

# PISTAS ACÚSTICAS DO PADRÃO DE COARTICULAÇÃO ENTRE AS LÍQUIDAS E AS VOGAIS NO ATAQUE COMPLEXO

Luciane Trennephol da Costa\*

**Resumo:** Uma das possibilidades de ataque silábico no português brasileiro é a realização de dois sons consonantais adjacentes. Tradicionalmente, esses sons são descritos como uma obstruente, oclusiva ou fricativa, e uma líquida lateral alveolar ou rótico tepe. Este trabalho investiga o padrão de coarticulação das líquidas com as vogais no ataque complexo através de inferências obtidas pelas trajetórias das frequências do segundo formante vocálico. A análise dos dados aponta para uma provável anteriorização da articulação do tepe em relação à articulação da lateral e um diferente padrão de coarticulação das líquidas lateral e tepe conforme a qualidade da vogal nuclear da sílaba no ataque complexo.

**Palavras-chave:** Análise Acústica. Coarticulação. Ataque Complexo.

**Abstract:** One possibility of syllable onset in Brazilian Portuguese is the realization of two adjacent consonant sounds. Traditionally, these sounds are described as obstruents, stops or fricatives, and alveolar lateral liquids or rhotic taps. This study investigates the coarticulation pattern in different liquids with the vowels in the complex onset through inferences obtained by the trajectories of the second vowel formant frequencies. The data analysis indicates a likely anteriorization of the tap articulation in relation to the lateral articulation and a different coarticulation pattern of the lateral liquids and tap in accordance with the vowel quality of the nuclear vowel of the syllable in the complex onset.

**Keywords:** Acoustic Analysis. Coarticulation. Complex Onset.

## Introdução

O ataque complexo no Português Brasileiro é extremamente restrito como descreve Silva (2008, p. 157): “Quando C1 e C2 ocorrem, a primeira consoante é uma obstruente (categoria que inclui oclusivas e fricativas pré-alveolares) e a segunda consoante é uma líquida (categoria que inclui / l , r /)”. Caracteriza-se também pela ocorrência de fenômenos como a metátese, a dissimilação e o rotacismo. Uma análise experimental do fenômeno do rotacismo<sup>1</sup> no ataque complexo (COSTA, 2011) demonstrou o possível condicionamento da

---

<sup>1</sup> Fenômeno variável de alternância entre as consoantes líquidas, lateral e rótico, que pode ocorrer no PB no ambiente de ataque complexo ou coda silábica como, por exemplo, a realização de *plano* ou *prano* e a realização de *pulso* ou *purso*.

\*Departamento de Letras do *campus* Irati, Paraná, Brasil. E-mail: [luciane.tcosta@yahoo.com.br](mailto:luciane.tcosta@yahoo.com.br)

qualidade vocálica em sua realização através da coarticulação entre as diferentes líquidas e a vogal nuclear da sílaba, pois há um predomínio das vogais anteriores e centrais na realização do fenômeno. Estudos demonstram que a coarticulação entre os sons pode estar envolvida na ocorrência de fenômenos variáveis como, por exemplo, o de Proctor (2009) que, examinando dados de rotacismo no Espanhol e no Grego, aponta o possível papel da coarticulação dos gestos de dorso vocálico e consonantal na realização do fenômeno. Abordagens teóricas (BROWMAN e GOLDSTEIN, 1992; RECASENS e PALLÀRES, 2001; RECASENS, PALLARÈS e FONTDEVILA, 1997) também ressaltam que o grau de coarticulação depende dos articuladores implicados em determinado som e que efeitos coarticulatórios podem estar envolvidos na variação alofônica.

Investigamos os padrões de coarticulação entre as diferentes líquidas e as vogais no ataque complexo inferidos pelas pistas acústicas da articulação da vogal nuclear da sílaba em análise no mesmo *corpus* em que analisamos o rotacismo no ataque complexo. Para tanto, recortamos da referida amostra apenas os dados realizados exclusivamente com a lateral alveolar e a variante *tepe*. Com essa amostra, analisamos os padrões de coarticulação dos sons vocálicos e consonantais no ataque simples e no ataque complexo através do exame de detalhes acústicos da realização destes sons que possibilitam inferências sobre sua articulação, cuja metodologia passamos a detalhar na próxima seção.

## **Metodologia**

No estudo do rotacismo (COSTA, 2011), do qual retiramos os dados para a análise do presente trabalho, realizamos um experimento de produção para investigarmos o fenômeno no ataque complexo com quatro informantes, duas que realizavam rotacismo e duas que não o realizavam. O experimento consistia na leitura da frase-veículo “Digo ... baixinho” na qual inserimos 75 palavras-alvo com ataques complexos compostos pelas duas líquidas e a mesma vogal como, por exemplo, os pares *blusa/bruxa* e *classe/cravo* e distratores formados por ataques simples como, por exemplo, *bula* e *casa*. Essas frases-veículo foram apresentadas visualmente em cartões brancos e repetidas quatro vezes por cada informante. Retirando-se os distratores e eventuais perdas na gravação, obtivemos um total de 830 ataques complexos examinados acusticamente, 469 de consoante mais rótico e 402 de consoante mais lateral. Os dados foram gravados através do programa SONAR com uma taxa de amostragem do sinal a

44.100 Hz e posteriormente examinados acusticamente com o programa de domínio público PRAAT<sup>2</sup>.

Nesta análise, para investigarmos o padrão de coarticulação das líquidas com as vogais e almejando o mesmo número de dados para comparação, ou seja, termos o mesmo número de realizações de determinado som consonantal no ataque simples, no ataque complexo com a líquida lateral e no ataque complexo com a líquida tepe e com a mesma vogal nuclear da sílaba (como, por exemplo, o conjunto *pata-prato-placa*), constituímos a amostra desconsiderando os dados variáveis dos informantes que realizavam rotacismo e consideramos apenas os dados das informantes que formavam o grupo de controle e não realizaram rotacismo. Objetivávamos com o grupo de controle poder examinar possíveis diferenças e particularidades nas produções de ataques complexos entre sujeitos que realizam rotacismo e sujeitos que não realizam o fenômeno. As informantes que formavam o grupo de controle, e cujos dados analisamos neste trabalho, possuem ambas grau universitário e residem em Curitiba. A informante A tinha 38 anos e a informante B tinha 40 anos na época da coleta de dados. No recorte para a amostra desta análise, examinamos 21 palavras, que repetidas quatro vezes pelas duas informantes, totalizaram 168 dados.

Para observarmos possíveis indícios de efeitos coarticulatórios entre as líquidas e as vogais no ataque complexo, medimos os formantes das vogais nos grupos com róticos e laterais e também em ataques simples, os quais inserimos como distratores na amostra, conforme referimos anteriormente, desta maneira formando alguns<sup>3</sup> conjuntos como *pata/prato/placa*, para analisarmos as frequências de formantes das vogais nos diferentes ambientes. A extração das frequências dos formantes vocálicos através de inspeção visual e extração automática do programa PRAAT, com janela padrão de 0,025 segundos, deu-se em dois momentos: no início da vogal e em seu ponto médio. Medimos os formantes vocálicos em dois pontos para inferirmos a trajetória dos formantes na produção vocálica e não apenas o valor de um ponto estático. O ponto inicial foi estabelecido no começo da abertura vocálica e o ponto medial como a metade da duração total da vogal. As Figuras 1, 2 e 3 ilustram os pontos iniciais e mediais nos quais extraímos a frequência formântica das vogais no ataque simples, no ataque complexo com tepe e no ataque complexo com lateral.

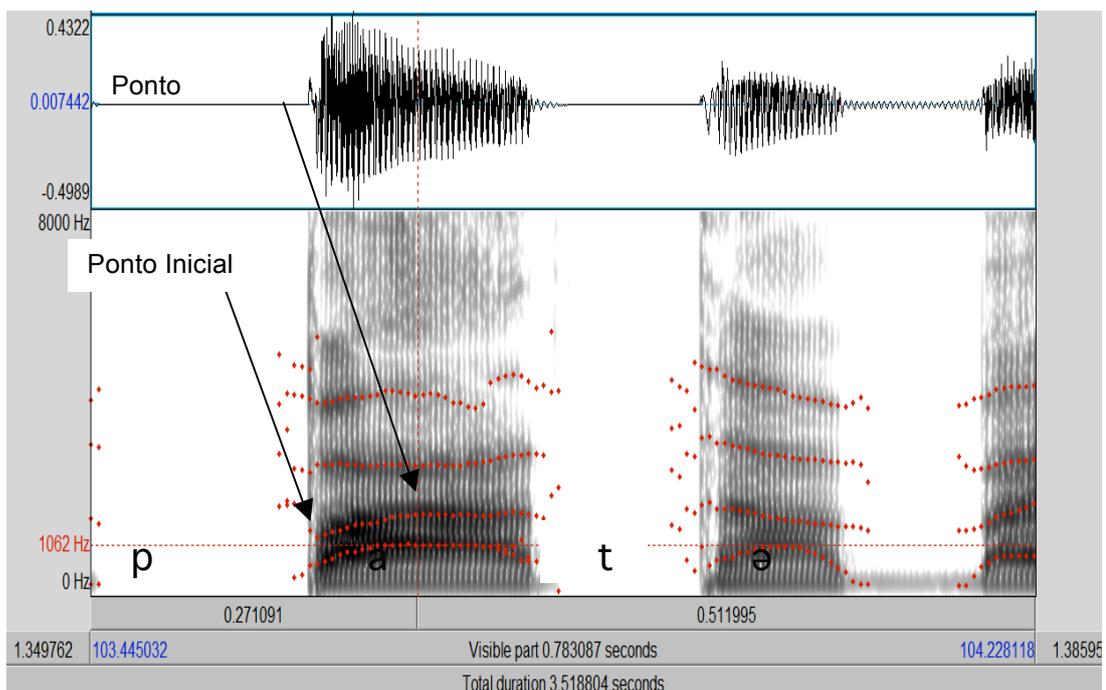
---

<sup>2</sup> Elaborado por Paul Boersma e David Weenink do Institute of Phonetic Sciences da Universidade de Amsterdam e disponível no endereço eletrônico: <<http://www.praat.org>>

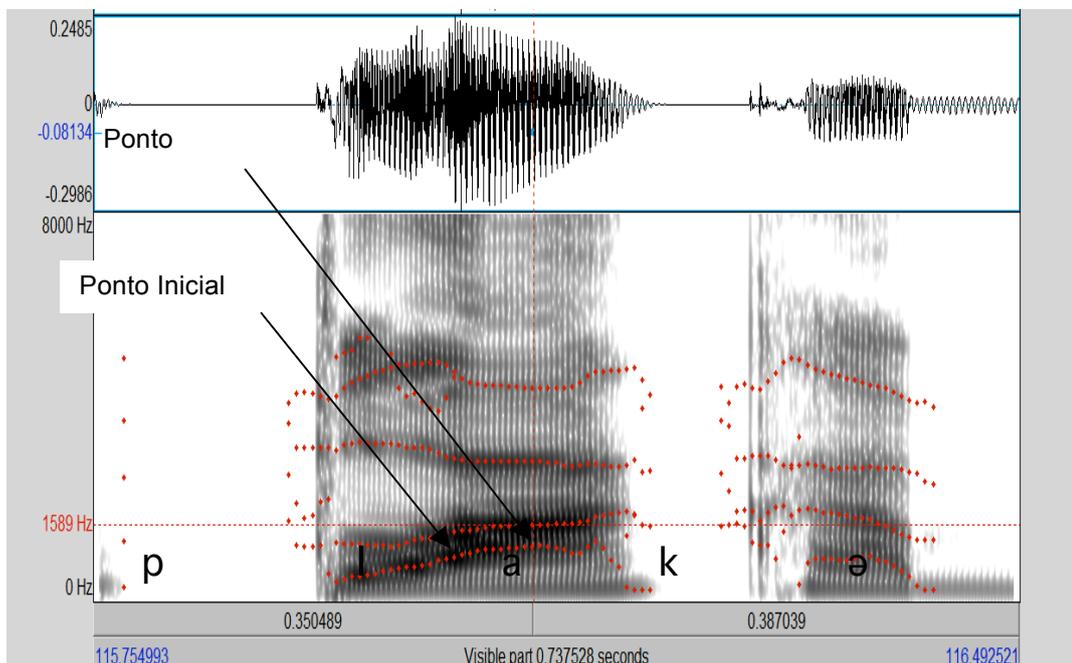
<sup>3</sup> Não conseguimos comparar todas as consoantes e vogais com as duas líquidas no ataque complexo porque, para ficarmos com uma amostra apenas com vocábulos do português e sem logatomas, inserimos palavras nas quais a vogal era seguida por um som nasal como, por exemplo, *branco* e *pronto*. Posteriormente, devido ao formante nasal, optamos por não analisar a frequência de formantes destas palavras.

Conforme Kent e Read (1992, p. 23-24), as frequências dos dois primeiros formantes estão relacionadas a diferentes dimensões da articulação vocálica. A frequência de  $F_1$  está inversamente relacionada à altura da língua, de modo que vogais altas terão uma baixa frequência do primeiro formante. Já a frequência do  $F_2$  está relacionada ao avanço da língua, de modo que seu valor aumentará conforme a anteriorização da língua. Essas correspondências acústico-articulatórias nos permitem fazer inferências sobre a articulação dos sons e conseqüentemente sobre a coarticulação a partir dos dados acústicos.

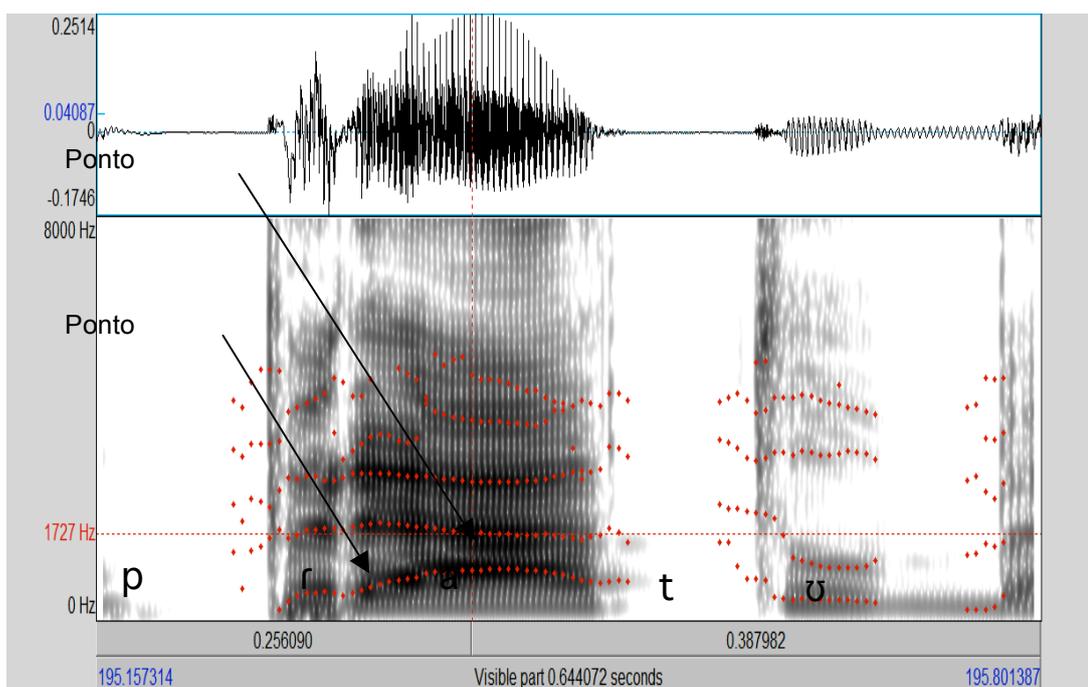
O termo coarticulação refere-se a eventos na fala nos quais o trato vocal mostra ajustes que são apropriados para dois ou mais sons (KENT e READ, 1992; PROCTOR, 2009). Estamos considerando que se dois sons são naturalmente coarticulados, devido a características próprias de articulação em sua produção, mostrarão menores efeitos na trajetória de seus formantes, mas, se a articulação sofrer maiores ajustes entre um som e outro, a trajetória dos formantes mostrará maiores efeitos coarticulatórios. Extraímos, assim, os valores dos três primeiros formantes das vogais [a, ε, u] no ataque simples, no ataque complexo com a líquida rótica e no ataque complexo com a líquida lateral. Calculamos as médias dos três primeiros formantes vocálicos de todas as realizações das palavras que permitiam a comparação entre os diferentes tipos de ataques que se encontram plotadas na Tabela 1. Na próxima seção, passamos a detalhar os resultados da análise.



**Figura 1** - Pontos inicial e medial para extração dos formantes vocálicos em *pata*



**Figura 2** - Pontos inicial e medial para extração dos formantes vocálicos em *placa*



**Figura 3** - Pontos inicial e medial para extração dos formantes vocálicos em *prato*

## Resultados da análise comparativa: anteriorização do tepe

Na Tabela 1, encontram-se as médias dos valores em Hz dos três primeiros formantes vocálicos nos pontos inicial e medial dos conjuntos comparativos de ataque simples, ataque complexo com a líquida rótica tepe e ataque complexo com a líquida lateral alveolar com a mesma vogal nuclear que pudemos analisar. Na linha do F<sub>2</sub>, em negrito e itálico, plotamos a diferença em Hz entre a média do ponto inicial e a média do ponto medial do F<sub>2</sub> da vogal nuclear do conjunto em questão. É essa variação que estamos considerando como uma pista acústica de efeitos coarticulatórios entre a vogal e os sons consonantais adjacentes.

**Tabela 1:** Médias dos formantes das vogais nos ataques simples e complexos

	Valores das médias dos formantes vocálicos					
	[pa] em <i>pata</i>		[pra] em <i>prato</i>		[pla] em <i>placa</i>	
	Início	P. médio	Início	P. médio	Início	P. médio
F <sub>1</sub>	863	1065	709	1078	816	1034
F <sub>2</sub>	1555	1720 <b>+165</b>	1836	1836 <b>+ 0</b>	1434	1682 <b>+ 248</b>
F <sub>3</sub>	2826	2844	2911	2836	3046	2866
	[pɛ] em <i>peça</i>		[prɛ] em <i>prego</i>		[plɛ] em <i>plebe</i>	
F <sub>1</sub>	710	789	640	763	743	787
F <sub>2</sub>	1917	2255 <b>+ 338</b>	2102	2223 <b>+ 123</b>	1918	2215 <b>+ 297</b>
F <sub>3</sub>	2765	3025	3028	3052	2996	2970
	[bu] em <i>bula</i>		[bru] em <i>bruxa</i>		[blu] em <i>blusa</i>	
F <sub>1</sub>	533	532	602	648	599	666
F <sub>2</sub>	915	931 <b>+ 16</b>	1428	1212 <b>+ 216</b>	1195	1143 <b>+ 52</b>
F <sub>3</sub>	3141	3216	2766	3005	3106	3200
	[ka] em <i>casa</i>		[kra] em <i>cravo</i>		[kla] em <i>classe</i>	
F <sub>1</sub>	857	1063	728	1079	821	1065
F <sub>2</sub>	1743	1727 <b>+ 16</b>	1940	1827 <b>+ 113</b>	1538	1780 <b>+ 242</b>
F <sub>3</sub>	2710	2663	2967	2796	2974	2893
	[ku] em <i>curto</i>		[kru] em <i>crua</i>		[klu] em <i>clube</i>	
F <sub>1</sub>	549	1124	626	609	576	1310
F <sub>2</sub>	952	1124 <b>+ 172</b>	1477	1044 <b>+ 433</b>	1025	951 <b>+ 74</b>
F <sub>3</sub>	2941	2725	2734	3010	2930	3176
	[fɛ] em <i>fera</i>		[frɛ] em <i>frete</i>		[fle] em <i>flecha</i>	
F <sub>1</sub>	709	783	685	796	684	846
F <sub>2</sub>	1997	2033 <b>+ 36</b>	2035	2225 <b>+ 190</b>	1862	2138 <b>+ 276</b>
F <sub>3</sub>	2894	3026	2978	2999	2920	2886
	[fu] em <i>furo</i>		[fru] em <i>fruta</i>		[flu] em <i>fluor</i>	
F <sub>1</sub>	531	546	652	661	602	630
F <sub>2</sub>	884	894 <b>+ 10</b>	1414	1326 <b>+ 88</b>	1176	1102 <b>+ 74</b>
F <sub>3</sub>	3210	3176	2819	3051	3120	3199

Considerando os dois tipos de ataques silábicos, há no geral uma menor variação entre o  $F_2$  inicial e medial das vogais no ataque simples do que no ataque complexo. Nos sete conjuntos comparativos analisados, em quatro deles a variação no ataque simples é menor do que no ataque complexo. Como referido no parágrafo anterior, estamos considerando que a variação na trajetória do formante vocálico sinaliza ajustes articulatórios, quanto maior a variação entre o  $F_2$  inicial e medial há maiores ajustes na articulação da vogal com o som consonantal anterior. Assim, podemos inferir que a coarticulação entre as obstruintes, oclusivas e fricativas e as vogais nucleares é maior no ataque simples do que entre a líquida como segundo elemento do ataque complexo e as vogais. Por exemplo, em *bula* a diferença entre a média simples dos valores do  $F_2$  inicial (915 Hz) e medial (931 Hz) é de 16 Hz, valor menor do que a diferença entre os valores da média do  $F_2$  inicial em *bruxa* (1428 Hz) e medial (1212 Hz) que é de 216 Hz.

Na comparação entre as duas líquidas, lateral alveolar e tepe, podemos observar que as médias de  $F_2$  das vogais são maiores depois do tepe, todos os dados aqui computados são desta variante, em comparação com a lateral e o ataque simples. Esse valor maior do segundo formante das vogais depois do tepe pode ser traduzido como um indício de anteriorização deste som em relação à lateral.

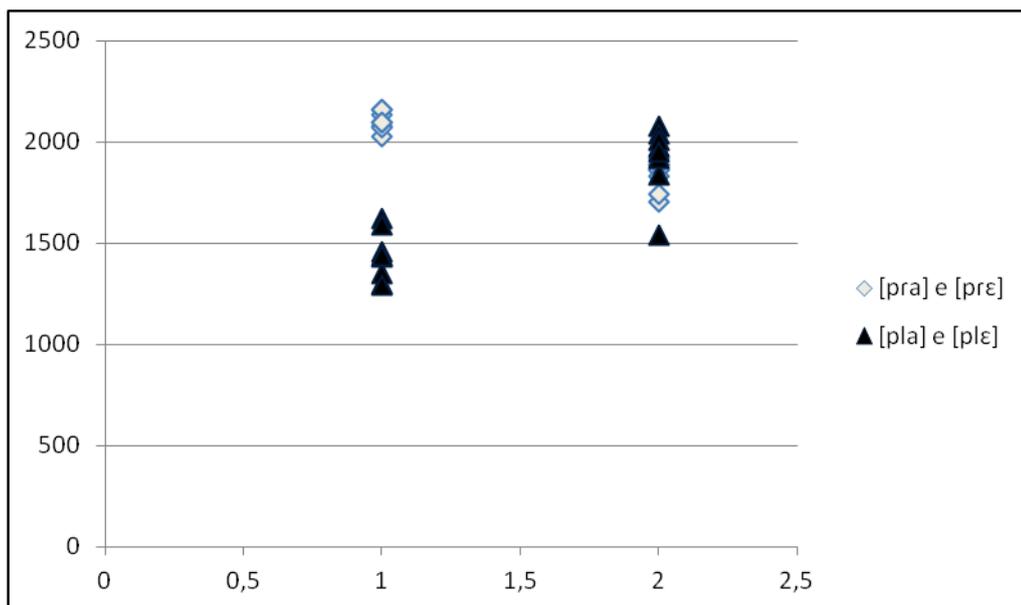
Realizamos análises de correlação para investigar nossa inferência de um valor de  $F_2$  vocálico maior diante do tepe obtida com a observação das médias dispostas na Tabela 1. A ferramenta de análise de correlação mede até que ponto duas variáveis se movimentam juntas e seus valores de coeficientes ocorrem somente no intervalo entre -1 e +1. Um coeficiente de correlação positivo indica que as variáveis estão positivamente relacionadas, ou seja, na medida em que o valor de uma variável aumenta, o de outra aumenta também. Se o valor do teste de correlação for negativo, infere-se que as variantes são contrárias, ou seja, enquanto o valor de uma aumenta, o de outra diminui. Como queremos investigar nossa hipótese de que depois do rótico o  $F_2$  das vogais aumenta em relação ao  $F_2$  depois das laterais, simbolizamos o rótico com o índice (1) e a lateral com o índice (2). Atribuímos às vogais índices numéricos em ordem crescente, de acordo com a anterioridade no trato vocal: [ɛ] como 1, [a] como 2 e [u] como 3. Considerando o modo e o ponto da primeira consoante do ataque complexo, que também pode influenciar a coarticulação, separamos os testes de correlação de acordo com a primeira consoante do ataque: oclusiva bilabial, oclusiva velar e fricativa labiodental.

Os coeficientes de correlação obtidos, de acordo com os grupos analisados, foram os seguintes: oclusiva bilabial -0,55027; oclusiva velar -0,60819 e fricativa labiodental -0,24338. Os três testes realizados, conforme o tipo de som consonantal, confirmam que há uma

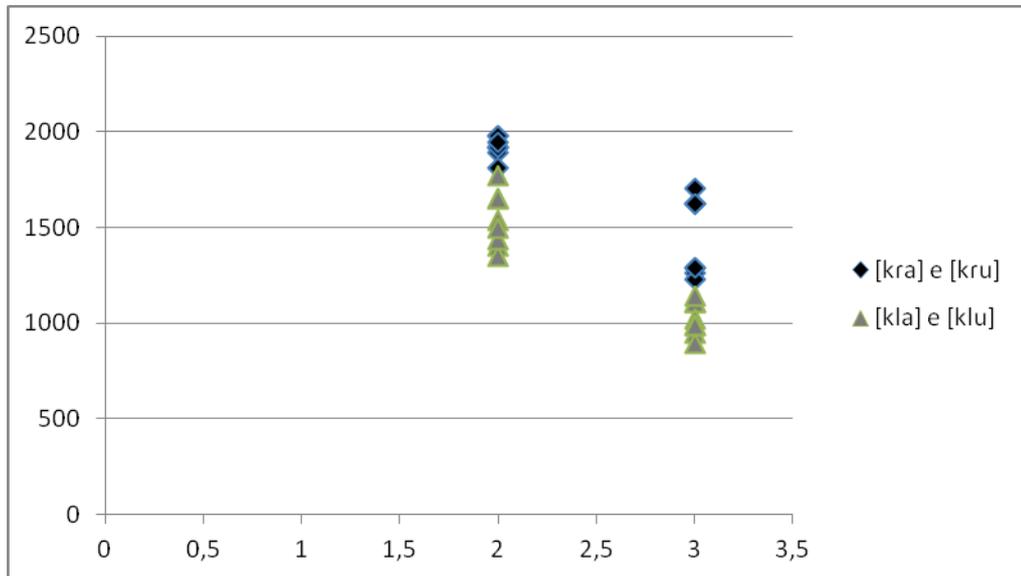
correlação negativa entre o valor do F<sub>2</sub> inicial das vogais e a líquida (/r/ = 1 e /l/=2), ou seja, conforme o F<sub>2</sub> da vogal aumenta o valor da líquida diminui, lembrando que atribuímos o índice menor (1) ao rótico tepe. Portanto os róticos aumentam o valor do F<sub>2</sub> vocálico, não importando a qualidade vocálica ou o tipo da primeira consoante do ataque. Os Gráficos 1, 2 e 3 proporcionam a visualização desse fato.

No Gráfico 1, o eixo horizontal representa a qualidade vocálica com o índice 1 representando a vogal anterior [ε] e o índice 2 representando a vogal central [a] (mesma indexação do teste de correlação). Nele, podemos visualizar o aumento do F<sub>2</sub> vocálico, valores plotados no eixo vertical, depois do tepe com a vogal anterior (índice 1) e uma diferença menor relativa ao tipo de líquida com a vogal central (índice 2). No Gráfico 2, visualizamos a correlação negativa entre o valor da vogal e o valor do F<sub>2</sub>, pois conforme o valor da vogal aumenta, com a vogal posterior [u] indexada como 3, o valor do segundo formante diminui. O Gráfico 2 é o que melhor representa o aumento da F<sub>2</sub> vocálico depois do tepe, coerente com o maior índice negativo de correlação (- 0,60819) entre o valor do segundo formante e o valor da vogal encontrado nos testes de correlação para os grupos com a oclusiva velar.

**Gráfico 1** – Correlação entre o valor do F<sub>2</sub> vocálico e o tipo de líquida com as vogais anteriores e centrais nos grupos de oclusiva bilabial

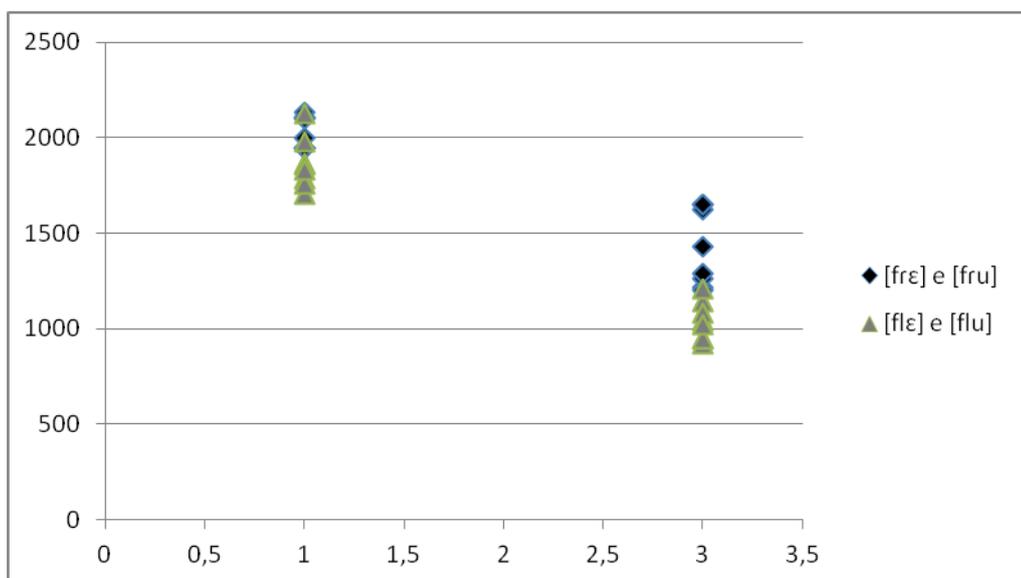


**Gráfico 2** – Correlação entre o valor do F<sub>2</sub> vocálico e o tipo de líquida com as vogais centrais e posteriores nos grupos de oclusiva velar



O Gráfico 3 demonstra o padrão diferente dos grupos com fricativa que apresentam uma correlação menor (- 0,24338) entre o aumento do F<sub>2</sub> vocálico e a anterioridade da vogal em relação aos grupos com oclusivas através da sobreposição dos dois tipos de líquida na vogal anterior.

**Gráfico 3** – Correlação entre o valor do F<sub>2</sub> vocálico e o tipo de líquida com as vogais centrais e posteriores nos grupos de fricativa labiodental



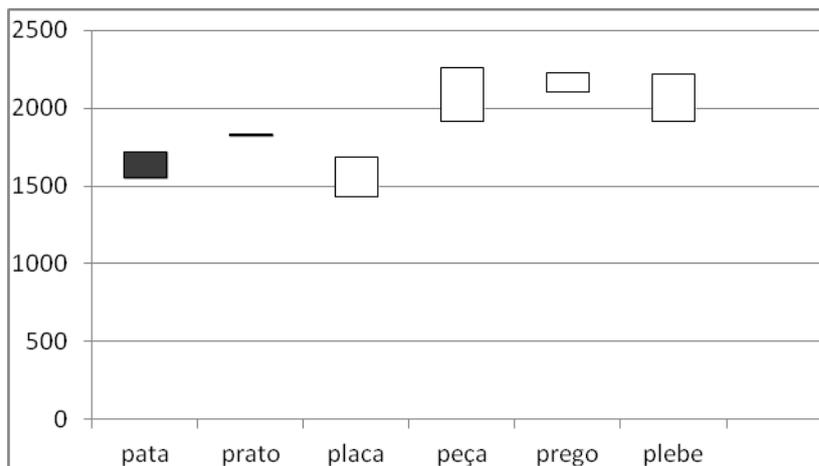
Como podemos visualizar nos Gráficos 1, 2 e 3, as pistas acústicas demonstram indícios de uma articulação mais anteriorizada do tepe em relação à lateral no ataque complexo em todos os conjuntos analisados com diferentes vogais e tipos de primeira consoante do ataque complexo.

### **Análise comparativa: efeitos coarticulatórios**

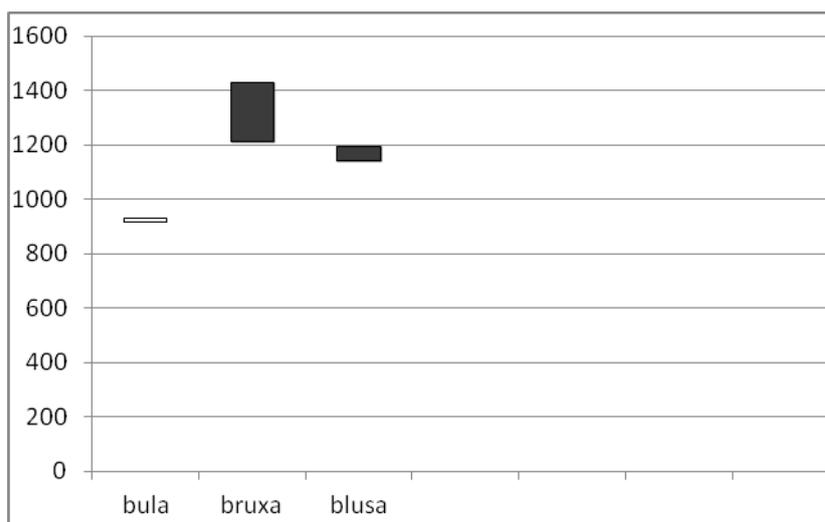
Comparando o ataque simples com o ataque complexo, através dos dados da Tabela 1, inferimos que a coarticulação entre a consoante do ataque simples e a vogal nuclear é maior do que a coarticulação entre as líquidas como segunda consoante do ataque complexo e a vogal, como referido no início da seção anterior, pois há menores efeitos coarticulatórios no ataque simples. Adicionalmente, os dados da Tabela 1 também nos revelam que há uma menor variação entre o  $F_2$  inicial e o  $F_2$  medial das vogais frontais diante do rótico em comparação com a lateral. Ou seja, as líquidas mostram maiores efeitos coarticulatórios sobre as vogais e parecem ser mais resistentes à coarticulação vocálica do que as obstruintes e, entre elas, o padrão varia conforme a qualidade vocálica, pois há também uma menor variação entre o  $F_2$  inicial e o  $F_2$  medial das vogais frontais diante do rótico em comparação com a lateral. O que pode ser considerado um indício de maior coarticulação do rótico, que possui uma articulação mais anteriorizada, com a vogal nuclear da sílaba. Nas vogais posteriores, este padrão inverte-se: o valor da variação entre o  $F_2$  inicial e medial das vogais é menor diante da lateral e maior diante do rótico, conforme podemos visualizar nos Gráficos 4, 5, 6 e 7 subsequentes.

O Gráfico 4 ilustra a variação na diferença entre o  $F_2$  inicial e medial das vogais [a] e [ɛ] com a oclusiva bilabial surda no ataque simples, no ataque complexo com o tepe e no ataque complexo com a lateral. A diferença na trajetória entre o ponto inicial e medial do segundo formante vocálico é menor nos grupos com o tepe, o que estamos considerando como um indício de maior coarticulação do rótico com as vogais centrais e frontais.

**Gráfico 4** – Variação entre o F<sub>2</sub> inicial e medial das vogais [a] e [ɛ]



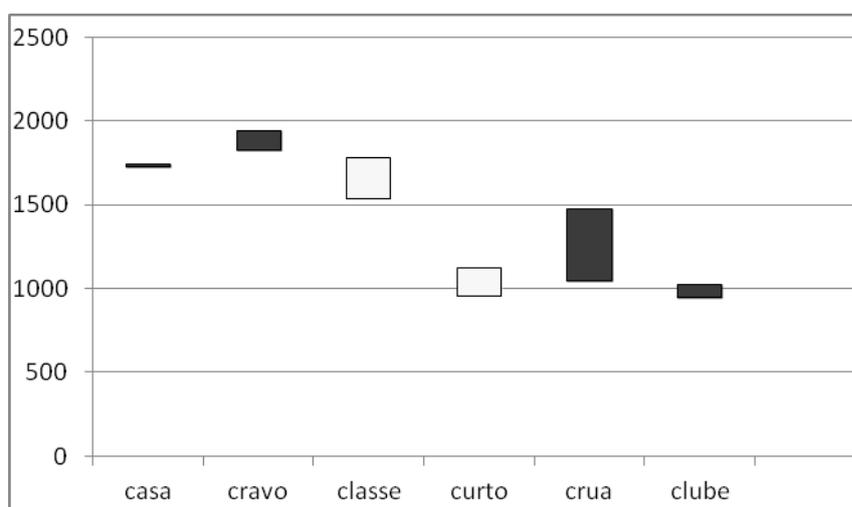
**Gráfico 5** – Variação entre o F<sub>2</sub> inicial e medial da vogal /u/



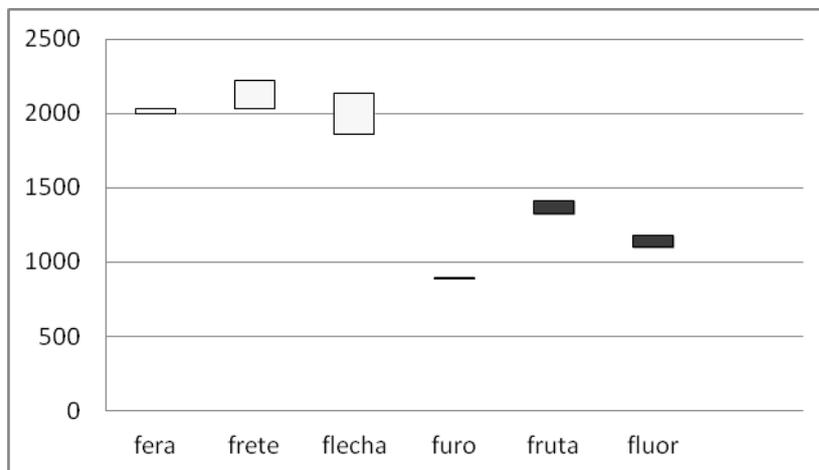
Já no Gráfico 5, podemos observar a variação na diferença entre o F<sub>2</sub> inicial e medial da vogal [u] com a oclusiva bilabial sonora no ataque simples, no ataque complexo com o

tepe e no ataque complexo com a lateral. A diferença na trajetória entre o ponto inicial e medial do segundo formante vocálico é agora menor nos grupos com a lateral, o que estamos considerando como um indício de maior coarticulação da lateral com a vogal posterior. O Gráfico 6 possibilita observar comparativamente o padrão diferente de coarticulação das duas líquidas de acordo com a qualidade vocálica. Nos conjuntos com a vogal central, a diferença entre o ponto inicial e medial do segundo formante vocálico é menor nos grupos com o tepe, indicando maior coarticulação entre esta líquida e a vogal. Por outro lado, nos conjuntos com a vogal posterior a diferença entre o ponto inicial e medial do F<sub>2</sub> vocálico é menor com a lateral.

**Gráfico 6** – Variação entre o F<sub>2</sub> inicial e medial das vogais /a/ e /u/



**Gráfico 7** – Variação entre o F<sub>2</sub> inicial e medial das vogais /ε/ e /u/



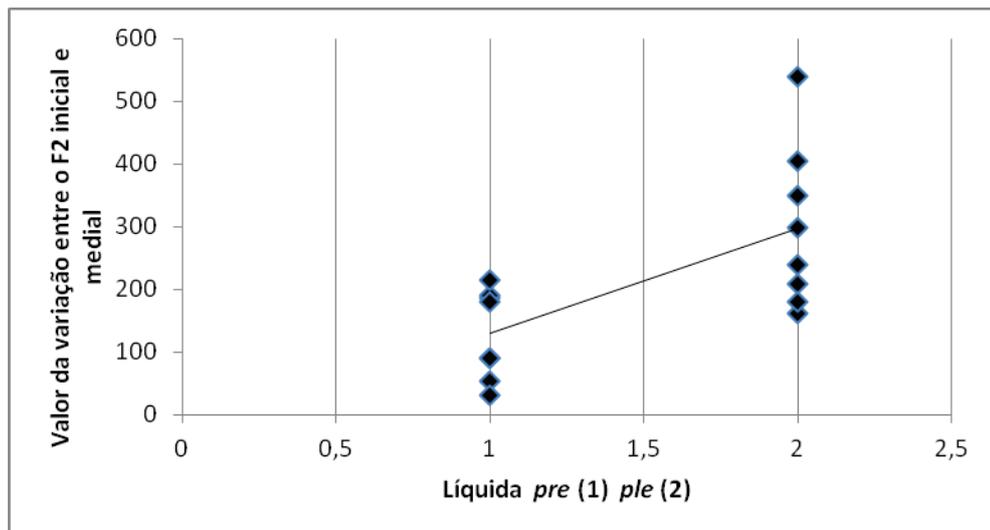
No gráfico 7, observamos que os conjuntos com a fricativa diferem um pouco do padrão observado, pois com a vogal posterior os grupos com tepe e lateral apresentam quase o mesmo valor na diferença entre os pontos iniciais e mediais do segundo formante. Mas com a vogal anterior, novamente o rótico parece coarticular mais com a vogal em comparação com a lateral.

Para verificarmos mais robustamente nossa observação do padrão de variação diferente entre o F<sub>2</sub> inicial e medial da vogal de acordo com o tipo de líquida, conforme a Tabela 1 e os Gráficos 1 a 7, e investigarmos a significância desta diferença, realizamos testes estatísticos de correlação e de análise de variância. Os resultados dos testes de correlação ratificam a variação maior entre o F<sub>2</sub> inicial e medial das vogais anteriores e centrais depois do tepe e entre o F<sub>2</sub> inicial e medial das vogais posteriores depois da lateral. Os Gráficos 8 a 13 permitem uma visualização dos resultados dos testes de correlação.

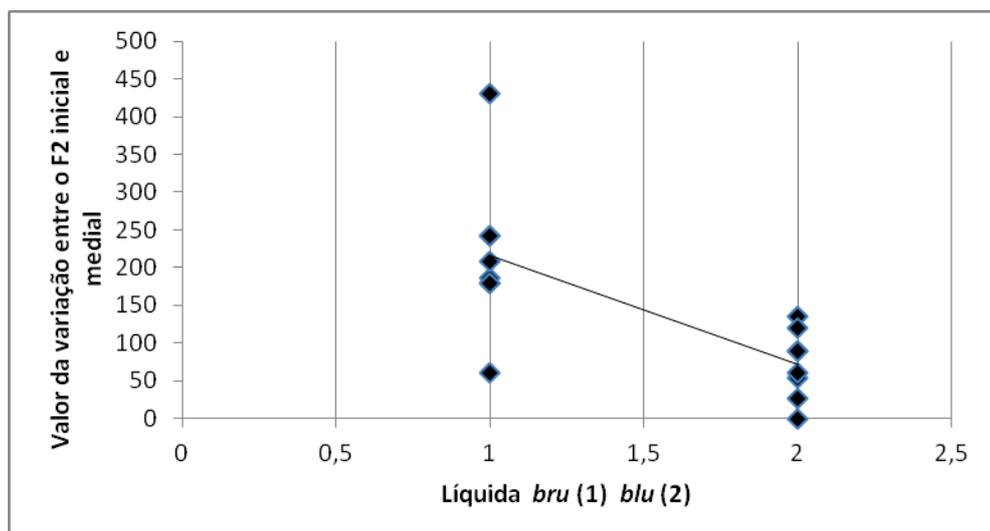
No Gráfico 8, visualizamos uma correlação positiva entre o valor da variação do F<sub>2</sub> inicial e medial da vogal anterior [ε] e da líquida lateral, indexada no teste com o índice (2), nos grupos que iniciam com a oclusiva bilabial. O teste retornou um coeficiente de 0,0655097; indicando que há uma correlação positiva entre o valor da variação e o tipo de líquida, ou seja, conforme aumenta o índice das líquidas, (1) para o tepe e (2) para a lateral, aumenta o valor da variação entre o F<sub>2</sub> inicial e medial da vogal anterior nesse grupo. Uma análise de variância ANOVA fator único com repetição (gl 15 F 12,88489 valor-P 0,002959 F

crítico 4,60011) mostrou que essa diferença é significativa, retornando um valor de F (12,88489) acima do valor do F crítico (4,60011) .

**Gráfico 8** - Correlação positiva entre a variação do F inicial e medial e o tipo de líquida nos grupos com a oclusiva bilabial e a vogal anterior

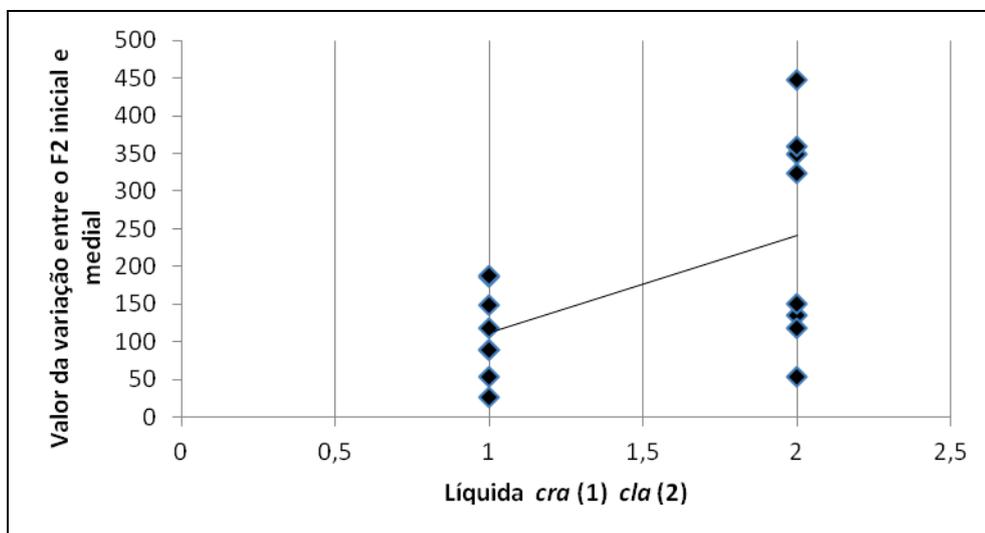


**Gráfico 9** - Correlação negativa entre a variação do F<sub>2</sub> inicial e medial e o tipo de líquida nos grupos com a oclusiva bilabial e a vogal posterior



O Gráfico 9 demonstra a correlação negativa que há entre o valor da variação entre o F<sub>2</sub> inicial e medial das vogais posteriores e o tipo de líquida nos grupos que iniciam com a oclusiva bilabial. O teste de correlação retornou um coeficiente negativo (-0,69229), indicando que conforme o valor da variação diminui o da líquida aumenta, ou seja, a variação nas vogais posteriores é maior depois do tepe. A análise de variância ANOVA (gl 15 F 10,52491 valor-P 0,00588 F crítico 4,60011) mostrou que essa diferença é significativa com o valor de F (10,52491) acima do valor de F crítico (4,60011).

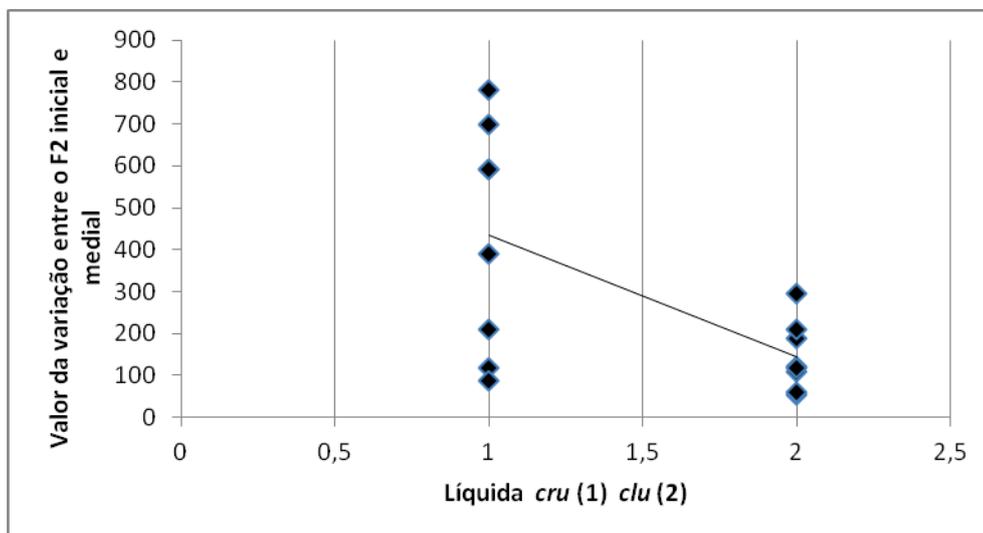
**Gráfico 10** - Correlação positiva entre a variação do F inicial e medial e o tipo de líquida nos grupos com a oclusiva velar e a vogal central



Novamente no Gráfico 10, podemos visualizar a correlação positiva, pois o teste retornou um coeficiente de 0,532922, entre o valor da variação nas vogais centrais e o tipo de líquida nos grupos iniciados com uma oclusiva velar. Nesse grupo, a análise de variância (gl 15 F 5,553237 valor-P 0,033543 F crítico 4,60011) retorna uma significância nessa variação menor do que os outros grupos com o valor de F ficando em 5,553237.

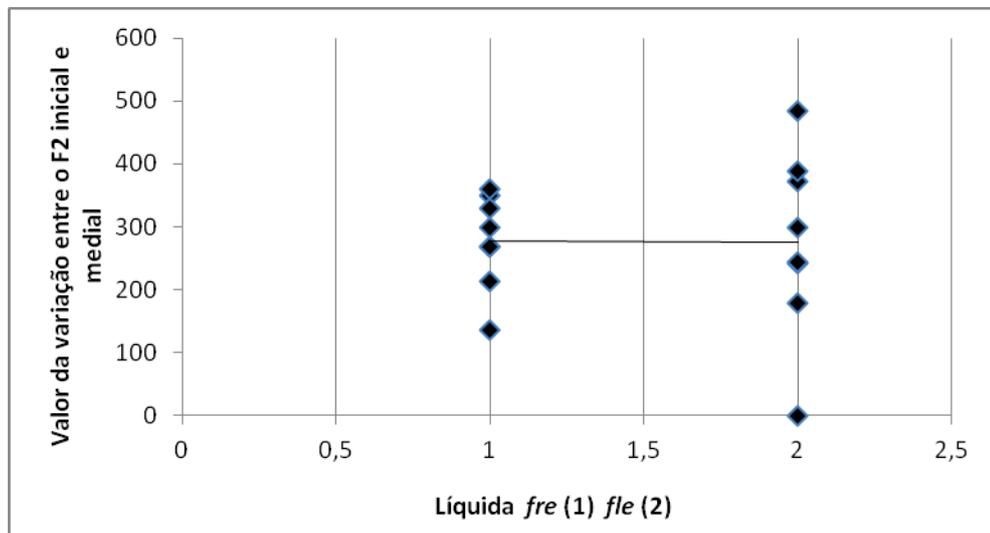
O Gráfico 11 demonstra a correlação negativa, o coeficiente do teste foi de -0,61196, entre o valor da variação do F<sub>2</sub> das vogais posteriores e o tipo de líquida. Repetindo o padrão, conforme o valor da líquida aumenta o valor da variação diminui, ou seja, o valor da variação nos vogais posteriores diminui com a líquida lateral. Nesse grupo de oclusiva velar, a significância foi maior com o valor de F ficando em 8,381974 (gl 15 F 8,381974 valor-P 0,011754 F crítico 4,60011).

**Gráfico 11** - Correlação negativa entre a variação do F<sub>2</sub> inicial e medial e o tipo de líquida nos grupos com a oclusiva velar e a vogal posterior

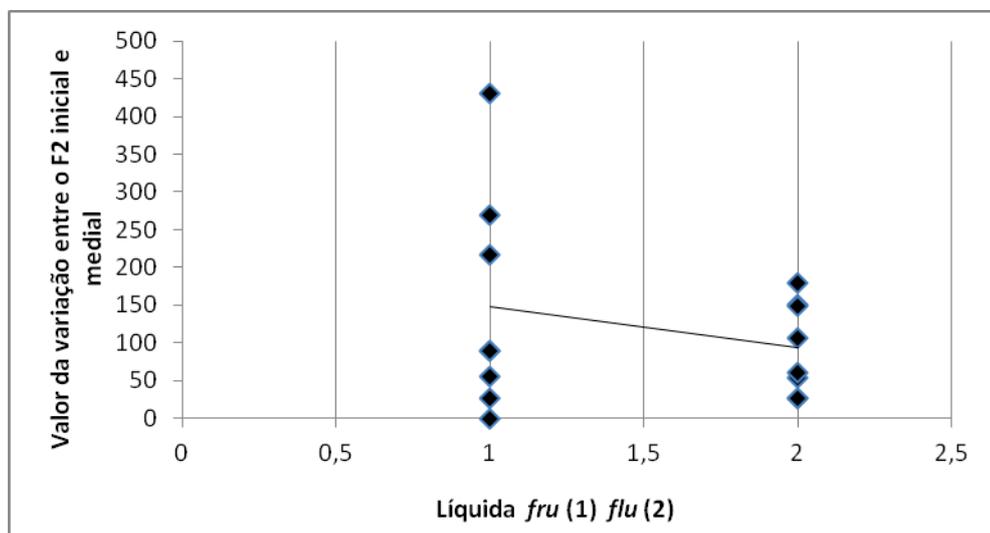


Os Gráficos 12 e 13 mostram novamente que, assim como nas médias de valor do F<sub>2</sub> vistas anteriormente, os grupos que iniciam com uma consoante fricativa não repetem o padrão encontrado nos grupos iniciados com oclusivas. No Gráfico 12, visualizamos uma correlação quase nula, o teste retornou um coeficiente de  $-0,000763$ , entre o valor da variação do F<sub>2</sub> inicial e medial da vogal anterior [ɛ] e o tipo de líquida. A significância dessa variação (gl 15 F 0,000763 valor-P 0,978355 F crítico 4,60011) também é desprezível, ficando o valor de F (0,000763) abaixo do valor de F crítico (4,60011). Já o Gráfico 13 mostra uma pequena correlação negativa, o coeficiente do teste ficou em  $-0,024486$ , entre o valor da variação no F<sub>2</sub> das vogais posteriores e o tipo de líquida nos grupos iniciados com a fricativa bilabial (gl 15 F 0,892934 valor-P 0,360708 F crítico 4,60011).

**Gráfico 12** - Correlação entre a variação do F inicial e medial e o tipo de líquida nos grupos com a fricativa labiodental e a vogal anterior



**Gráfico 13** - Correlação entre a variação do F inicial e medial e o tipo de líquida nos grupos com a fricativa labiodental e a vogal posterior



Esse padrão inverso na diferença dos valores de  $F_2$  diante das líquidas deve-se à própria articulação dos sons, pois segundo Recasens e Pallàres (2001) e Recasens, Pallarès e Fontdevila (1997), o grau de coarticulação depende dos articuladores envolvidos em determinado som bem como da posição silábica. Examinando dados eletropalatográficos de contato dorso-palatal e pistas acústicas do  $F_2$  vocálico em sequências VCV compostas pelas vogais [ i , a ] e sete consoantes do Catalão, os autores propõem um modelo de coarticulação

lingual baseado em restrições articulatórias que chamam de DAC – *Degree of Articulatory Constraint*. Este modelo assume que a magnitude e a extensão temporal de coarticulação vocálica e consonantal são determinadas por suas diferentes propriedades articulatórias e, em particular, o grau de envolvimento do dorso da língua no fechamento ou formação da constrição. A antecipação da atividade do dorso de língua, essencial nas vogais, está ligada ao envolvimento deste articulador na produção consonantal. Por exemplo, nos dados do Catalão, a oclusiva velar e a lateral velar seriam maximamente restritivas à coarticulação com as vogais adjacentes porque há considerável envolvimento do dorso da língua em suas produções. Por outro lado, a oclusiva bilabial seria minimamente restritiva à coarticulação vocálica por justamente não envolver o dorso em sua produção. Ao analisarmos a coarticulação entre determinados sons, temos portanto que considerar características de suas produções articulatórias.

A lateral no português brasileiro é caracterizada por uma articulação coronal e dorsal, como atestam seus fenômenos de vocalização em coda silábica, o que poderia explicar sua maior coarticulação com as vogais posteriores. Quanto ao tepe, seu padrão de coarticulação pode ser explicado por sua natureza intervocálica. Trabalhos descritivos baseados em análises acústicas (NISHIDA, 2009; SILVEIRA E SEARA, 2008) apontam a presença de um elemento vocálico anterior ao tepe o que caracteriza sua natureza intervocálica. Sendo o rótico mais anteriorizado, conforme indícios acústicos dos valores maiores de  $F_2$ , sua articulação pode ser mais sincronizada com as vogais anteriores. Tal hipótese confirma-se com indícios dos valores de  $F_2$  da Tabela 1: as maiores diferenças entre o  $F_2$  inicial e medial da vogal nuclear diante do tepe acontecem com as vogais posteriores.

## **Considerações Finais**

Nesse trabalho, investigamos a coarticulação entre os sons consonantais e vocálicos no ataque complexo através de inferências sobre a articulação dos sons obtidas pelas pistas acústicas de trajetória dos formantes vocálicos, especificamente do  $F_2$ . A observação dos valores das frequências de formantes mostrou que as médias de  $F_2$  das vogais são maiores diante do tepe, comparadas com a lateral e o ataque simples, o que pode ser considerado um indício de anteriorização do som rótico. Há também uma menor variação entre o  $F_2$  inicial e medial das vogais frontais diante do rótico em comparação com a lateral, mas diante das vogais posteriores esse padrão inverte-se. Faz-se interessante ampliar os dados em análise de

maneira a incorporar mais tipos de som consonantal como primeiro elemento de um ataque complexo e investigar o padrão divergente das fricativas na coarticulação com as vogais.

## Referências

- BOERSMA, P.; WEENIK, D. *PRAAT doing Phonetics by Computer*. University of Amsterdam Versão praat5342\_win32zip Disponível em: <<http://www.praat.org>. Acesso o em: 02/04/2013
- BROWMAN, C.; GOLDSTEIN, L. Articulatory phonology: an overview. In: *Phonetica*, 49, 1992, p. 155-180.
- COSTA, L. T. *Abordagem dinâmica do rotacismo*. 2011. 200p. Tese (Doutorado em Letras), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.
- KENT, R.; READ, C. *The Acoustic Analysis of Speech*. San Diego: The Singular Publishing, 1992.
- NISHIDA, G. *A natureza intervocálica do tap*. 2009. 170p. Dissertação (Mestrado em Letras), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.
- PROCTOR, M. I. *Gestural characterization of a phonological class: the liquids*. Tese de doutorado. New Haven, Connecticut: [s.n.] 2009. Disponível em: <<http://mproctor.net>>
- RECASENS, D.; PALLÀRES, M. D. Coarticulation, assimilation and blending in Catalan consonant clusters. In: *Journal of Phonetics*, Volume 29, p, 273-301, August 2001.
- RECASENS, D.; PALLÀRES, M. D.; FONTDEVILA, J. A model of lingual coarticulation based on articulatory constraints. In: *Journal of Acoustic Society American*, Volume 102, n 1, p. 544-561, July 1997.
- SILVA, T. C. *Fonética e fonologia do português: roteiro de estudos e guia de exercícios*. São Paulo: Contexto, 2008.
- SILVEIRA, F.; SEARA, I. Vogal de apoio em grupos consonantais CCV no português brasileiro. *Revista da ABRALIN*, v. VII, p. 27-48, jan.-jun. 2008.