso foi utilizada a técnica de LPC e realizada as medidas de F1, F2 e F3, como pode ser observado na **Fig. 6**:



**Fig. 6 Médias dos 3 primeiros formantes**

As vogais altas apresentam um valor menor de F1 em torno de 315 a 355 Hz, isso ocorre devido ao levantamento do corpo da língua que cria uma constricção estreita gerando baixas frequências (STEVENS, 2000). Verifica-se que a vogal [a] é a mais baixa das 7 e apresenta um valor mais alto para F1 (616 Hz) confirmando a hipótese inicial baseada nas teorias existentes de que os valores para F1 são maiores para as vogais em que a língua se encontra em uma posição mais baixa e são menores para as vogais que são articuladas com a língua em uma posição mais alta. Já as vogais médias possuem suas frequências entre estes dois extremos 315 a 616 Hz distribuídas hierarquicamente de acordo com a posição da língua, como pode ser observado na sequência abaixo:

+BAIXA a > ɔ > ε > o > e > u > i + ALTA

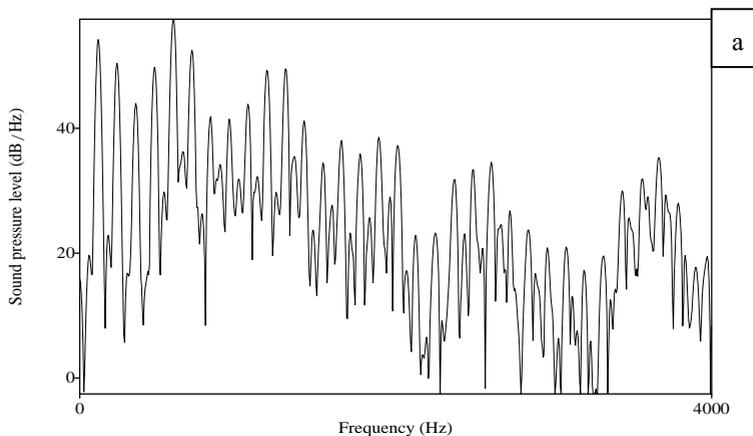
De acordo com os valores de F1 uma divisão somente em 3 categorias não seria suficiente para distinguir as vogais de acordo com a altura da língua, pois não haveria diferença entre [ɔ],[o] e [ε],[e]), por isso a divisão pode ser feita entre baixa [a], médias baixas [ɔ],[ε], médias [e],[o] e altas [i] e [u].

Se considerarmos os valores de F2 verificaremos que [i] e [ε] se diferenciam respectivamente de [u] e [ɔ] pelo fato das duas primeiras apresentarem altas frequências de F2, em torno de 1741 Hz e 1926 Hz e as

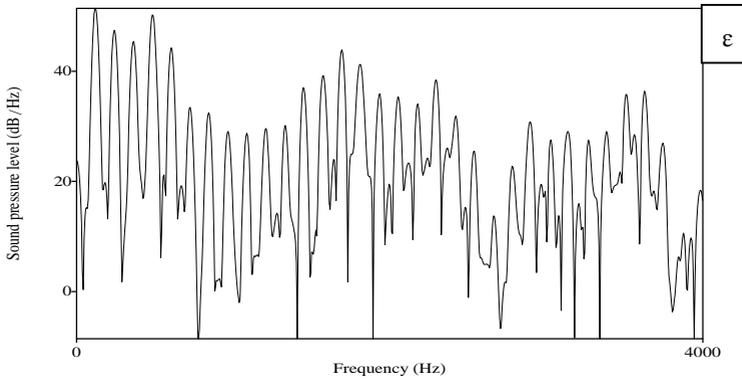
duas últimas baixas frequências, em torno de 986 e 1009. A vogal [a] ocuparia uma posição mais central em torno de 1324 hz.

Outra consideração importante sobre o segundo formante é que [o] [ɔ] e [u] apresentam valores menores, sendo as vogais mais posteriores e também as únicas articuladas com um arredondamento dos lábios, Ladefoged (2003) expõe que o arredondamento dos lábios poderia também contribuir para o abaixamento de F2, o que não ocorre com a vogal [a]. O mesmo autor ao relacionar F1 e F2 explica que o F1 é mais alto quando o F2 está mais em uma região central e o F1 é mais baixo quando o F2 é muito alto.

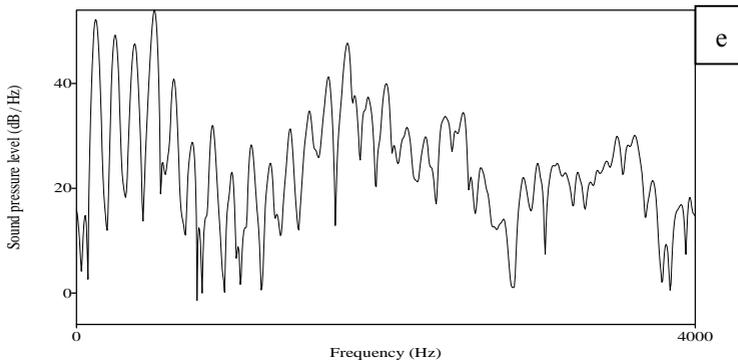
Somente com a medida dos dois primeiros formantes foi possível distinguir as vogais, porém se observarmos os espectrogramas verificamos informações adicionais em que as vogais anteriores possuem um grande vale (“empty space” STEVENS, 2000) entre F1 e F2 e o segundo formante está mais perto de F3, já as posteriores apresentam F1 e F2 mais próximos devido à posição da língua e um vale entre F2 e F3.



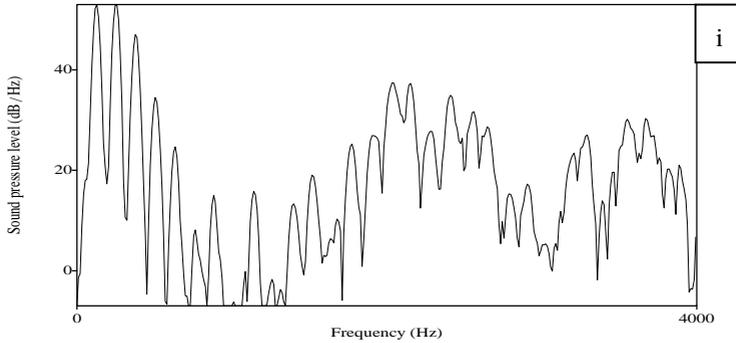
**Fig. 7** Espectro de Fourier em banda estreita da vogal [a] em ['saruk]



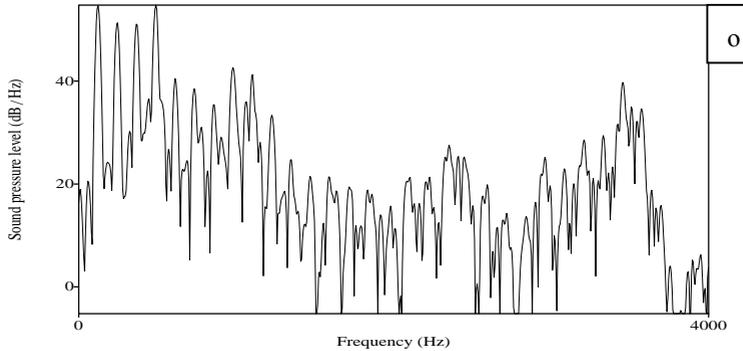
**Fig. 8** Espectro de Fourier em banda estreita da vogal [ɛ] em ['selor]



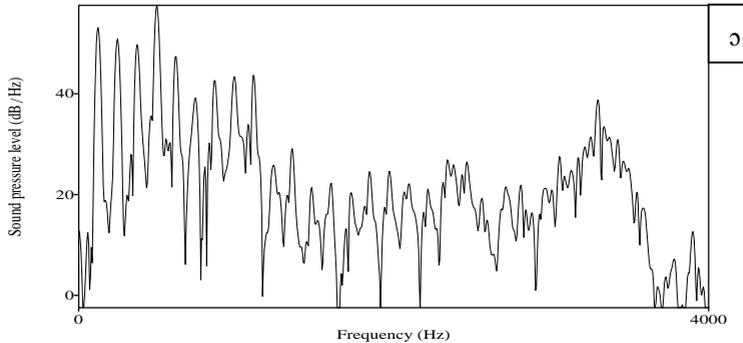
**Fig. 9** Espectro de Fourier em banda estreita da vogal [e] em ['senar]



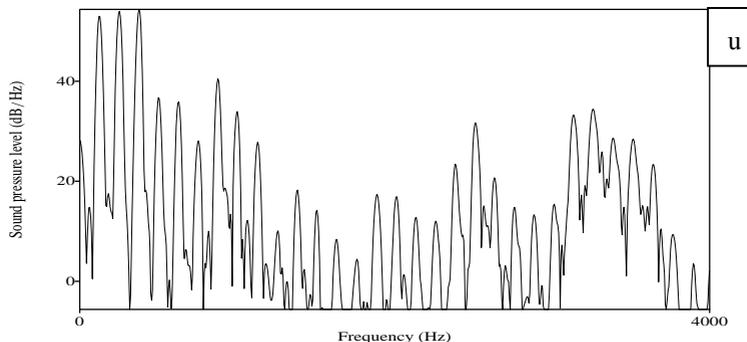
**Fig. 10** Espectro de Fourier em banda estreita da vogal [i] em ['sisi]



**Fig. 11** Espectro de Fourier em banda estreita da vogal [o] em ['sorun]

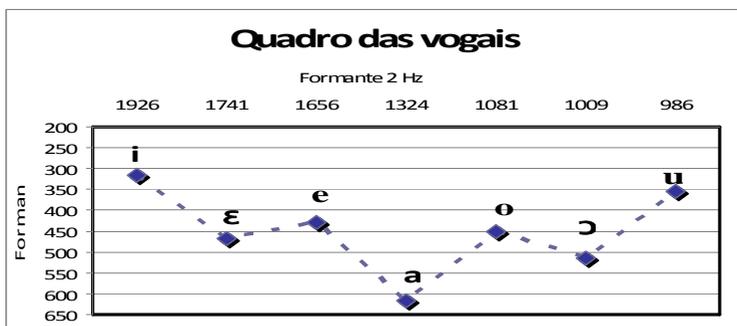


**Fig. 12** Espectro de Fourier em banda estreita  
Representação da vogal da vogal [ɔ] em ['søle]



**Fig. 13** Espectro de Fourier em banda estreita da vogal [u] em ['sulu].

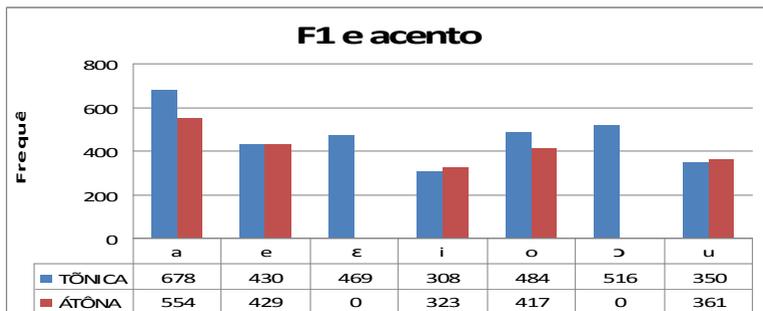
A partir das análises de F1 e F2 é possível realizar um quadro das vogais do falante do idate relacionando os valores dos formantes e a movimentação da língua. Na **Fig. 6** vemos o espaçamento entre as vogais em que [a] está em uma posição mais central e [i] e [u] nos dois extremos, estas três vogais estão o mais distante possível. As vogais [e] e [o] ocupam juntamente com o [a] uma posição também mais central, enquanto [ɛ] e [ɔ] estão mais nos extremos.



**Fig. 14** Quadro das vogais em relação a F1 e F2

Ao compararmos a relação dos formantes e o acento (**Fig. 15**) verificamos que somente a vogal [a] apresenta valores estatisticamente diferentes em posição tônica e átona. Em posição tônica a média é de 678 hz e em átona é de 554 hz. Ao relacionarmos o F1 com a altura da língua conclui-se que houve um levantamento, diminuindo a abertura, o que poderia ser melhor representado foneticamente com o IPA (Alfabeto Fonético Internacional) com a vogal semiaberta [ɐ]. Esta conclusão também se

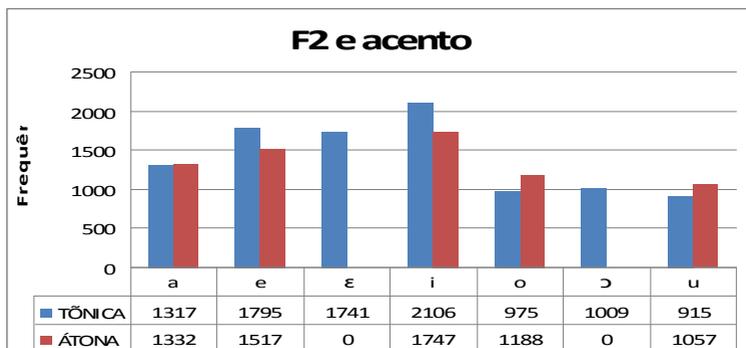
justifica a partir das análises dos espectrogramas (Figs. 7 a 13) em que [a] tem uma estrutura dos formantes diferente das vogais anteriores e posteriores.



**Fig. 15. Relação de F1 e acento**

Inicialmente foi proposto um quadro fonético com 7 vogais, porém após a análise dos formantes, pode-se concluir que há ao menos 8 realizações fonéticas distintas.

Em relação ao F2 e o acento observa-se na **Fig. 16** que há uma mudança na frequência a depender da tonicidade.



**Fig. 16 F2 e acento**

Há uma diminuição da frequência de F2 nas vogais [i] e [e] quando elas estão em posição átona, já na vogal [a] há um pequeno aumento da frequência, e [o] e [u] possuem um aumento significativo quando estão nesta mesma posição:

Distribuição do Formante 2 (Hz)												
2100	2000	1900	1800	1700	1600	1500	1400	1300	1200	1100	1000	900
	i		e				a			ou		
			i		e		a		o	u		

*Fig. 17 Relação de F2 e acento em um quadro das vogais.  
Em azul as vogais em posição tônica e em preto as vogais em posição átona.*

Com base nos dados [i] e [e] se tornam menos anteriores, enquanto [a], [o] e [u] se tornam menos posteriores.

### 3. Conclusão

A partir das análises verificou-se que o falante do idate apresenta um quadro fonético de 8 vogais que podem ser distinguidas a partir das medidas dos três primeiros formantes e do acento, sendo que as vogais [ɛ] e [ɔ] só ocorrem em posição tônica e a vogal [ɐ] em posição átona.

Com base nas teorias e na análise realizada verificou-se que a intensidade não apresenta valor distintivo no quadro fonético do falante, sendo necessária uma pesquisa mais detalhada neste tópico para verificar os fatores que podem contribuir ou não para um som ser mais intenso que outro, nesta análise as mais intensas são as vogais arredondadas.

O cálculo da duração se tornou significativo para diferenciar a ocorrência da mesma vogal em posição átona e tônica, concluindo que em posição tônica a duração é maior. Em pesquisas futuras este tópico poderá ser mais ampliado considerando outros fatores que podem influenciar na duração e com uma coleta de dados com vogais em posições átonas (pretônicas).

Nesta análise não foram abordadas questões sobre a influência da consoante sobre a vogal, pois sabe-se que os valores dos formantes e da duração podem ser influenciados a depender do ponto de articulação da consoante.

Através desta pesquisa houve uma primeira análise acústica da língua idate que poderá servir como base para um conhecimento inicial do funcionamento da língua e também para futuras pesquisas na área.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBOSA, Plínio de Almeida. *Aulas de fonética acústica*. Unicamp, 2012.
- BECKMAN, J. *Positional faithfulness*. Univ. of Massachusetts, Amherst: Tese de Doutorado, 1998. [ROA-234]
- BOERSMA, P.; WEENINK, D. *Praat: doing phonetics by computer*. (Version 4.6) [computer program]
- FREE Software Audacity 1.2.6<sup>a</sup>* (programa de computador)
- GORDON, Raymond G. Jr. (Ed.). *Ethnologue Languages of the World*, 2005.
- HULL, Geoffrey. *The Languages of East Timor: some basic facts*. Instituto Nacional de Linguística: Timor Leste, 2002.
- JOHNSON, Keith. The acoustics theory of Speech production: deriving Schwa e Vowels. *Acoustic and Auditory Phonetics*, Blackwell. 2005.
- LADEFOGED, Peter. *Vowels and consonants: an introduction to the sounds of languages*. Malden: Blackwell, 2003.
- STEVENS, Kenneth N. Vowels: acoustic Events with a Relatively Open Vocal Tract. *Acoustic Phonetics*. Cambridge, 2000.