

LAUDINO ROCES RODRIGUES

**RELAÇÕES GRADIENTES V-V EM SEQUÊNCIAS
VCV NO PORTUGUÊS BRASILEIRO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Linguística do Instituto de Estudos da Linguagem, da Universidade Estadual de Campinas, para a obtenção do título de Doutor em Linguística.

Orientador: Prof. Dr. Eleonora Cavalcante Albano

CAMPINAS

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca do IEL - Unicamp

R581r Roces, Laudino.
Relações gradientes V-V em sequências VCV no português brasileiro / Laudino Roces Rodrigues. -- Campinas, SP : [s.n.], 2010.

Orientador : Eleonora Cavalcante Albano.
Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Estudos da Linguagem.

1. Fonética. 2. Vogais. 3. Língua portuguesa - Brasil. I. Albano, Eleonora Cavalcante. II. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Estudos da Linguagem. III. Título.

hb/iel

Título em inglês: Vowel - to - vowel gradient relation in Brazilian Portuguese.

Palavras-chaves em inglês (Keywords): Phonetics; Vowels; Portuguese language - Brazil.

Área de concentração: Linguística.

Titulação: Doutor em Linguística.

Banca examinadora: Profa. Dra. Eleonora Cavalcante Albano (orientadora), Prof. Dr. Wilmar da Rocha D'Angelis, Prof. Dr. Ricardo Molina de Figueiredo, Prof. Dr. José Olimpio Magalhães e Profa. Dra. Beatriz Raposo de Medeiros. Suplentes: Prof. Dr. Angel Humberto Corbera Mori, Profa. Dra. Maria Francisca Paula Soares e Profa. Dra. Maria Filomena Spatti Sândalo.

Data da defesa: 12/03/2010.

Programa de Pós-Graduação: Programa de Pós-Graduação em Linguística.

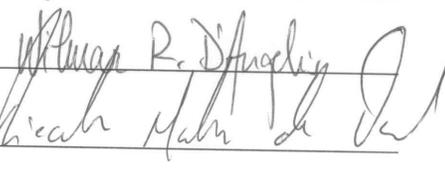
2010

BANCA EXAMINADORA:

Eleonora Cavalcante Albano



Wilmar da Rocha D'Angelis



Ricardo Molina de Figueiredo



José Olímpio Magalhães



Beatriz Raposo de Medeiros



Angel Humberto Corbera Mori

Maria Francisca Paula Soares

Maria Filomena Spatti Sândalo

IEL/UNICAMP
2010

AGRADECIMENTOS

Bárbara e Stella.

Eleonora Albano,

Professores da Banca

Meus amigos, especialmente ao Antonio Barros, Pablo Arantes, Luciana Lessa, Maria Cláudia.

Todos do Lafape

Cláudio, Rose e Miguel da Pós do IEL

P.M.E

FAPESP

Sumário

1 – Introdução	15
1.1 - Retrospectiva das fases da presente pesquisa	21
1.1.1 – Fase inicial	21
1.1.1.2 – Conclusões sobre os trabalhos efetuados na fase inicial	24
1.1.2 – Fase intermediária	27
1.1.3 – Fase Final da pesquisa.....	30
2 – Fundamentação teórica	33
2.1 - Coarticulação e Coprodução	33
2.1.1 – A definição clássica sobre coarticulação.....	33
2.1.2 – Definição de coprodução e sua relação com os modelos dinâmicos de produção de fala	36
2.1.3 - A coarticulação na Fonologia.....	40
2.1.4 –Resistência coarticulatória.....	42
2.1.5 – Efeitos de coarticulação e prosódia.....	44
2.1.5.1 – Influência da posição acentual	44
2.1.5.2 – Influência da estrutura silábica	45
2.1.5.3 – Influência dos constituintes prosódicos	47
2.2 - Resultado sobre dissimilação V-V reportado na literatura.....	52
3 – Metodologia.....	59
3.1 – Preparação do <i>corpus</i>	59
3.1.1 Controle do foco.....	59
3.1.2 – Coleta e preparação dos dados.....	60

3.2 – Procedimento estatístico.....	61
3.2.1 – Problemas com a violação de pressupostos no uso da estatística	61
3.2.2 - Sobre os desenhos estatísticos utilizados na pesquisa	71
3.2.2.1 – GLM com as repetições como <i>caso</i>	73
3.2.2.2 – GLM com repetições como <i>variáveis</i>	75
3.2.2.3 - GLM com as médias das repetições como <i>variáveis</i>	77
3.2.2.4 – Componentes de variância (modelo misto)	78
4 – Resultados finais da pesquisa	81
4.1 – Efeitos das vogais adjacentes.....	81
4.1.2 – Vogais em posição pretônica.....	81
4.1.2.1- Pretônicas /e, o/.....	81
4.1.2.2 - Pretônicas /i, a, u/	84
4.1.2 - Vogais em posição tônica	88
4.1.2.1 – Tônicas /e, ε, ɔ, o/.....	88
4.1.2. 2 - Tônicas /i, a, u/.....	93
4.2 – Efeitos do <i>foco</i>	94
4.2.1 - Efeito do foco nas vogais pretônicas.....	94
4.2.1.1 - Efeito do foco nas vogais /e, o/ em posição pretônicas	94
4.2.1.2 - Efeitos do foco nas vogais /i, a, u/ em posição pretônicas	95
4.2.2 - Efeito do foco nas vogais tônicas.....	96
4.2.2.1 - Efeito do foco nas vogais /e,o/ em posição tônica.....	96
4.2.2.2 - Efeito do foco nas vogais /i,a,u/ em posição tônica	97
4.3 – Efeitos da consoante intermediária.....	98
4.4 - Associação entre <i>duração</i> e <i>foco</i> nas vogais médias em posição tônica	101

4.5 - Associações entre os deltas (diferença em Hz entre F1 e F2) das vogais analisadas e os processos de assimilação/dissimilação encontrados em V-V	101
4.5.1 – Testes com valores médios dos deltas para a totalidade dos sujeitos do corpus	103
4.5.1.1 - Associações entre o delta em V1 e a vogal adjacente em V2	103
4.5.1.2 – Associações entre a distância F1-F2 o <i>foco</i>	107
4.5.1.3 – Conclusão sobre a relação entre a distância F1_F2 e processos de assimilação/dissimilação para os valores médios de todos os sujeitos.....	109
4.5.2 – Analise qualitativa das relações entre os processos de assimilação/dissimilação e o delta V-V	109
4.5.2.1 – Associações entre os processos de assimilação /dissimilação e tonicidade.....	113
4.5.2.2 – Associações entre a vogal adjacente e os processos de assimilação/dissimilação.....	107
4.5.2.3 – Associações entre os processos de assimilação/dissimilação e Delta V-V para F1, F2 e F3.....	119
4.5.2.4 – Associações entre os Processos assimilação/dissimilação e Delta_Foco para F1, F2 e F3.....	121

4.5.2.5 – Associações entre os Processos assimilação/dissimilação grau de abertura das vogais para F1, F2 e F3.....	122
4.5.2.6 – Conclusões sobre os resultados das associações observadas nos teste qualitativos.....	124
5 - Explorando a percepção	127
5.1 - Breve estudo piloto de percepção de detalhes subfonêmicos introduzidos pela coprodução V-V	127
5.2 - Considerações sobre o breve estudo de percepção	134
6 – Conclusões	137
7 – Bibliografia	147
8 – Anexos.....	153

Resumo

Esta pesquisa teve por finalidade estudar as relações formânticas vogal –a – vogal em sequências V'CV do Português Brasileiro, descritas na literatura como coarticulação ou coprodução V-V.

O corpus do trabalho foi composto de pares V-V, com as vogais /i,e,a,o,u/ na posição pré-tônica e as vogais /i,e,ɛ, a, ɔ, o,u/ na posição tônica, com dados de 20 falantes do Português Brasileiro da região sudeste.

As análises dos dados foram divididas em quantitativas e qualitativas. Nas quantitativas, utilizamos os valores acústicos da totalidade do corpus e nas qualitativas efetuamos testes individuais nos sujeitos do corpus e, a partir daí, tabulamos os resultados, passando a tratá-los qualitativamente.

Estas duas categorias de análise possibilitaram a reunião de uma série de elementos sobre a descrição das relações coarticulatórias V-V em sequências VCV, algumas delas inéditas na literatura.

Observamos que as relações formântica V-V apresentam não só a possibilidade de assimilar a configuração formântica da vogal adjacente, mas, também a possibilidade de dissimilar, ou seja, da influência da vogal adjacente fazer com que os formantes aumentem ou diminuam seu valor no sentido contrário ao que se esperaria na assimilação.

Outro elemento importante do estudo foi a introdução de uma variável visando o controle da fala hiperarticulada, ou fala clara. A diferença entre as sequências com e sem foco foram significativas nas análises quantitativas. A duração para as sequências com foco foram sempre maiores.

Medimos também a diferença dos entre F1 e F2, chamando-as Delta V-V. Nas associações entre os processos de assimilação/dissimilação e Delta V-V, os resultados dos testes apontam para uma relação significativa entre a presença de efeitos de assimilação/dissimilação e a ocorrência de comportamento previsível em Delta V-V em F2.

Os resultados das análises individuais utilizando o modelo GLM mostram que os sujeitos, em geral, apresentaram resultados tanto para os processos de assimilação quanto para os processos de dissimilação.

O estudo mostrou que não se pode esperar um comportamento gradiente completamente previsível dos processos fônicos V-V, e, sim, tendências e direcionamentos, sob a influência de uma série de variáveis.

Palavras-chaves: Fonética, Vogais, Língua portuguesa - Brasil

Abstract

This work, studied the relations V-V in in Brazilian Portuguese VCV sequences. The literature about coarticulation classifies the coarticulation V-V in perseveratory or carryover assimilations, however, we found *perseveratory dissimilation* effects.

The qualitative tests shows that the subjects, in general, presented resulted so much for the assimilation processes as for the dissimilation processes, although, we cannot say that all the subjects make use of the dissimilation process in yours strategies. The percentage of assimilation occurrence was of 21% in F1, 34% in F2 and 21% in F3 and for the dissimilation it was of 15% in F1, 4% in F2 and 9% in F3. There is, therefore, predominance of dissimilation.

The quantitative tests pointed the relationship of assimilation/dissimilation processes with the stressed position (V2). In V1 (prestressed) all vowels received significant influences of the adjacent vowel (V2). In the stressed position, the vowels /i/ and /u/ didn't show significant results.

The quantitative tests showed that the assimilation has a preference for the prestressed position (V1), while the dissimilation only occurs in the stressed position, despite the great susceptibility of the vowels in prestresse position to coarticulatory influences pointed in literature. The qualitative studies have confirmed that preference, showing a higher incidence of significant associations between assimilation and pre-accentual position and the occurrence of some significant associations between the dissimilation process and the accentual position.

The result shows that the process of dissimilation occurs preferentially in F1. This preference can be explained by another important finding of this study: indications of a compensation process in the stress position. Some of the values in Hz for F1 of mid vowels are lower in data with focus rather than the data without focus. Data without focus have lower durations when compared with data with focus. According to the literature more time would necessarily have to be accompanied by a rise in the value of F1.

The relationship between the two types of compensation - found points to a complex strategy to restore the quality of the vowel despite the opening of the jaw associated processes is V-V. Thus where the vowel should be kept intelligibility, the longest or coproduction of segments could cause the obliteration of some distinctions. The retraction of the root of the tongue offset these effects in the mid vowels, which are relatively close together in acoustic-auditory terms.

Finally, the variability of the behavior of the processes indicated in this study points to explanations based on dynamic models of speech production, in which fluctuations and compensation are the norm rather than exception.

The study shows that one can't expect a completely predictable behavior gradient vowel-to-vowel processes, but trends and directions under the influence of several variables whose behavior we could not control in the experiments.

Keywords: Phonetics, Vowels, Brazilian Portuguese

1- Introdução

As teorias linguísticas que propõem a integração dos aspectos físicos e cognitivos dos fenômenos fônicos observados na produção e percepção da fala certamente percorrerão um longo caminho até o esboço final de um modelo que dê conta da complexidade das relações entre a Fonética e a Fonologia e da integração dos conceitos elementares de um e outro campo. Dentre esses, destacamos aqui a coarticulação, fenômeno que tem comparecido sistematicamente nas discussões de produção e percepção da fala. Pode-se resumir o papel da coarticulação dizendo que, na percepção da fala, ela tem sido a causa do malogro das buscas de invariantes simples que possibilitariam o mapeamento das unidades fonológicas no sinal acústico. E, na produção, ela apresenta-se como o agente complicador dos modelos temporais e de ordenamento serial da produção da fala. É, além disso, fonte de controvérsias no que concerne às unidades fundamentais da produção e percepção.

Assim, as discussões levantadas sobre a interface Fonética/Fonologia durante as últimas décadas revigoraram o estudo dos fenômenos entendidos como coarticulatórios (Bell-Berti & Harris 1976, Hammarberg 1982, Fowler 1980, 1981, 1983, Browman & Goldstein 1989, Keating 1990, Whalen 1990, Ohala 1993, 1994, 1997, Magen 1997, Albano 2001a, 2001b). Esses, em geral, são vistos como sequenciais, em detrimento da descoberta de Öhman (1966), que observou que vogais e consoantes possuem uma relativa autonomia, podendo co-articular-se descontinuamente (i.e., V-V e C-C) na produção da fala. Daí a utilização neste trabalho do termo Coprodução V-V.

Esta tese é o desdobramento de uma série de estudos iniciada como um projeto de Iniciação Científica (IC), no ano de 2002, sobre os fenômenos classificados como

coarticulatórios nas relações V-V em sequências V_1CV_2 (vogal-vogal) no Português Brasileiro (PB).

Os trabalhos da IC foram efetuados a partir de amostras de 4 falantes do PB masculinos e 2 falantes femininos, compostas de sequências $CV_1CV_2CV_3$, pertencentes aos arquivos do Laboratório de Fonética e Psicolinguística (LAFAPE) e de autoria Aglael Gama Rossi¹ e Adelaide Hercília Pescatori Silva².

Foram medidos os valores em Hertz dos 3 primeiros formantes de V_1 e V_2 e V_3 , medidas em seus estados estacionários. As medidas foram efetuadas numa etapa inicial em software e hardware CSL (Computerized Speech Lab).

A análise estatística foi efetuada utilizando ANOVA para medidas repetidas (paramétrico) e o teste não paramétrico *Friedman Anova & Kendall Concordance*. Utilizou-se o software **Statistica 6.0** para as análises.

Um exame das medições efetuadas por Öhman (1966) mostrou que a maior parte das diferenças significantes no estudo não ultrapassou os 50 Hz. Logo, qualquer tentativa de descrever fenômenos coarticulatórios V_1CV_2 deveria pautar-se pela precisão nas medições dos formantes. Assim, demonstramos, nessa fase inicial do estudo que também para as nossas medidas as diferenças acústicas oriundas dos movimentos coarticulatórios V-V no PB não superavam os 50 Hz e que algoritmos de predição de formantes, como o largamente utilizado LPC, nem sempre captam essas diferenças. Isso está de acordo com a afirmação de Farnetani (1997) de que estudos mais acurados sobre a natureza dos fenômenos coarticulatórios só foram possíveis a partir do aprimoramento dos métodos fisiológicos e acústicos.

¹ PUC-SP, Pesquisadora Colaboradora do LAFAPE, doutora pela UNICAMP (1999), orientada por Eleonora Albano.

² DELIN/UFPR - doutora pela UNICAMP (2002), orientada por Eleonora Albano.

Ainda na IC, mostramos que largura de banda deveria ser levada em conta na escolha dos dados para análise, nos casos em que a aplicação do algoritmo de LPC³ evitando, assim, vieses nas medições dos formantes. Para tanto, utilizamos como base o trabalho de Fujimura (1970).

Dadas essas orientações metodológicas, iniciamos um projeto experimental que pudesse ser uma referência para estudos sobre a coarticulação no Português Brasileiro. Assim, estudamos a direcionalidade, a força e a relação com a tonicidade das relações classicamente denominadas de coarticulação V-V em sequências $V_1'CV_2$ para as vogais médias do Português Brasileiro da região sudeste (PBSE) dentro de um projeto de mestrado, inserido no Projeto Temático *Integrando Parâmetros Contínuos e Discretos em Modelos do Conhecimento Fônico e Lexical* (proc. Fapesp nº 01/00136-2), finalizado em março de 2005.

Durante essa fase do estudo, foi dada uma atenção especial às vogais médias, uma vez que as medidas que tínhamos até então apontavam que as vogais /i,a,u/ eram menos sujeitas às influências coarticulatórias, quando comparadas às vogais médias.

O apontamento de relações dissimilatórias entre as configurações formânticas de V-V, além das esperadas assimilações provocadas pelo que é comumente definido como coarticulação, foi um resultados importante do trabalho. Dentro da perspectiva corrente sobre os efeitos coarticulatórios, é esperado, por exemplo, que a presença de uma vogal /i/ no par V-V faça com que ocorra um aumento do valor de F2 e/ou uma queda no valor de F1 para outra vogal adjacente. No entanto, no caso que denominamos como dissimilação, dá-se o contrário.

³ O LPC (*Linear Prediction Analysis*) é o método de análise mais utilizado em análise fonética. Seu funcionamento baseia-se na predição de partes do sinal acústicos digitalizado através de um cálculo linear, facilitando a decodificação do sinal, pois elimina a necessidade de leitura completa do sinal.

Tal resultado, previsto teoricamente e observado por alguns pesquisadores (FUJIMURA 1981, ALBANO 2001a), nunca foi publicado, devido, principalmente às dificuldades técnicas encontradas com as medidas da frequência dos formantes na década de 70.

Assim, uma série de estudos é proposta neste projeto visando o entendimento do fenômeno como um todo, para melhor entender efeitos classificados como meras contrapartes mecânicas na definição clássica sobre coarticulação, vistas como subproduto das contrapartes mecânicas dos movimentos do trato vocal, as quais provocariam ruídos na realização dos alvos estáticos representados pelas unidades discretas do sistema fonológico.

Esta série de estudos teve, desde o início, a intenção de destacar a autonomia relativa V-V e C-C. Essa autonomia, nos modelos fonológicos clássicos (estáticos), decorre de uma distinção arbitrariamente estipulada entre camadas (*tiers*) ou planos autônomos da representação. Numa visão dinâmica, decorre de uma distinção natural entre ciclos de oscilações que se somam para afetar as propriedades do filtro acústico variável que é o trato vocal.

Essa ideia é facilmente compreendida quando se admite que a forma do tubo que molda a coluna de ar que porta o sinal de fala é afetada por dois tipos de oscilações, que tradicionalmente compõem os níveis prosódicos e segmentais. Como colocam Albano e colaboradores:

Nas vogais, a informação prosódica predomina; e é veiculada pela oscilação da mandíbula, que dá o passo, de tamanho silábico, para a ancoragem das oscilações dos demais articuladores (inclusive a própria mandíbula, ao atuar segmentalmente). Nas consoantes, a informação segmental predomina; e é veiculada pelos articuladores mais rápidos, como a língua e os lábios, agindo em conjunto ou em separado. (ALBANO et al, 2004, p. 112).

No Projeto Temático de que participamos, denominado *Integrando Parâmetros Contínuos e Discretos em Modelos do Conhecimento Fônico e Lexical* (proc. Fapesp nº 01/00136-2), finalizado em março de 2005, as relações V-V por nós estudadas contribuíram para fortalecer a perspectiva de que os padrões de coordenação motora típicos de uma língua se manifestam coerentemente tanto no léxico (por ex.: harmonia vocálica) como na pronúncia (por ex.: assimilação V-V).

O trabalho de mestrado, concluído em 2006, foi um estudo experimental de efeitos coarticulatórios na relação V-V, através de medidas de F1, F2 e F3 de vogais em logatomas pronunciados por quatro falantes femininas do dialeto do sudeste (PBSE) em dez repetições de uma frase veículo. As vogais analisadas foram /ε, e, ɔ, o/, em posição tônica, e /e, o/ em posição pretônica, em formas do tipo /pV₁'CV₂/, no qual foram manipuladas as vogais /i, a, u/. O trabalho reforçou os resultados sobre a existência de relações dissimilatórias entre as configurações formânticas V-V, apontada nos estudos anteriores, além das esperadas assimilações provocadas pelo que é comumente definido como coarticulação. A

Os resultados do mestrado mostraram ainda que as vogais médias abertas apresentaram uma maior dispersão nos eixos de F1 e F2 em comparação com as vogais médias fechadas para o conjunto dos dados. Na posição tônica, a dissimilação é bem pronunciada em F1, principalmente na comparação entre /i/ e /a/. Para F2, a dissimilação pareceu ter ser um efeito maior em /e/ e /ε/, principalmente diante de /a/ em contraste com /i, u/. Os efeitos em geral ocorreram tanto para F1 quanto para F2, sendo em maior número nas vogais anteriores que nas posteriores.

Houve também um maior número de efeitos assimilatórios nas pretônicas. A dissimilação ocorreu apenas nas tônicas e principalmente em F1. A constatação de que as

vogais médias abertas dispersam mais do que as fechadas indicaria a sua maior liberdade para variar, devida à baixa frequência de ocorrência no PB sudeste, mesmo em posição tônica (cf. Albano 2001, pp. 197-199). Isso está de acordo com a tese de Manuel (1990) de que um maior do povoamento do espaço vocálico limita a gradiência V-V. O trabalho de mestrado corrobora, ainda, a hipótese de que as relações V-V resultam de coprodução entre gestos afins, já que os fenômenos observados ocorrem à revelia da consoante intermediária. Resgata, portanto, o interesse do estudo das relações V-V, contrariando a literatura clássica sobre os fenômenos ditos coarticulatórios, que dá preferência às relações CV e VC em detrimento das evidências em favor da relativa independência dos movimentos vocálicos e consonantais (Öhman 1967, Fowler 1981).

Ao encontrar os efeitos que classificamos não só como assimilação, mas também como dissimilação em V-V, fomos levados a suspeitar de estratégias compensatórias que buscariam regenerar a regularidade paradigmática da posição da vogal no espaço vocálico. Assim, elaboramos a continuação dos estudos na forma de um projeto de doutorado, com os seguintes objetivos:

- ⊕ Mostrar que as relações formânticas V-V encontradas nos estudos até aqui realizados fazem parte de estratégias de compensação oriundas do planejamento da fala, em contraste com o consenso em que os fenômenos coarticulatórios são considerados contrapartes mecânicas da produção da fala, regidos apenas por leis universais;
- ⊕ Detalhar os processos envolvendo relações formânticas V-V buscando elementos para um modelo de produção de fala que contemple as relações V-V encontradas nos estudos realizados;

- ✦ Iniciar estudos perceptuais sobre as relações V-V observadas, atentando para o fato de que não há na literatura estudos envolvendo essas relações no PB.

Entendemos que tais objetivos foram cumpridos, pois, como veremos, esta tese conclui-se com um detalhamento quantitativo do comportamento das vogais V-V em sequências V_1CV_2 , no qual pudemos colher evidências que darão sustentação a um modelo dinâmico das relações V-V.

1.1 - Retrospectiva das etapas da presente pesquisa

1.1.1 – Fase inicial

Por lidarmos com dados quantitativos e diferenças estreitas dos valores medidos foi preciso dispensar, no primeiro ano de projeto, uma atenção especial ao poder estatístico, precisão das medidas e metodologia da montagem do corpus.

A orientação recebida da equipe do Laboratório de Fonética e Psicolinguística do IEL-UNICAMP (Lafape) leva-nos a afirmar que medidas quantitativas em Ciências Humanas devem primar pelo máximo de precisão possível. Corroborando essa preocupação o fato deste trabalho necessitar de um contínuo diálogo com a comunidade internacional, em que se exige um nível de qualidade estatística e metodológica.

Como já foi destacado, este projeto foi originado dentro de um Projeto Temático, cujos desdobramentos tiveram prosseguimento nos projetos integrados “Novos Estudos da Dinâmica Fônica e Lexical do Português Brasileiro” e “Uma Perspectiva Dinâmica da Aquisição e do Uso da Gramática Fônica” (vinculados à bolsa de Produtividade em Pesquisa da coordenadora, Eleonora C. Albano (processo CNPq nº 304621/2003-0). Há,

assim, uma integração com outros pesquisadores dentro um eixo principal de pesquisa, facilitando a resolução dos problemas de metodologia. Nesse contexto, o foco da primeira fase do projeto foi fazer uma re-análise da metodologia estatística que vínhamos utilizando à luz dos trabalhos recentes sobre erros comuns que podem ser praticados pelos pesquisadores na utilização de ANOVAS (ver com mais detalhes a resenha sobre o texto de Max & Oghena (1999), na sessão 3.2.1.

Re-análises sistemáticas como a proposta neste projeto são pouco utilizadas nos estudos fonéticos/fonológicos. No entanto, como as análises estatísticas efetuadas no corpus do mestrado apresentaram resultados que se configuram inéditos na literatura, entendemos que havia a necessidade de fazer a revisão sistemática e, se possível, uma meta-análise desse corpus para não deixar dúvidas sobre a presença dos fenômenos apontados e buscar melhores posicionamentos descritivos para o desencadeamento da argumentação deste projeto.

Nos estudos anteriores a esta tese, utilizamos basicamente o método de análise conhecido como *ANOVA Fatorial*. Ele analisa a interferência dos fatores (variáveis independentes) no comportamento das *variáveis dependentes* do experimento. Na *ANOVA Fatorial*, há uma hipótese nula (H_0) para cada interferência sobre as variáveis dependentes e das interações entre elas. A H_0 diz que as interferências de uma determinada variável independente são iguais para todos os seus níveis e que as interações entre as variáveis independentes apresentam resultados significativos.

Embora o conhecimento sobre a violação dos pressupostos da análise de variância fosse limitado, sabíamos que a não homogeneidade dos dados de cada sujeito poderia significar que o fator *sujeito* introduzia uma variabilidade bem maior do que a dos

outros fatores, o que comprometia o método de ANOVA Fatorial, já que este teste depende de uma homogeneidade das variâncias para a significância dos efeitos de cada fator.

Assim, os questionamentos a respeito da relação entre o observado para cada sujeito, o observado para o grupo de falantes do experimento e a população de falantes deveriam ser encaminhados antes de fazermos outros experimentos com os fenômenos descobertos nas análises individuais. Com o entendimento dos elementos envolvidos nos testes que vínhamos utilizando e o que estava faltando para termos um quadro mais completo dos efeitos encontrados nas análises anteriores, partimos para o estudo da literatura e o aprendizado dos métodos, com o objetivo de contornar os problemas apontados por Max & Onghena.

Embora, durante os estudos iniciais, tenhamos sido apresentados a outros métodos, escolhemos o Modelo Linear Geral (GLM, na sigla em inglês).

Podemos definir o GLM como uma extensão dos modelos matemáticos de Regressão Múltipla para uma única variável dependente. Em linhas gerais, o propósito da regressão múltipla é quantificar a relação entre muitas variáveis independentes (variáveis preditoras) e uma variável dependente. Esse modelo é apto a trabalhar com muitas variáveis introduzidas pela complexidade do experimento (MANOVA), ao contrário dos modelos de ANOVA tradicionais, em que muitas variáveis independentes podem aumentar o erro aleatório. O modelo oferece testes multivariados em que, como vimos nos apontamentos de Max & Onghena, contorna problema com o pressuposto da esfericidade.

1.1.1.2 - Conclusões sobre os trabalhos efetuados na fase inicial

Na re-análise sistemática que realizamos nos dados do mestrado, através do modelo GML, apontamos que a susceptibilidade, apresentada na totalidade da amostra, das vogais médias às influências da vogal adjacente é inversamente proporcional à frequência de ocorrência (razão O/E) das vogais médias em posição tônica. Isso traz uma pergunta importante: quanto o contraste fonológico entre as vogais pode limitar ou diminuir os efeitos de coarticulação V-V em sequências VCV?

O principal estudo sobre o tema é o trabalho de Manuel (1990), em que duas línguas com povoações diferentes em seus espaços vocálicos foram analisadas. Os resultados mostraram que quanto maior é a necessidade de contraste fonológico menor é a quantidade dos efeitos observados na relação V-V. Por outro lado, trabalhos posteriores mostraram que em algumas línguas uma densidade fonêmica maior parece não bloquear os efeitos denominados coarticulatórios.

Para fazer a comparação utilizamos a tabela de frequência de ocorrência extraída do trabalho de Albano (2001b) (tabela 01), em que a autora, baseado num corpus copilado do mini-dicionário Aurélio, registra as razões O/E para as vogais do PB em diferentes posições acentuais. No nosso caso, empregamos a tabela com as vogais em posição tônica, pois o objetivo era ver o comportamento de todas as vogais médias.

De acordo com os resultados dos testes, a vogal /ɛ/ em posição tônica, cuja razão O/E na tabela 1 é de 0,37 e a vogal /ɔ/, cuja razão O/E é de 0,33, apresentaram uma maior quantidade de efeitos significativos nos testes. Na comparação entre elas, a quantidade de efeitos significativos foi maior para /ɔ/, seguindo tendência apontada pela razão O/E. Já para /e/ e /o/, em posição tônica, cujas razões O/E são 1,02 e 0,62 respectivamente, a

quantidade dos efeitos significativos do teste *post hoc* foram o menores para a vogal /e/, enquanto, para a vogal /o/, há apenas um efeito em F1.

Embora vislumbrada nas Análises efetuadas durante o mestrado, essa constatação mostra que a re-análise dos dados nos moldes efetuados apresenta um poder maior do que as análises de ANOVA fatorial feitas individualmente, uma vez que temos condições de observar as ocorrências com um maior conjunto de dados. E nesse sentido, traz um ganho para os nossos futuros estudos, pois o aperfeiçoamento do desenho experimental permite-nos mostrar que fatores de alta dimensionalidade (fonológicos) interagem com elementos de baixa dimensionalidade (físicos).

Essa relação entre as frequências de ocorrência e os resultados da re-análise dos dados do mestrado foi apresentada e discutida em formato de apresentação individual no V Congresso Internacional da ABRALIN⁴, sob o título “Relação entre frequência de ocorrência e efeitos de coprodução V-V nas vogais médias do PB em posição acentual”.

	O/E		O/E		O/E
'a	3,17	i	1,19	i	0,50
a	1,46	'i	1,16	'e	0,37
o	1,27	'e	1,02	u	0,37
e	1,25	o	0,73	u	0,34
ɐ	1,23	'o	0,62	'ɔ	0,33

Tabela 01. Razão O/E (ocorrido e esperado) para as vogais do PB (Cf. Albano 2001, pp. 197-199).

⁴ Realizado entre os dias 28 de fevereiro e 3 de março de 2007 no campus da UFMG, em Belo Horizonte.

A presença dos efeitos dissimilatórios manteve-se em menor quantidade do que o constatado para as análises do mestrado. Os efeitos nas vogais pretônicas foram maiores do que os encontrados na posição tônica, resultado que já havia sido observado nas análises individuais.

Os resultados da reanálise para a influência das consoantes no estado estacionário das vogais médias mostram que os efeitos das consoantes seguiram as tendências observadas nos testes feitos individualmente para os sujeitos analisados no mestrado, ou seja, elas provocam poucos efeitos no estado estacionário da vogal, com maiores efeitos no segundo formante, condizente a literatura, tanto a acústica como a articulatória, que reportam efeitos da consoante intermediária têm uma atuação mais acentuada em F2 (GAY, 1977).

A existência de uma coprodução do gesto V-V malgrado a consoante é um questionamento freqüente no tocante a fundamentação teórica e experimental deste trabalho. Assim, a re-análise efetuada utilizando o método descrito contemplou a interação da ação conjunta das variáveis independentes (consoante e vogal) e seus efeitos nas vogais testadas. Os testes mostraram que a interação entre as consoantes e vogais, no estado estacionário, não apresentou resultados significativos para os valores de F1. Em F2, os efeitos dos testes multivariados apresentaram significância para as vogais /o, o, 'e, e/, as vogais /ε/ e /ɔ/ não apresentaram significância.

A aplicação do modelo de Variância de Componentes possibilitou o conhecimento da variância introduzida pelo sujeito como fator aleatório.

A introdução desse fator fez que as variâncias introduzidas pelos fatores fixos diminuíssem seus efeitos no teste.

Enquanto o teste GLM com fatores fixos permite fazer conclusões a respeito do grupo de falantes utilizado, o modelo de misto dos Componentes de Variância permite que sejam tiradas conclusões a respeito da relação entre os dados da amostra e da população. Assim, se compararmos, por exemplo, os resultados de ambos os modelos para a o fator fixo *Vogal*, veremos que a variável independente *Vogal* é que apresenta maior quantidade de efeitos significativos no teste com GML e efeitos bem menos pronunciados com o modelo de Variância de Componentes. A introdução da variabilidade dos sujeitos mostra que precisamos de um maior poder do teste para termos certeza de que os efeitos encontrados no grupo de falantes analisados se repetem para a população. Nos testes com modelos mistos, os cálculos para estimar o poder do teste e, conseqüentemente, o número mínimo de sujeitos necessários no experimento, são complexos e requerem um estudo mais aprofundado de seus elementos.

1.1.2 – Fase intermediária

Essa fase do estudo criamos um novo corpus de análise, no qual, além dos elementos já vistos no corpus anterior, acrescentamos elementos pertinentes ao estudo da chamada *fala clara*, pois, como notamos nas análises anteriores, os falantes tendem a dar uma proeminência maior às sequências de não-palavras, em relação aos outros elementos da frase veículo utilizada. Chamamos essa proeminência de *foco* e tentamos controlar seus efeitos sobre as sequências analisadas através da introdução de dois tipos de sequências: *com foco* e *sem foco*. O foco é foneticamente realizado com parâmetros que, na literatura, caracterizam aquilo que ficou conhecido como “fala clara” (*clear speech*).

Também efetuamos análises incluindo as vogais /i,a,u/ como variáveis dependentes, tendo como variáveis independentes as vogais médias precedentes e seguintes, conforme o desenho do corpus, afim de averiguar se elas também eram susceptíveis aos efeitos das vogais médias.

Com as análises exploratórias efetuadas nesta fase do estudo, pudemos clarificar as questões do desenho original e aumentar a confiabilidade dos achados anteriores. Ao testar 5 modelos de desenho estatístico, não restaram dúvidas a respeito da superioridade do modelo escolhido: ANOVA de medidas repetidas com o sujeito como caso e as médias das repetições de cada sujeito representando os valores de cada variável. Demonstrou-se também a necessidade de um número maior de sujeitos para corroborar mais definitivamente os achados.

Nesta nova fase do estudo, constatamos que o efeitos V-V de assimilação da vogal adjacente ocorria em todas as vogais analisadas na posição pretônica.

Tais assimilações na posição não-acentuada são condizentes com os achados pioneiros de Fowler (1981) sobre a relação entre a posição acentual e a maior ou menor resistência às influências coarticulatórias. O trabalho de Fowler mostrou que vogais na posição não-acentuada são mais susceptíveis às influências coarticulatórias, em relação à posição acentuada. Além disso, estudos posteriores, principalmente os referentes à coarticulação CV, (Farnetani 1997, por exemplo) também mostraram uma maior resistência da posição tônica à coarticulação. No entanto, os trabalhos de Magen (1997) sugeriram que não havia um padrão consistente de resistência coarticulatória relacionado com a posição acentual.

O trabalho de Fowler, acima citado, com o qual compartilhamos a ideia de coprodução, ou de uma relativa independência do gesto vocálico em relação ao

consonantal, foi feito com trissílabos /V₁bV₂bV₃/, e vogais /i,a,u/ nas posições V₁ e V₃, sendo V₂ sempre o schwa. A autora examinou os efeitos perseveratórios de V₁ no schwa em V₂ e os efeitos antecipatórios de V₃ no schwa em V₂ em função do acento.

Nos estudos realizados na fase intermediária deste projeto, os testes realizados com as vogais /i,a,u/ apontaram para uma maior quantidade de efeitos significativos quando essas vogais foram testadas em posição pretônica, em comparação com os testes com as mesmas na posição tônica. Tal constatação também está de acordo com a previsão de Fowler. No entanto, nossos achados também mostraram que o mesmo não vale para as vogais médias, pois essas, em posição tônica, sofreram efeitos tanto no sentido de assimilar a configuração formântica da vogal precedente (F2), quanto no de dissimilar dessa configuração formântica (F1).

Outro achado importante dessa fase do projeto foram os indícios de que, na posição tônica, os valores em Hz de F1 das vogais médias são menores nos dados *com foco*, do que nos dados *sem foco*. De acordo com a literatura, uma duração maior teria, provavelmente, que ser acompanhada de um valor maior de F1 (para o PB, ver Arnold 2005). Se confirmada, essa tendência de diminuição de F1 apontaria para a existência de um tipo compensação ao efeito do duração.

A interpretação desse achado requer uma revisão minuciosa da teoria da produção de fala, em particular da Teoria da Perturbação. Essa é um poderoso instrumento da acústica da fala, pois permite a predição das mudanças das frequências dos formantes resultantes de perturbações (constrições locais) no trato vocal.

1.1.3 – Fase final da pesquisa

Durante o último período da pesquisa, executamos as atividades de aumento do número de sujeitos, que passou de 5 para 15 pessoas, bem como sua transcrição e análise. Assim como nas etapas anteriores, tentou-se alcançar medidas precisas, uma vez que os efeitos esperados no estudo são pequenos, da ordem de 50 a 100 Hz. Além disso, tínhamos um número grande de variáveis para análise, causados pelos seguintes fatores de confusão (*confusability*), distribuídos da seguinte maneira:

- 3 consoantes intermediárias;
- 2 tipos de sequência: com e sem *foco*;
- A distância entre F1 e F2 das vogais observadas.

Além disso, nas análises estatísticas, há as variações individuais dos sujeitos, as quais não se podem controlar. Para contornar esse problema, utilizamos um modelo misto, ou de *Componentes de Variância*, apto a trabalhar com variáveis aleatórias (que não podem ser controladas pelo pesquisador), diminuindo os possíveis vieses causados pela variação individual dos sujeitos.

Da mesma forma que o modelo GLM, discutido nas etapas anteriores da pesquisa, o modelo de Componentes de Variância, ou misto, é de uso relativamente recente na estatística utilizada nas ciências da fala, por isso, ainda temos dificuldades para encontrar um método seguro de medir o tamanho do efeito de cada variável independente no conjunto de dados.

Seguindo os parâmetros definidos nas etapas anteriores, buscamos os possíveis efeitos do foco sobre as sequências analisadas através da introdução de dois tipos de sequências: *com foco* e *sem foco*. O foco, como se verá ao longo deste trabalho, é

foneticamente realizado com parâmetros que, na literatura, caracterizam aquilo que ficou conhecido como “fala clara” (*clear speech*).

Na etapa anterior da pesquisa, apontamos que os efeitos de assimilação ocorreram não só nas vogais médias pretônicas, mas também nas as vogais /i,a,u/, consideradas pela literatura como mais resistentes às influências em questão. Este resultado se manteve na atual etapa do trabalho, mas, com mais sujeitos, pudemos perceber que as vogais médias apresentaram um número maior de resultados significativos em comparação com /i,a,u/ como variáveis dependentes. Isso aponta para uma maior “resistência” das vogais que ocupam os vértices do triângulo vocálico.

Os resultados descritos neste estudo também trazem elementos para a questão da resistência à coarticulação de vogais que ocupam a posição acentual em sequências $V_1'CV_2$, consideradas como mais resistentes à coarticulação perseveratória pela literatura, pois, de certo modo, a dissimilação formântica das vogais em posição acentual em relação aos efeitos perseveratórios pode se vista como uma forma de resistência.

Os resultados finais também mostraram que a tendência à dissimilação formântica das vogais médias em V_2 , nas sequências $V_1'CV_2$, em relação aos efeitos perseveratórios de V_1 se manteve. No entanto, ressaltamos que o tamanho dessa diferenças é pequeno, até quando comparado ao JNDs⁵ presente na literatura.

⁵ O JND, ou Just-Noticeable Difference, é uma proporção fixa de referência do nível sensorial, assim, a proporção entre $jnd/referência$ é constante. O JND é uma proporção constante, ou percentual, do nível de referência. Medido em unidades físicas o JND é dado por $\frac{\Delta I}{I} = k$, onde I é o valor original do estímulo, ΔI é a quantidade que deve ser adicionada para que a diferença seja percebida e k é uma constante. Para os valores dos formantes, normalmente os limiares de percepção são estimados por acréscimos e decréscimos nas frequências de F1 e F2. Para o inglês, o JND foi estimado em 14 Hz para F1, na região dos 800 Hz, com aumento linear na direção de F2. Nessa região, o JND ficou em 1,5% da frequência. (Kewley-Port Watson, 1993).

Os indícios de que, na posição tônica, os valores em Hz do F1 das vogais médias são menores nos dados *com foco*, que apresentam durações maiores, do que nos dados *sem foco* mantiveram-se nesta fase da pesquisa.

Assim, temos dois efeitos que carecem de maior atenção: o efeito de dissimilação da configuração formântica na relação V-V e a ocorrência de diferenças observáveis no valor de F1 com ou sem foco.

Outro ponto importante colocado ao longo do projeto e que mereceu uma análise exaustiva foi a questão da relação dos fenômenos observados com a redução vocálica, possível fator de confusão da causa das diferenças observadas. Para isso, calculamos o delta de F1 e F2 (valor em Hz de F2 – valor em Hz de F1) e comparamos com as ocorrências encontradas nas análises. Também efetuamos Análises individuais para obtermos dados qualitativos. Os resultados da análise mostraram que não há uma relação da distância ente F1 e F2 das vogais com os processos de assimilação ou dissimilação em V-V.

2 – Fundamentação teórica

2.1 – Coarticulação e Coprodução

2.1.1 – A definição clássica sobre coarticulação

O termo coarticulação, tradicionalmente, se refere ao fato de que um segmento fonológico não é realizado identicamente em todos os ambientes, mas, aparentemente varia, tomando algumas características do segmento adjacente ou vizinho.

Até muito recentemente, os exemplos de coarticulação eram avaliados por observação impressionísticas; e, ainda hoje, fazem parte do que tem sido tradicionalmente pensado como variação alofônica. Em muitos casos, no entanto, o tipo de variação à qual o segmento obedece somente se torna visível numa investigação instrumental quantitativa, seja do sinal acústico, seja da própria produção da fala.

Para os estudos fonológicos, decorre do conceito de coarticulação que em algum nível possa existir invariância, ou seja, unidades discretas subjacentes à atividade contínua e variável da produção da fala. Se isto não for o caso, e se a representação armazenada mentalmente para a produção de uma sequência de fones for um detalhado plano articulatorio, então “coarticular” torna-se banal, pois as variações contextuais dos fones são incorporadas ao plano. Contudo, seria muito menos econômico, do ponto de vista do armazenamento e do acesso ao léxico mental, que uma sequência de fones fosse representada por suas propriedades idiossincráticas em detrimento de algum tipo de código fonêmico – unidades finitas e discretas abstraídas da cadeia da fala. Assim, na medida em que a produção da fala não opera da mesma forma que esse sistema linguístico composto, à

semelhança da escrita, de unidades discretas e, sim, processa-se num continuum, a coarticulação é entendida como resultante das mudanças do trato vocal de um alvo para outro. Como, por outro lado, o trato vocal possui um único conjunto de articuladores governados pelas leis da física e por restrições da fisiologia, as quais alteram a sua forma para produzir todos os sons da fala, não há como esse conjunto de articuladores atingir os alvos instantaneamente. Dessa forma, os movimentos em direção aos alvos seriam suavizados por meio dos movimentos coarticulatórios que, em contrapartida, gerariam perturbações locais, mais ou menos distantes, nas sequências produzidas. Assim a configuração necessária a uma determinada unidade distintiva não se desfaria de forma instantânea, perseverando em algumas de suas características e afetando segmentos adjacentes. Ou, analogamente, a configuração do próximo segmento regrediria, afetando o segmento anterior, na chamada coarticulação antecipatória.

Esses ajustes sensíveis ao contexto constituem a base das teorias sobre coarticulação. O principal modelo sobre coarticulação derivados desta visão tradicional é o modelo articulatório proposto por Henke (1966). Ele é baseado numa visão médio-sagital e bi-dimensional do trato vocal, e seus elementos são controlados no tempo. Os alvos articulatórios são configurações estáticas do trato vocal, e as diferentes partes têm metas espaciais distintas para um dado fonema. Uma função temporalmente independente governa sua implementação. A coarticulação regressiva é explicada por um mecanismo *look-ahead* que ativa o próximo fonema na sequência e implementa a configuração de uma parte do trato vocal de modo que as requisições articulatórias não entrem em conflito com o fonema corrente. Nesse modelo, a coarticulação perseveratória é entendida como sendo resultado da inércia do trato vocal.

No modelo de Henke, os movimentos do trato vocal são determinados pelas equações dos movimentos dos articuladores, posição anterior dos articuladores e pelo tempo e magnitude de um sinal externo de ativação. Também, a amplitude dos fenômenos coarticulatórios é limitada somente pela presença de uma meta conflitante quanto ao articulador acionado. Isto traz uma série de especulações sobre a extensão da coarticulação. A proposta de Henke admite coarticulação antecipatória somente até o fonema imediatamente seguinte. Embora admitisse a possibilidade de uma grande extensão para a coarticulação, esta não foi contemplada no modelo proposto.

O mais recente modelo sensível ao contexto é o proposto por Guenther e colaboradores (Perkell & Guenther 2003). O trabalho de Guenther (2002) assume que um conjunto de sons da fala está presente num *buffer* de memória, no qual seus componentes influenciam-se mutuamente. Os alvos para um determinado som são definidos como regiões permitidas num espaço orosensório multidimensional. Quando uma sequência de som é produzida, as regiões alvo para cada dimensão orosensória são determinadas pela sobreposição das regiões alvo nos fonemas adjacentes. Se as regiões alvo de dois fonemas apresentarem algum grau de sobreposição, a região alvo resultante para o fonema coarticulado será a intersecção destas duas regiões. Desta forma, a coarticulação apresenta-se como redutora das dimensões do alvo permitido. Este processo continua de fonema a fonema no *buffer* de memória, até nenhuma sobreposição entre os fonemas ser observada.

2.1.2 – Definição de coprodução e sua relação com os modelos dinâmicos de produção de fala

A disparidade entre a continuidade da fala corrente e a descrição fonológica estática, na qual se baseiam os modelos coarticulatórios vistos acima, é posta a prova pelos proponentes dos modelos articulatórios dinâmicos, derivados do conceito de coprodução (Fowler, 1980), segundo o qual as vogais e as consoantes se sobrepõem no tempo, sem que umas interfiram muito nas outras, podendo, assim, ser coproduzidas pelo trato vocal (Öhman, 1966).

A esse respeito, há um grande e longo debate na literatura que focaliza o que têm sido chamadas de teorias de “tempo extrínseco” e teorias de “tempo intrínseco” ou de *coprodução*.

As abordagens que defendem a invariância diante do contexto têm como maiores representantes os trabalhos de Öhman (1967) e os trabalhos desenvolvidos por pesquisadores do laboratório Haskins, em New Haven (Fowler 1980, Munhall, Kawato & Vatikiotis-Bateson, 2000). Todos assumem que as unidades numa sequência de movimentos são planejadas de forma relativamente independente umas das outras e, por conseguinte, não são modificados pelo contexto na fase de planejamento. Assim, um efeito do contexto observado deve originar-se seguindo a cadeia do estágio de planejamento, a partir das interações entre gestos adjacentes cuja proximidade cause a sobreposição de um sobre o outro. As interações causadas pela sobreposição são distribuídas por um algoritmo geral que adiciona, medeia ou transfere processos algébricos semelhante para os comandos das unidades adjacentes.

O modelo de Öhman (1967) propõe um quadro muito claro sobre a coarticulação, no qual as configurações do trato vocal para as consoantes são superpostas às configurações do trato vocal para a produção das vogais adjacentes, produzindo configurações do trato vocal que refletem ambas as influências.

No modelo de Öhman a forma observada do trato vocal, $s(x)$, é uma função linear do planejamento da vogal e da configuração da consoante. Para uma sequência V_1CV_2 , na qual as vogais V_1 e V_2 sejam foneticamente semelhantes, o trato vocal poderá ser descrito como $s(x)=v(x)+k/c(x)-v(x)/wc(x)$, onde $v(x)$ e $c(x)$ são as configurações do trato vocal associados com uma vogal e uma consoante respectivamente, $wc(x)$ é uma função de incremento, que determina a influência relativa da vogal na consoante, e k é uma função temporal, que varia de 0 a 1 e retorna à zero durante uma sentença V_1CV_2 ; $v(x)$, $c(x)$ e $wc(x)$ são invariantes no tempo.

Nesse modelo, consoantes e vogais são unidades fundamentalmente diferentes. Uma consoante é sempre influenciada pelas vogais adjacentes, mas pode haver momentos no tempo onde o trato vocal reflete somente influências de uma vogal. Também, neste modelo, a função temporal k é arbitrária.

O modelo não explicita as constrições na organização temporal de uma sequência. Além disso, o modelo ignora o problema de como o trato vocal é configurado pelos comandos de movimentos até os articuladores. Isso se deve ao fato desse modelo operar diretamente com configurações idealizadas do trato vocal, os quais, presumivelmente, representam a resposta aos comandos motores (Öhman, 1967)

Admitindo a invariância diante do contexto e, em linhas gerais, corroborando algumas das propostas apresentadas por Öhman, pesquisadores dos Laboratórios *Haskins*, propuseram alguns modelos sobre coarticulação. Para Fowler (1980) que emprega o termo

coprodução, vogais e consoantes são diferentes classes de eventos de fala cujo controle na fala fluente é fundamentalmente distintivo. Segundo ela, a coarticulação ocorre em razão de as consoantes serem superpostas num ciclo vogal-vogal. O tempo e o grau da influência de um segmento sobre o outro é determinado por funções de ativação que variam no tempo. Esta característica assemelha-se ao parâmetro *k* do modelo de Öhman, contudo, como a própria autora aponta, esta explicação é incompleta em alguns sentidos. Desta forma, os pesquisadores de Haskins (Bell-Berti & Harris, Browman & Goldstein 1990a) propuseram uma variação do modelo de coprodução de Fowler, denominado de *frame model*, no qual os articuladores são balanceados no tempo, mas, mantêm, de forma relativa, um tempo fixo entre eles.

As teorias dinâmicas da produção da fala, mais especificamente os modelos dinâmicos de tarefa (Nitttrouer, Munhall, Kelso, Tuller & Haris 1989) são responsáveis por uma abordagem computacional mais refinada sobre os fenômenos ditos coarticulatórios (Munhall, Kawato & Vatikiotis-Bateson, 2000). Na qual é especificada uma série de variáveis que se referem às constrictões ao longo do eixo longitudinal do trato vocal. Essas variáveis são determinadas pelo comportamento dos articuladores modelos, controladores destas constrictões. Por exemplo, uma constrictão nos lábios (variável do trato) é produzida por um conjunto de articuladores modelos (lábios e mandíbula). Nesta abordagem, a coprodução é obtida através dos padrões de fusão definidos entre as unidades que se sobrepõem temporalmente. A força da fusão (*blending*) e o nível relativo de ativação das unidades determinam a contribuição destas unidades que se sobrepõem para o resultado da forma do trato vocal. Nem a forma nem o tempo das funções de ativação são restringidos pelo modelo, embora funções de cadência sejam utilizadas. Propôs-se, em acréscimo a esta

abordagem, que as funções de ativação devem ter um equilíbrio precário (*ramped*) para dar conta da dinâmica dos articuladores observada e das relações temporais intra-articuladores.

Em comparação com os modelos tradicionais sobre coarticulação, as propostas dos pesquisadores de *Haskins* compartilham a ideia de que o planejamento na produção da fala é relativamente insensível ao contexto, e que a coprodução é estimada por uma limitada sobreposição das unidades da fala, de mais ou menos 200 a 300 ms.

Para esta linha teórica, as hipóteses da invariância subjacente e da realidade da variabilidade superficial são reconciliadas pela redefinição dos primitivos do processo de produção da fala como unidades dinamicamente especificadas. Nos modelos dinâmicos de Estruturas Coordenativas e na Dinâmica de Tarefas (Nittrouer, Munhall, Kelso, Tuller & Haris 1989, Saltzman 1995, Kelso 1995), essas unidades subjacentes são pressupostas como estruturas de controle funcionalmente definidas, os *gestos*, que representam e geram alvos particularmente relevantes na fala e contêm, de forma implícita, informações sobre movimentos articulatorios no espaço através do tempo. Gesto é, por exemplo, a formação de uma constrição labial, ou um movimento de oclusão velar com uma mínima passagem do ar, que permite a fricção do ar para a produção de uma fricativa alveolar. No caso da oclusão bilabial, por exemplo, os movimentos da mandíbula, lábio superior e inferior são compelidos pela estrutura coordenativa para alcançar o fechamento, não obstante o contexto fonético.

Decisivamente, essa visão sugere que durante a produção da fala nenhum gesto muda suas propriedades essenciais, mas, é a sobreposição com outros gestos no tempo que produz a variabilidade observada na atividade do trato vocal associada a cada gesto. Assim, a coprodução implica que, num dado momento no tempo, as influências dos gestos associadas a variedade de segmentos adjacentes ou proximalmente adjacentes infunde suas

propriedades no continuum acústico e articulatório. Por exemplo, na sequência formada por uma consoante bilabial e uma vogal, a formação da oclusão será influenciada pelas demandas da vogal seguinte, desde que ambos os gestos compartilhem da mandíbula como um componente articulador.

2.1.3 - A coarticulação na Fonologia

Para a lingüística, mais especificamente para a fonologia, a coarticulação é classicamente considerada como um fenômeno não pertencente à gramática (Chomsky & Halle 1968), contudo as explicações fonéticas sobre a coarticulação são, em sua maioria, eminentemente lingüísticas, uma vez que, conceitos fonológicos como subespecificação e espalhamento de traços, são elementos cruciais de muitos modelos sobre a coarticulação. A relação de um fenômeno eminentemente dinâmico, como a coarticulação, com elementos estáticos, como os traços binários da fonologia clássica, tem suscitado uma série de críticas quanto à sustentabilidade de alguns modelos fonológicos (Hammarberg, 1982).

Como pudemos observar nos modelos derivados do modelo de Henke, fica claro que noção de coarticulação está atrelada à noção de segmento, um parâmetro abstrato. Com isso, é natural que uma explicação seja buscada no aparato fonológico clássico. Onde isso não ocorreu, as próprias limitações dos modelos levaram os pesquisadores a questionarem a própria relação entre o físico e o abstrato na linguagem. Criando assim, fonologias eminentemente dinâmicas em seus fundamentos, como a Fonologia Articulatória (Browman & Goldstein 1989, 1990a, 1990b, 1990c), na tentativa de integrar o que até então era visto como uma contraparte mecânica da fala.

Para a fonologia tradicional, a coarticulação pode ser hipoteticamente definida como espalhamento de traços, uma vez que os fonemas são compostos de traços binários. Para Keating (1990), a coarticulação pode assumir um caráter fonético ou fonológico. No nível fonológico ela é causada por regras de espalhamento de traços, dentro daquilo que foi postulado nas fonologias não-lineares. A assimilação fonológica pode resultar em efeitos estáticos, nos quais sucessivos segmentos compartilham inteiramente um certo atributo. No nível fonético, os efeitos coarticulatórios são tipicamente mais graduais no tempo e no espaço e devem afetar porções de seguimentos em diversos graus. Keating propõe que a realização fonética envolve uma conversão de traços ou combinações de traços em alvos espaços-temporais. Estes alvos, no entanto, não são entendidos como configurações fixas. Assim, para uma dada dimensão acústica ou articulatória, todos os traços de um segmento serão associados a um faixa de valores, chamada “janela”, que inclui todas as variedades contextuais. Quanto maior é a janela, maior é o tamanho das variações coarticulatórias admitidas. A coarticulação no nível fonético é o resultado da busca do melhor caminho através das janelas dos sucessivos segmentos. Uma janela é mais ou menos a expressão espacial dos graus de resistência coarticulatória de dimensão fonética em particular.

Como todas as tentativas clássicas de integrar a coarticulação à fonologia, o trabalho de Keating faz a assertiva fundamental de que existem processos onde unidades abstratas (não-físicas, discretas e não temporais) são convertidas em realizações complexas, contínuas e variantes no tempo nos eventos de fala.

2.1.4 - Resistência Coarticulatória

Independente dos primitivos que se tome como base, o estudo dos fenômenos entendidos como coarticulatórios deve contemplar os possíveis comportamentos dos fenômenos articulatórios diante de outros fatores que compõe a produção e percepção da fala. Assim, uma série de estudos foram feitos ao longo das últimas décadas para entender como a coarticulação é afetada por fatores prosódicos, fonotáticos, sintáticos, etc. Para a definição de coarticulação é importante que se defina se há uma maior ou menor resistência dos articuladores em se coarticularem de acordo com os graus de liberdade envolvidos. Bradon & Al-Bamerni (Modarresi, Sussman, Lindblom & Burlingame 2004) deram origem ao conceito de "resistência coarticulatória", pelo qual se afirma que os segmentos possuem propriedades inerentes que limitam a extensão da suscetibilidade às influências dos segmentos vizinhos.

Algo como a resistência coarticulatória nos estudos de coprodução V-V foi inicialmente observada no trabalho de Öhman, que chegou a conclusão de que a independência dos gestos vocálicos e consonantais, não deve ser uma constante para todas as línguas. Como é o caso do russo, apontado por ele, uma vez que nessa língua as instruções para consoantes oclusivas utilizam um comando apical ou dorsal, como no inglês ou sueco, mas com a característica adicional de que o canal da vogal deve receber simultaneamente um dos dois comandos fixados /i/ ou /ɨ/ onde /i/ produz palatização e /ɨ/ velarização.

Lindblom (1983) propôs que o grau de coarticulação era inversamente proporcional ao grau de sonoridade do segmento.

Utilizando o conceito de resistência articulatória dentro da uma abordagem dinâmica, de coprodução e unidades gestuais para a produção da fala, Recasens (Recasens 1987, 2002, Recasens & Pallares 2000, Recasens, Pallares & Fontdevila 1997) desenvolveu o modelo de grau de restrição articulatória (DAC, na sigla em Inglês) para dar conta dos efeitos coarticulatórios CV (consoante-vogal) e VC (vogal-consoante). Este modelo prevê que numa sequência V_1CV_2 um aumento do grau de constrição para a consoante deverá produzir um aumento na proeminência dos efeitos consoante-vogal e um decréscimo na força dos efeitos vogal-consoante e vogal-vogal. Ou seja, quanto mais uma região da língua é envolvida na oclusão para a produção da consoante, mais a consoante afetará a vogal em posição V_1 (efeito antecipatório) e a vogal em posição V_2 (efeito perseveratório) numa sequência V_1CV_2 . Mesmo o modelo DAC sendo atualmente o único esquema de conceitualização que discute diretamente os efeitos coarticulatórios, previsões precisas sobre a direcionalidade da coarticulação V-V ainda não são fáceis de serem formuladas. A questão é complicada pelo fato das vogais, bem como as consoantes, possuírem valores DAC próprios e, também, pelo fato de suas interações contextuais serem ainda desconhecidas.

2.1.5 - Efeitos de coarticulação e prosódia.

2.1.5.1 – Influência da posição acentual

Estudos sobre a influência do acento nos efeitos ditos coarticulatórios mostraram que vogais em posição acentual são menos sensíveis aos efeitos do contexto em relação às vogais não acentuadas. Usando sentenças do tipo /pəCVCəp/, onde C= /ptk/ e V= acentuadas /i,a,u/, Bell-Berti & Harris (1976) reportaram influências perseveratórias da vogal acentuada no *schwa* seguinte, mas não encontraram influências antecipatórias na direção oposta. Fowler (1981), utilizando trissílabos do tipo /V₁bV₂bV₃/, nos quais as vogais iniciais e finais eram /i,a,u/ e a vogal medial era o *schwa*, examinou os efeitos perseveratórios de V₁ no *Schwa* e os efeitos antecipatórios de V₃ no *schwa* como uma função de acento. Fowler reportou extensivos efeitos perseveratórios em relação aos efeitos antecipatórios em condição não-acentual, mas consideravelmente menores na condição acentual.

Farnetani (1990) reportou que sílabas acentuadas possuem efeitos perseveratórios (V-C) menores para as oclusivas dentais comparativamente às sílabas não acentuadas. Magen (1997), no entanto, não encontrou padrões definitivos de vogais acentuadas afetando significativamente a coarticulação. Estes resultados, muitas vezes contraditórios, sugerem, segundo Modarresi et al. (2004), que, se o acento tem um papel na modulação da coarticulação, este não parece ser um papel consistente ou óbvio.

2.1.5.2 – Influência da estrutura silábica

Consoantes em posição inicial de sílaba e consoantes em posição final de sílaba diferem-se foneticamente. Nittrouer, Munhall, Kelso, Tuller & Haris (1989) mostraram que há diferentes padrões de coordenação interarticulatória para consoantes em início vs. consoante em fim de sílaba. Geralmente, consoantes são vistas como sendo mais sensíveis aos efeitos coarticulatórios quando em final de sílaba em comparação à posição de início de sílaba.

Investigando efeitos do posicionamento na sílaba, muitos pesquisadores têm quantificado a ligação coarticulatória CV em relação à VC utilizando a equação do *locus*. A equação do *locus* é uma regressão linear da frequência de transição de F2 tomada no *onset* de F2 até o meio da vogal seguinte. Estas coordenadas de frequência são medidas para uma única consoante coarticulada com um faixa abrangente de vogais, com F2 plotado ao longo do eixo Y e as frequências de F2 das vogais mediais plotadas ao longo do eixo X. As inclinações da equação do locus variam como uma função direta do local de oclusão do articulador e refletem diretamente a extensão da vogal com a consoante precedente.

Modarresi et al. (2004) reporta alguns estudos com dados obtidos de 10 falantes, que produziram sequências CVC em 10 contextos vocálicos mediais. Segundo ele, foram encontradas inclinações elevadas e, mostrando que havia bastante coarticulação nas oclusivas+vogais (CV_) iniciais em relação às vogais+oclusivas finais (_VC). A vogal em posição medial exerceu um grande efeito contextual no onset de F2 (Hz) na interface CV tanto quanto na interface VC. Ainda, as medidas de R^2 da função de regressão indicou correlações significativamente altas entre as frequências de F2 das vogais intermediárias e as frequências de F2 do *onset* para a combinação CV em relação às frequências de F2 das

vogais intermediárias e as frequências do *offset* das combinações VC. Os erros padrões estimados foram também significativamente menores para combinações CV relativamente às VC, indicando uma coesão mais estreita ou ordenada para CV em comparação à VC. Segundo estes pesquisadores, a coarticulação CV parece ter maior precisão articulatória na produção da oclusiva pré-vocálicas quando comparada à produção das oclusivas pós-vocálicas.

Tais efeitos, segundo os pesquisadores, sugerem uma nova abordagem para ajudar a clarificar alguns pontos conflitantes sobre a coarticulação em sequências VCV (Modarresi et al. 2004). A ideia básica é analisar C e V juntos, como as unidades de interesse na coarticulação, ao invés das tradicionais medidas do ponto médio de combinações vogal-vogal. Para isso, compara-se formas com sílaba aberta $V_1.CV_2$ com formas de sílaba fechada $V_1C.V_2$. Em sílabas abertas V_1 não é sobrecarregada com uma consoante, enquanto V_2 é diretamente articulada com a consoante medial. Já as sílabas fechadas invertem esta relação, V_2 é sem onset, enquanto V_1 forma uma sílaba com C. Enquanto as configurações contextuais mudam, as direcionalidades coarticulatórias permanecem as mesmas, ou seja, os efeitos antecipatórios e perseveratórios são realizados por V_1 e V_2 respectivamente. Se as unidades VC possuem menos ligação coesional em relação à sílaba CV, espera-se, então, que a direcionalidade da coarticulação transconsonantal V-V deva diferir em função da forma silábica.

Sílabas $V_1C.V_2$ despertam um grande interesse no estudo da dinâmica das relações V-V. Nas sílabas fechadas, segundo o trabalho de Lindbloom, foi observado o chamado *trough effect*, uma desativação momentânea do movimento da língua (ou do lábio) durante V_1 que prossegue até a oclusão total nas obstruínas. Para Lindbloom, a importância deste efeito é oferecer evidências contraditórias aos modelos de produção, baseados no

trabalho de Öhman (1967) em sequências VCV, pois, a explicação de Öhman baseia-se na afirmação de que, em sequências VCV, há uma trajetória contínua entre as vogais (V-V) co-ocorrendo com uma superposição independente da consoante medial (C). Espera-se também que o *trough effect* deva influenciar desproporcionalmente o grau de coarticulação V-V em sílabas fechadas em relação às sílabas abertas.

2.1.5.3 - Influência dos constituintes prosódicos

No que se refere à relação entre os efeitos de coprodução V-V e as fronteiras prosódicas de níveis mais altos, é importante ressaltar que, nas duas últimas décadas, alguns estudos aludiram à possibilidade de que um fortalecimento articulatorio prosodicamente induzido devia ser levado em conta nas pesquisas sobre a resistência apresentada por alguns segmentos aos efeitos coarticulatórios. Tal fortalecimento pode ser entendido como um aumento na magnitude espaço-temporal dos gestos consonantais, articulados com constrictões mais longas e extremas, e vocálicos, articulados pela permanência na configuração alvo ao longo de um período maior de tempo. No entanto, ainda existem poucos estudos sobre essas relações.

O primeiro elemento prosódico que deve ser estudado é o acento de tom, que se refere ao grau de proeminência tonal de uma unidade lingüística em relação ao restante da frase ou sentença. Essa proeminência pode ser conseguida através de uma variedade de parâmetros acústico-articulatórios, que mostram como a articulação é extrema (com grande magnitude articulatória e grande duração, i.e.).

Vogais em posição de domínio prosódico final são produzidas com uma maior magnitude articulatória, o que poderia resultar em grandes deslocamentos V-C, entre uma vogal em domínio inicial e domínio final e uma consoante em domínio final. Estudos também sugerem que vogais em domínio final podem ser mais extremas (com um grande abaixamento de mandíbula, p. ex.), quando comparadas à vogais em domínio medial, especialmente quando não acentuadas.

O estudo mais importante na avaliação dos efeitos das fronteiras prosódicas nos movimentos coarticulatórios é o de Cho (2004). O objetivo do estudo foi examinar como o grau de coarticulação V-V varia como uma função de fatores prosódicos, como o acento frasal (acentuado vs. não acentuado), nível de fronteira prosódica (Frase prosódica vs. Frase intermediária vs. Frase entoacional). Frase de Intonational) e posição em domínio prosódico (inicial vs. final). O estudo diz que vogais em locais prosodicamente mais fortes (em sílabas acentuadas e num um limite prosódico mais alto, p. ex.) não só co-articulam menos com as vogais vizinhas, mas também mostram uma maior influência em seus vizinhos.

Medidas temporais de posição de língua para /a, i/, no inglês, foram obtidas com um articulógrafo magnético *Carsten*. Os resultados mostraram que vogais em locais prosodicamente mais fortes sofrem menos efeitos coarticulatórios das vogais adjacentes e que não há uma influência mais forte dessas vogais em suas vizinhas. Um exame da relação entre coarticulação e duração revelou que: (a) - variações coarticulatórias induzidas pelo acento frasal não podem ser atribuídas à duração e (b) - alguns dos resultados referentes aos efeitos das fronteiras prosódicas podem ser atribuídos à duração. Isto sugere que o alcance dos efeitos coarticulatórios prosodicamente condicionados é independente da duração, pois o estudo não apontou nenhuma relação causal absoluta de duração com a coarticulação.

Foi proposto que a redução dos efeitos coarticulatórios V-V prosodicamente condicionados é um tipo de força que ocorre em posições prosodicamente fortes. O padrão de direcionamento prosódico dos efeitos coarticulatórios é visto como parte das marcas fonéticas das estruturas hierarquicamente aninhadas da prosódia.

Cho utiliza o modelo prosódico proposto por Beckman e Pierrehumbert⁶, do qual o sistema ToBI surgiu em suas linhas gerais.

No estudo foram incluídas variáveis prosódicas e segmentais. Cada item do corpus incluiu duas sílabas teste (pré e pós-fronteira), produzindo sequências $C_1V_1\#C_2V_2$ (# representa a fronteira prosódica) ao lado de 2 palavras do inglês. C_1 e C_2 foram sempre /b/. V_1 e V_2 foram /i/ ou /a/, resultado em pares. Os pares de vogais idênticas foram utilizados para testar a articulação vocálica sem a influência do contexto.

As fronteiras entre as sílabas teste variaram entre a frase entoacional (IP), e a palavra fonológica (Wd). Ao mesmo tempo, a acentuação foi manipulada nas sílabas pré-fronteira e pós-fronteira, resultando em 4 pares de acentos: Ac#Ac, Ac# Nac, Nac#Ac e Nac#Nac. tal manipulação resultou em em 3 variáveis prosódicas: (a) tipo de fronteira prosódica entre as sílabas do teste; (b) acentuação das sílabas adjacentes à fronteira (acentuada, não-acentuada); (c) posição no domínio prosódico (inicial ou final).

Os autores utilizaram 6 falantes nativos do inglês americano. Para facilitar a naturalidade, os falantes foram submetidos a sessões de prática com as sequências produzidas. Utilizaram-se testes estatísticos de ANOVA.

Outro trabalho experimental sobre a relação entre a coarticulação V-V e os constituintes prosódicos de níveis mais altos, foi o trabalho de Kondo (2006), cujo objetivo

⁶ Beckman, M. E., & Pierrehumbert, J. (1986). International structure in Japanese and English. *Phonology Yearbook*, 3, 255–309. Esse artigo pode ser encontrado na íntegra neste endereço eletrônico : http://www.ling.northwestern.edu/~jbp/publications/intonation_japanese_english.pdf

foi estudar a existência de fortalecimentos articulatórios causados por unidades prosódicas no japonês. O primeiro passo do estudo foi analisar se, no japonês, a coarticulação V-V é limitada pela fronteira do pé bimoraico. Adicionalmente, este estudo fez uma análise da questão da assimetria da força dos efeitos articulatórios perseveratórios e antecipatórios. Os efeitos cumulativos do fortalecimento articulatório provocado pela fronteira prosódica não foram avaliados nesse estudo.

Segundo a autora, o conceito de pé bimoraico é relativamente novo na fonologia do japonês. As unidades fonológicas de duas ou quatro moras têm vários papéis na extensão das restrições fonológicas do japonês. Foi observado o papel dessas unidades na formação dos hipocorísticos, na linguagem musical e mimética, bem como nos truncamentos dos empréstimos linguísticos, por exemplo. A extensão das restrições fonológicas está relacionada de perto com a organização das sentenças em unidades prosódicas mínimas que, segundo a hipótese levantada pela autora, devem afetar a coarticulação V-V. Para isso, foi necessário comparar a coarticulação V-V dentro de um pé e após uma fronteira de pé (/CVCV//CVCV/ dentro do pé, versus /CVCV//CVCV/ fora).

Seis sujeitos participaram do experimento, incluindo a autora. Cinco deles eram do sexo feminino. Todos eram falantes do dialeto japonês de Tóquio.

Para os estímulos foram escolhidas oito sequências diferentes, as quais não possuíam sentido para falantes. As sequências V_1CV_2 foram construídas com /b/ como consoante intermediária e as vogais /i/ e /a/ em V_1 e V_2 . Os sujeitos repetiram 10 vezes cada sequência.

Os dados foram gravados com equipamento apropriado e seus valores formânticos extraídos através do método LPC.

Utilizou-se uma ANOVA para cada variável dependente (frequência de F1, frequência de F2 e duração), utilizando 3 fatores intra-sujeitos: pé (dentro vs. Fora); direção (perseveratória e assimilatória); e vogal de contexto. As 10 repetições de cada sujeito foram inseridas separadamente em ordem de produção. As diferenças entre os sujeitos foram obtidas com um fator intra-sujeitos. As médias foram comparadas utilizando-se o teste *post hoc* de Scheffé.

Os efeitos esperados eram: um abaixamento de F1 e um aumento de F2 quando /i/ afetasse /a/ e um aumento de F1 e um abaixamento de F2 quando /a/ afetasse /i/. Quando as vogais fossem idênticas era esperado que não houvesse resultados significativos.

Os resultados mostraram que o a influência /i/ no contexto foi maior do que a observada para /a/.

A influência do pé foi observada com diferenças nas frequências dos formantes da vogal alvo, quando essa e a vogal adjacente estavam no mesmo pé e quando a vogal adjacente estava fora do pé. Diferenças significativas foram observadas no F1 e F2 de /a/, enquanto, apenas o F2 de /i/ apresentou diferenças significativas.

Portanto, o pé afetou os efeitos coarticulatórios V-V.

A influência da posição foi observada nas diferenças das frequências formânticas da vogal alvo nas posições V₁ e V₂ na sequência VCV. A posição V1 apresentou efeitos assimilatórios e a V₂ apresentou efeitos perseveratórios. Diferenças significativas foram observadas para todos os formantes, tanto de /a/ quando de /i/.

Quanto à duração, os sujeitos do estudo apresentaram grande variabilidade, tanto para a vogal /a/ como para a vogal /i/, no entanto, a duração parece não influenciar os efeitos coarticulatórios V-V no estudo.

2.2 - Resultado sobre dissimilação entre V-V reportado na literatura

Durante a pesquisa, observamos com atenção a literatura em busca de trabalhos experimentais de coprodução V-V que reportassem efeitos como os encontrados em nossa pesquisa.

Em relação ao efeito V-V que denominamos dissimilação, encontramos menção à ele somente num trabalho de um doutorando de Berkeley, Tilsen, que encontrou por acaso em seu trabalho de pesquisa indícios de dissimilação formântica em V2, em sequências V_1CV_2 , quando um /a/ era produzido com /i/ em V1.

O trabalho de Tilsen, “*Vowel-to-vowel coarticulation e dissimilation in phonemic-response priming*” (Tilsen, 2007), relato um experimento baseado no clássico trabalho de Whalen (1990), que visava obter evidências sobre um planejamento dos movimentos coarticulatórios. No experimento de Whalen (*op cit.*), os sujeitos pronunciaram sequências V_1CV_2 nas quais a segunda Vogal (V₂) aparecia somente quando o sujeito estava pronunciando a primeira vogal (V₁). Assim, controlava-se a ocorrência de coarticulação antecipatória e a coarticulação perseveratória ficava restrita a uma parte da duração de V₁ e a consoante intermediária.

Whalen notou que não houve coarticulação antecipatória nas condições experimentais, sustentando, assim, ser a coarticulação antecipatória ligada ao planejamento da fala. No entanto, o experimento de Whalen mostrou que a extensão da coarticulação perseveratória não fora significativamente diferente entre a condição experimental e a de controle. Tal fato o levou a interpretar os resultados para a coarticulação perseveratória como inconclusivos, pois, tanto uma causa física como um planejamento durante a

execução da porção V_1C do teste, poderiam ser responsáveis pelos efeitos perseveratórios observados.

O Trabalho de Tilsen retoma o argumento de que os movimentos coarticulatórios envolvem planejamento cognitivo. Para isso, baseia-se também em Magen (1997), que apresenta evidências de que os efeitos coarticulatórios ultrapassam a faixa temporal admissível para efeitos puramente mecânicos.

Assim como Whalen, Tilsen procurou introduzir uma perturbação na produção do gesto V-V, em um experimento chamado por ele de *phonemic-response priming*, em que as respostas dos sujeitos eram escolhas fonêmicas e eram utilizados *primings*. Trata-se de um experimento misto de percepção e produção.

Em cada repetição, os sujeitos ouviam um ruído branco e em seguida o *priming*, que poderia ser uma vogal ou um bip. Após uma pausa controlada de tempo, os sujeitos ouviam um estímulo alvo, que podia ser uma vogal ou um bip, então, eles deveriam responder o mais rápido possível. Quando o alvo fosse um bip, a tarefa era repetir a vogal utilizada como *priming* e quando o alvo fosse uma vogal, tarefa era repetir a vogal utilizada como alvo.

As repetições com *priming* e alvo contendo o mesmo fonema foram chamadas de “concordantes”, e “discordantes” quando compostos por fonemas diferentes. O autor utilizou apenas as vogais /i/ e /u/ tanto como *priming* e alvo.

Como algumas repetições continham um bip como *priming*, a probabilidade da mesma vogal ser a resposta requerida seria de 2/3 e de 1/3 para respostas diferentes. Com isso, segundo o autor, os sujeitos teriam uma certeza maior de que iriam ouvir um fonema igual ao *priming*, fazendo com que planejassem de acordo com a vogal do *priming*, mas não a articulassem, criando o mesmo efeito de, numa sequência V_1CV_2 , planejar V_1 , mas

não articulá-la, anulando-se, desta forma, os efeitos mecânicos perseveratórios de V_1 em V_2 .

O autor também manipulou os formantes F1 e F2 de /a/ e /i/, criando versões foneticamente mais centralizadas de tais fonemas, aplicando uma diferença de -45 Hz para F1 de /a/ (696 Hz) em relação ao F1 de /a/ modificado (651), 67 Hz para F2 de /a/ (1151 Hz) em relação ao F2 /a/ modificado (1218). Para o /i/, foram aplicados 57 Hz de diferença para F1 de /i/ (284 Hz) em relação ao F1 de /i/ modificado (2223 Hz). As vogais manipuladas foram sempre utilizadas como *priming*.

Havia 12 sujeitos (6 femininos e 6 masculinos). Cada sujeito participou de 2 ou 3 sessões de 1 ou 2 horas de duração. Cada seção foi dividida em 20 à 40 blocos de 32 repetições cada um.

Cada repetição começava por um intervalo de ruído branco com duração aleatorizada de 1000 a 4000 ms, seguido de 100 ms de silêncio, com o propósito de anular qualquer influência causada pela repetição anterior. A aleatorização do ruído foi uma forma de eliminar o estabelecimento de um ritmo entre o início do ruído e o início do *priming*. Durante o experimento os sujeitos recebiam um *feedback* informando seu desempenho quanto à rapidez das respostas, e eram incentivados a diminuir o tempo de resposta.

Para a análise estatística, o autor utilizou testes de ANOVA para cada sujeito e entre os sujeitos.

Os resultados do experimento mostraram diferenças significativas nas respostas com os *primings* em relação à manipulação. Os efeitos significativos foram observados em F1 de /a/ e F1 e F2 de /i/. As respostas dos sujeitos acompanharam a centralização das vogais

do *priming*, mostrando que os sujeitos perceberam os detalhes sub-fonêmicos das vogais utilizadas como *priming* e os integrou ao planejamento articulatorio.

De maneira inesperada, segundo o autor, os resultados apontaram para um movimento contrário à hipótese de que a coarticulação perseveratória obrigatoriamente levasse a vogal a não ser assimilada pela vogal subsequente.

Da mesma forma que fizemos em nosso estudo, Tilsen chamou esse movimento de “dissimilação”, ressaltando que o termo deveria ser entendido literalmente, no sentido fonético. Essa dissimilação deveria implicar também em menor similaridade, mesmo que as vogais envolvidas não fossem tão semelhantes (/a/ e /i/).

A comparação sujeito a sujeito indicou que a direção dos principais efeitos de concordância foi inesperada. As respostas para as repetições “discordantes” tenderam a ser formanticamente menos parecidas com o *priming* do que as repostas para as repetições “concordantes”. A média de F2 de /a/ foi mais baixa nas repetições discordantes, em oposição ao efeito esperado de uma F2 mais alto diante de /i/. Do mesmo modo, F1 de /i/ tendeu a ser mais baixo nas repetições discordantes. As médias de F1 de /i/ deslocaram as vogais para uma posição mais distantes de /a/ no gráfico F1xF2.

Quanto à extensão do planejamento, os resultados do efeito do tamanho da pausa após o *priming* apontaram que, ao contrário da hipótese inicial, o tamanho da pausa não influenciou significativamente nos efeitos observados.

A análise do tempo de resposta mostrou que não havia diferenças confiáveis entre os tempos de resposta das repetições com as vogais do *priming* manipuladas e não manipuladas. O autor também aplicou um teste de correlação entre o tempo de resposta e o formante das vogais, apontando correlação entre eles. Esse resultado, segundo o autor,

aumenta a possibilidade dos padrões assimilatórios e dissimilatórios serem uma consequência indireta do tempo de resposta entre as repetições concordantes e discordantes.

Desde que não foi constatada nenhuma diferença nos tempos de resposta para /i/ e também não houve padrões de correlação negativa ou positiva entre os formantes de /i/ e o tempo de resposta, não se pode inferir que a dissimilação encontrada seja consequência dessa relação. Se o tempo de resposta foi responsável pelos efeitos dissimilatórios em /a/, tendo havido para o tempo de resposta significativo entre repetições concordantes e discordantes, então os sujeitos que exibiram tais efeitos podem ter mostrado – em sua maioria – médias menores nas repetições discordantes e uma correlação positiva entre F1 e o tempo de resposta para /a/ e/ou correlação negativa entre F2 e o tempo de resposta. O oposto também poderia ser verdade para os padrões assimilatórios.

O autor ainda propõe um modelo para os fenômenos coarticulatórios observados, com base nas pesquisas sobre o comportamento motor. Como possível resposta à existência de assimilações e dissimilações - que se assemelham às inibições encontradas nos estudos do comportamento motor - o modelo afirma que o grau de coarticulação num dado parâmetro de fala é em parte atribuído ao balanceamento entre as inibições intergestuais e a demora na ativação do planejamento relacionado.

Como dissemos anteriormente, o trabalho de Tilsen é de grande importância para os direcionamentos de nosso trabalho pelo fato de relatar a dissimilação no âmbito fonético. Também deve ser melhor analisado, a fato do estudo mostrar detalhes subfonêmicos da ordem de 45 a 70 Hz percebidos e incorporados ao planejamento articulatorio. No entanto, algumas diferenças precisam ser ressaltadas em relação ao nosso trabalho:

- Apesar de propor uma relação com elementos do comportamento motor, somente o efeito perseveratório é tratado.

- O experimento foi feito apenas com as vogais /a/ e /i/, tanto como variáveis dependentes como independentes;
- Não há controle de foco, visando comparar a influência da fala hiperarticulada;
- Não há menção ao papel das consoantes intermediárias na relação V-V.

3 – Metodologia

3.1 – Preparação do *corpus*

No projeto inicial, apontamos que o desenho do corpus com trissílabos paroxítonos, como proposto inicialmente, levaria a um número excessivo de não- palavras. Assim, o corpus que utilizamos na primeira fase de estudos teve as seguintes características:

Sequência	Variáveis dependentes		Variáveis independentes		Frase veículo	# suj.	Rep.
	Vogais		Vogais	Consoantes			
$pV_1'CV_2$	/e,ɛ,ɔ,o/	/i, a, u/	/i, a, u/	/p,t,k/	Eu vi um_lindo passar		5

Tabela 02. Configuração do corpus utilizado no projeto.

3.1.1 - Controle do foco

Nos trabalhos que antecederam esta pesquisa, percebemos que os sujeitos utilizavam diferentes estratégias de proeminência da não-palavra utilizada. Levantamos, assim, a possibilidade dessas estratégias estarem influenciando os fenômenos nas interações V-V apontadas nos estudos. Sabemos que as características dessas proeminências são as mesmas da fala clara. Muitos estudos preferem utilizar a expressão *fala de laboratório*, diferenciando, dessa forma, da fala espontânea (Shrimberg, 1999). A *fala de laboratório* é hiper-articulada, com características fonéticas e perceptuais específicas (Ferguson 2004, Ferguson & Kewley 2007 –Port, Zeng 2006). Dentre essas características, a diferença na duração e das características formânticas são as mais conhecidas.

Para testar os possíveis efeitos introduzimos uma variável independente que chamamos de *foco*, em 2 condições: *com* ou *sem* foco. Assim, o desenho do corpus

apresentado acima foi gravado nessas duas condições. Quando a sequência a ser analisada está sob o efeito do foco, espera-se que os efeitos de hiper-articulação estejam presentes em maior quantidade.

Para isso criamos duas situações em que os sujeitos eram estimulados por perguntas que pressupunham respostas errôneas em relação a uma informação anterior. Por exemplo, para o foco incidir sobre a não-palavra:

Informação apresentada primeiramente: Um **pakê** lindo passou;

Pergunta pressupondo uma resposta errônea: Um **ouriço** lindo passou?;

Resposta esperada: Não, um **pakê** lindo passou.

Para fazer com que o foco não incida sobre a não-palavra, fizemos a apresentação de modo que o adjetivo recebesse o foco:

Informação apresentada primeiramente: Um pakê **lindo** passou;

Pergunta pressupondo uma resposta errônea: Um pakê **terrível** passou?;

Resposta esperada: Não, um pakê **lindo** passou.

3.1.2 – Coleta e preparação dos dados

Para as análises apresentadas neste estudo, foram coletados dados de 15 falantes universitários, na faixa de 20 a 35 anos, com 5 repetições de cada sentença com e sem foco. Testamos as vogais médias /e, ε, ɔ, o/, as vogais /e, o/ foram testadas nas posições tônica e pretônica, perfazendo um total de 270 sinais por falante.

A coleta foi realizada em sala tratada e em equipamento digital. A taxa de amostragem foi de 22 Khz.

Cada repetição foi posteriormente gravada como um arquivo de som. Em seguida, foi realizada uma transcrição para identificar as sequências V_1CV_2 . Então, cada sequência foi transformada em um arquivo distinto e feita uma transcrição de cada um deles para identificar as vogais a serem medidas. O programa *Praat* foi utilizado para fazer as medidas e as grades de texto (*text grids*) com as transcrições. As transcrições foram feitas manualmente em cada arquivo gerado. Para assegurarmos a precisão das medidas, utilizamos o mínimo de automação possível, só aplicando scripts para extração de formante quando testes de diferentes filtros e comparação de gráficos de LPC e FFT tornaram viável a sua utilização.

3.2 – Procedimento estatístico

3.2.1 – Problemas com a violação de pressupostos no uso da estatística

As investigações em linguagem, produção percepção de fala fazem um extenso uso de procedimentos estatísticos inferenciais. Tais procedimentos envolvem uma série de pressupostos, que devem ser cuidadosamente observados na tentativa de compatibilizar o método utilizado com as características do conjunto de dados do experimento. Infelizmente, como afirmam Max & Oghena (1999), uma revisão das publicações nessas áreas mostra que alguns pontos centrais envolvendo aqueles pressupostos são negligenciados pelos investigadores. Assim, os autores retomam dois pontos considerados os mais críticos para as áreas apontadas: a violação da esfericidade e o problema da definição e fixação das unidades experimentais no experimento.

O primeiro ponto, a violação da esfericidade, aplica-se a todos os procedimentos estatísticos inferenciais que fazem uso de medidas repetidas com 3 ou mais níveis de tratamento⁷. A esfericidade ocorre quando as diferenças entre os escores para todos os pares dos níveis do tratamento são homogêneos. Esta breve descrição esclarece por que esse item é tão importante quando se trabalha com medidas repetidas com 3 ou mais níveis de tratamento, pois, nos *designs* com apenas 2 níveis de tratamento, é relacionado apenas um conjunto de escores de diferenças; portanto, não há outro conjunto de escores de diferenças cujas variâncias devessem ser homogêneas às do primeiro.

O teste mais comum para detectar a violação da esfericidade é o teste de Mauchly⁸. Se o seu resultado for significativo, teremos a violação da esfericidade.

Se for desejado corrigir o teste F univariado, utiliza-se o "*epsilon*" de *Huynh-Feldt* ou de *Greenhouse-Geisser*. Lembrando que *F* é a razão entre os quadrados médios entre grupos e dentro dos grupos e que os graus de liberdade⁹ entre os grupos correspondem a "*k* - 1", enquanto dentro dos grupos correspondem a "*n* - *k* - 1". Para corrigir o valor de *F*, uma vez que se tenha percebido a falta de esfericidade, deve-se multiplicar o grau de liberdade entre os grupos pelo valor de *epsilon*. Para violações mais severas da esfericidade (*epsilon* < 0,75) o *epsilon* de *Greenhouse-Geisser*, mais conservador, deve ser utilizado.

No entanto, Max & Onghena mostram que testes como o Mauchly ou a correção dos graus de liberdade não são confiáveis para todos os casos.

⁷ Por exemplo, num determinado experimento, deseja-se analisar o comportamento de uma vogal diante de um determinado ambiente, então, o ambiente seria considerado o tratamento e cada configuração ambiental escolhida pelo pesquisador seriam os níveis.

⁸ (*Mauchly sphericity test*), testa a hipótese nula de que a matriz populacional de correlações é uma matriz identidade. Se o valor da estatística do qui-quadrado obtido é significativo então a matriz de correlações a ser analisada é não-aleatória.

⁹ Tecnicamente, a variância vem a ser a soma de todos os desvios dos dados amostrais, em relação à média, elevados ao quadrado, soma essa que depois é dividida por (*n*-1), ou seja, pelo número de graus de liberdade da amostra. Graus de liberdade, por sua vez, não é mais que o número total de dados da amostra, menos 1.

Uma alternativa viável apontada pelos autores seria o uso de medidas repetidas com análises de variância multivariadas (Manova) no lugar da univariada. Na Manova, cada novo evento de medição define uma nova variável independente. Devido às covariâncias entre as variáveis independentes estimadas não entrarem na computação do teste multivariado, esta estratégia não envolve violação da esfericidade. No entanto, um número de medidas repetidas maior do que o número de sujeitos invalida esse teste.

Além da Manova, Max & Onghna acrescentam o uso de um modelo misto (*mixed model*), um meio caminho entre as análises uni/multivariadas a ser utilizado em designs mais sofisticados.

Para explicar como a esfericidade pode ser violada, os autores apresentam um conjunto de dados fictícios para um experimento com 5 sujeitos, em que o comportamento das variáveis dependentes foi medido sobre 3 condições diferentes. A planilha do exemplo, abaixo, mostra os resultados de: (1) uma ANOVA efetuada com um número errado de graus de liberdade; (2) uma ANOVA com um número correto de graus de liberdade; (3) uma Manova; e (4) um modelo misto com uma matriz de covariância autoregressiva:

Sujeito	Condição 1	Condição 2	Condição 3
1	100	90	130
2	90	100	100
3	100	110	109
4	100	90	109
5	100	100	130
<ul style="list-style-type: none"> • ANOVA com graus de liberdade incorretos: F(2,8) = 4.73, p= 0.044 • ANOVA com grau de liberdade correto (corrigido com Huynh Feldt): F(1.59, 6.36) = 4.73, p=0.060 • MANOVA (Wilks's lambda): F(2,3) = 2.40, p=0.238 • Modelo Misto (MIXED model): F(1,4) = 6.58, p=0.062 			

Tabela 3. Resultados de 4 testes estatísticos utilizados para os mesmos dados. (fonte: Max&Onghena 1999).

Se um pesquisador escolher $\alpha=0.5$ como nível de significância, rejeitará a hipótese nula pelo primeiro resultado ($F(2,8) = 4.73, p= 0.044$). Mas, segundo os resultados da ANOVA com o número de graus de liberdade correto (corrigida com o teste de *Huynh Feldt*) ($F(1.59, 6.36) = 4.73, p=0.060$), da Manova ($F(2,3) = 2.40, p=0.238$) e do modelo misto (*MIXED model*) ($F(1,4) = 6.58, p=0,62$), estará cometendo um erro do tipo I. Mostra-se, assim, que a violação da esfericidade pode afetar o resultado do estudo de forma grave.

O segundo ponto destacado no trabalho de Max & Oghena é o problema da definição e fixação das *unidades experimentais* do estudo estatístico.

Muito freqüentemente, em designs de medidas repetidas, utiliza-se o termo *unidade experimental* sem enfatizar uma definição operacional para esse conceito. Numa análise de variância com medidas repetidas, a unidade experimental é entendida como a entidade designada por uma condição independentemente das outras entidades semelhantes. Na maioria dos estudos da linguagem, isso quer dizer que a cada unidade experimental corresponde a um sujeito, que é designado para um determinado grupo experimental e/ou é testado sob um número de condições experimentais diferentes.

Embora à primeira vista essa definição de unidade experimental pareça trivial, ela tem importantes implicações na análise dos dados obtidos através de análises estatísticas. Por exemplo, uma ANOVA, com observações independentes (design completamente aleatório) ou dependentes (como é o caso das medidas repetidas), sempre envolverá um número de pressupostos que devem ser observados. Muitos desses pressupostos são provavelmente violados quando a unidade experimental no conjunto de dados não corresponde individualmente aos sujeitos do estudo. Outros aspectos do design, tais como as repetições de um mesmo sujeito não podem ser tratadas como independentes.

Segundo os autores, esse pressuposto pode ser denominado “independência das observações” e é também conhecido como “independência dos efeitos do erro” (*error effects independence*).

Para entendê-lo, é preciso retomar a breve explicação computacional do texto de Max & Onghen sobre os *designs completamente aleatórios* e dos *designs aleatorizados em blocos* (do qual o design de medidas repetidas é um caso especial):

Para um design completamente aleatório temos:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_j + \varepsilon_{i(j)}$$

Onde, Y_{ij} é o escore para o sujeito i no nível de tratamento (i.e., grupo) j ; μ é a maior média das médias da população para os diferentes níveis de tratamento, é uma constante para todos os sujeitos do estudo; α_j é o efeito do tratamento para a população j , é uma constante para todos os sujeitos do grupo j ; $\varepsilon_{i(j)}$ é o *error effect*, um único valor para cada sujeito i no grupo j , e representa todos os efeitos que não são atribuídos ao nível de tratamento j , tais como os efeitos dos sujeitos, do acaso, dos erros de medidas e de outros efeitos incontroláveis.

Para um design com blocos aleatorizados temos:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_j + \pi_i + \varepsilon_{ij}$$

onde: Y_{ij} é o escore no bloco i e o nível de tratamento j (i.e., condição); Assim, para o design de medidas repetidas, Y_{ij} é o escore para o sujeito i na condição j ; μ é a maior média das médias da população para todas as combinações de blocos e níveis de tratamento, um constante para todos os escores do experimento; α_j é o efeito do tratamento para a população j (i.e, o efeito da condição), e é uma constante para todos os escores na condição j ; π_i é o efeito do bloco para a população i (i.e., efeitos dos sujeitos num design de

medidas repetidas), uma constante dentro de cada bloco/sujeito i ; ϵ_{ij} é o *error effect* e representa qualquer efeito não atribuído aos efeitos das condições ou dos blocos (e.g., efeitos dos sujeitos, acaso, erros de medição, e outros efeitos incontroláveis).

Os efeitos do erro (*error effects*) para os escores da análise são independentes em ambas as equações. Conseqüentemente, cada ponto incluído na análise deve corresponder a um escore relacionado a um sujeito (num design completamente aleatorizado) ou um sujeito numa condição particular (nos designs de medidas repetidas), pois, esses sujeitos são unidades experimentais que são amostradas independentemente e, no caso de designs completamente aleatorizados, também são designados independentemente para cada grupo. Isso significa que, nos *softwares* estatísticos, é esperado que cada caso do conjunto de dados corresponda a sujeitos diferentes e que cada sujeito contribua com dados para apenas um caso. Entrar com os dados de forma diferente, então, violará severamente os pressupostos subjacentes à computação matemática da análise de variância.

O pressuposto da independência dos efeitos de erro pode ser violado se os dados obtidos em cada uma das repetições individuais para cada um dos sujeitos (quando num experimento de produção de fala, os sujeitos fazem múltiplas repetições para atingirem a sequência alvo em uma mesma condição de taxa de elocução, p.ex.) constituir as unidades experimentais do estudo. Por essa razão, dizem Max & Onghena, a ANOVA não é recomendada para dados obtidos de um único sujeito ou em conjuntos de dados em que as múltiplas tentativas efetuadas por cada um dos sujeitos sejam consideradas unidades experimentais.

Segundo os autores, apesar de a literatura estatística contemporânea apresentar muitos estudos sobre o tema, as violações continuam a ocorrer com certa frequência nos estudos de linguagem, produção e percepção de fala. As violações nesses estudos ocorrem

tipicamente de duas maneiras. No primeiro caso, as múltiplas tentativas obtidas de múltiplos sujeitos são todas consideradas unidades experimentais separadas. O exemplo apresentado por Max & Oghena ilustra essa situação para um experimento utilizando um design completamente aleatorizado, assumindo que o pesquisador utilizou um software estatístico que interpreta cada linha como sendo um *case*. Assim, $n_1=6$ e $n_2=6$, ao invés da interpretação correta que seria $n_1=2$ e $n_2=2$:

Sujeito	Grupo	Tentativa	Escore
1	1	1	$\neq Y_{11}$
1	1	2	$\neq Y_{11}$
1	1	3	$\neq Y_{11}$
2	1	1	$\neq Y_{21}$
2	1	2	$\neq Y_{21}$
2	1	3	$\neq Y_{21}$
3	2	1	$\neq Y_{12}$
3	2	2	$\neq Y_{12}$
3	2	3	$\neq Y_{12}$
4	2	1	$\neq Y_{22}$
4	2	2	$\neq Y_{22}$
4	2	3	$\neq Y_{22}$

Obs: o sinal \neq antes de cada escore é usado para indicar que os valores obtidos não devem corresponder ao escore de cada unidade experimental Y_{ij} (i.e., sujeito i no grupo j ou sujeito i na condição j) como descrito pelas equações dos modelos experimentais apresentados pelos autores.

Tabela 4. Exemplo de desenho aleatorizado em que as múltiplas tentativas de múltiplos sujeitos são colocadas como unidades experimentais sepadas. (fonte: Max&Oghena 1999).

Nesse exemplo, os *efeitos do erro* não são independentes entre as unidades experimentais. Como se observa, os escores dos três primeiros casos são todos obtidos de um mesmo sujeito e os escores do quarto até o sexto caso são todos obtidos do segundo sujeito no mesmo grupo. Como os *efeitos do erro* são em sua grande parte determinados

pelas características individuais dos sujeitos, a concepção de que os *efeitos dos erros* devem ser independentes para cada uma das unidades experimentais não se sustenta na situação apresentada no exemplo acima.

Violar a independência dos efeitos do erro produz resultados dúbios ou não confiáveis.

A segunda situação, apontada pelos autores, em que os mesmos problemas costumam ocorrer é quando ANOVAs separadas são preparadas para cada um dos sujeitos. Alguns questionamentos específicos são freqüentemente investigados através de estudos como um número bastante limitado de sujeitos (às vezes 2 ou 3). Freqüentemente, esses estudos são analisados com ANOVAs para medidas repetidas, aplicadas separadamente para cada sujeito. Assim, cada ANOVA aplicada corresponde à performance de um indivíduo sob diferentes condições (diferentes taxas de elocução ou diferentes ambientes vocálicos e consonantais, p. ex.) e os *casos* correspondem às repetições feitas pelos sujeitos sob todas as condições estabelecidas. Esquemáticamente, o design pode ser resumido dessa maneira:

Sujeitos	Tentativas	Escore cond. 1	Escore cond. 2	Score cond. 3
1	1	$\neq Y_{11}$	$\neq Y_{12}$	$\neq Y_{13}$
1	2	$\neq Y_{21}$	$\neq Y_{22}$	$\neq Y_{23}$
1	3	$\neq Y_{31}$	$\neq Y_{32}$	$\neq Y_{33}$
1	4	$\neq Y_{41}$	$\neq Y_{42}$	$\neq Y_{43}$
1	5	$\neq Y_{51}$	$\neq Y_{52}$	$\neq Y_{53}$
1	6	$\neq Y_{61}$	$\neq Y_{62}$	$\neq Y_{63}$

Tabela 4. Exemplo de desenho aleatorizado em que as múltiplas tentativas de um único sujeito são colocadas como unidades experimentais separadas. (fonte: Max&Onghe 1999).

Nesse exemplo, a ANOVA é novamente utilizada como se cada uma das tentativas de cada um dos sujeitos constituíssem uma unidade experimental. Essa situação é bastante

similar ao primeiro exemplo apresentado por Max & Onghena e, pelas mesmas razões, violará o princípio da independência dos efeitos do erro.

Os autores ainda apresentam outro problema que pode comprometer a acuidade das análises estatísticas. Vimos na breve explicação matemática que o efeito do bloco (o efeito dos sujeitos em uma análise de medidas repetidas) associado com a população i é considerado uma constante dentro de cada bloco. Embora constante, esse efeito é assumido como sendo distribuído normalmente e independentemente através dos blocos. Se a unidade experimental de uma análise corresponde às múltiplas repetições feitas por apenas um sujeito, então a equação para um design de medidas repetidas não pode ser aplicada. Em tal situação, o efeito do bloco (freqüentemente referido como o *efeito do sujeito* ou fator *intra-sujeitos* no design de medidas repetidas) pode na verdade estar refletindo o efeito de uma repetição, pois, os casos são formados por cada repetição ao invés de sujeitos. O problema resultante é que, em tais circunstâncias, não se pode assumir *a priori* que esses efeitos são distribuídos normalmente através das unidades experimentais, como poderia ser o caso para os efeitos dos sujeitos associados com sujeitos amostrados independentemente. Uma melhora sistemática na performance devido à prática, ou uma piora devido à fadiga, são dois exemplos de fatores que poderiam afetar o efeito do bloco.

O trabalho de Max & Onghena aponta que há ainda uma outra questão problemática nos experimentos com ANOVA para dados obtidos de várias repetições de cada sujeito. Trata-se de o método de entrada ser associado a um valor N que não reflete corretamente o número atual de unidades experimentais. O resultado será um número incorreto de graus de liberdade para o *termo do erro* (a *soma dos quadrados intra-grupos* nos designs completamente aleatorizados ou a *soma dos quadrados residuais* nos designs de medidas repetidas). Por exemplo, considerar cada uma das cem tentativas feitas por um sujeito em

três condições diferentes como uma unidade experimental resultará em um resultado falso, com um excessivo número de graus de liberdade para o *termo do erro*. Por outro lado, esse grande número de graus de liberdade pode ocorrer em combinação com uma redução da própria *soma dos quadrados do erro* (SSE), uma vez que todos os dados são obtidos do mesmo sujeito. Parece razoável esperar que, em muitas instâncias, a variância do *erro* associada com a diferença das repetições de um único sujeito deve ser menor que a variância do *erro* associado com a resposta média obtida de um grupo de diferentes indivíduos.

Para finalizar, os autores dão o exemplo de um conjunto de dados que consiste em escores de algumas variáveis dependentes (deslocamento do lábio superior, p. ex.) de 5 sujeitos (falantes normais), que fizeram 3 repetições (produção de uma palavra alvo em uma frase veículo, p. ex.) sob 3 condições (3 frases veículos com acentos frásais diferentes):

Sujeito	Repetição	Condição 1	Condição 2	Condição 3
1	1	8	8	10
1	2	9	9	9
1	3	8	7	10
2	1	9	10	8
2	2	10	9	9
2	3	9	13	9
3	1	8	12	10
3	2	7	7	9
3	3	7	9	7
4	1	6	8	12
4	2	8	10	9
4	3	9	10	10
5	1	7	11	8
5	2	6	18	11
5	3	7	8	9
ANOVA com Huynh-Feldt correto ($\epsilon=1$):		F(2, 28) = 5,63, p= .009		
MANOVA (Wilks's Lambda):		F(2,13) = 6.24, p= .013		
MIXED model (matrix de variância autoregressiva):		F(1, 14) = 7.12, p= .018		

Tabela 5. Exemplo de desenho em que as múltiplas tentativas dos sujeitos, diante de cada uma das condições do experimento, são consideradas unidades experimentais separadas. (fonte: Max&Ongheña 1999).

A planilha acima ilustra um exemplo de dados entrados incorretamente. Nela, cada uma das múltiplas tentativas dos sujeitos, diante de cada uma das condições, são consideradas unidades experimentais separadas. Os resultados dos três testes efetuados são significativos. No entanto, na planilha abaixo, montada corretamente, os resultados dos testes não são significativos. Nela, os dados são organizados num design 3x3 (3 condições e suas respectivas 3 repetições).

	Condição 1			Condição 2			Condição 3		
Suj.	rep.1	rep. 2	rep.3	rep.1	rep. 2	rep.3	rept.1	rep. 2	rep.3
1	8	9	8	8	9	7	10	9	10
2	9	10	9	10	9	13	8	9	9
3	8	7	7	12	7	9	10	9	7
4	6	8	9	8	10	10	12	9	10
5	7	6	7	11	12	8	8	11	9
ANOVA com Huynh-Feldt correto ($\epsilon=1$):							F(2, 8) = 4.02, p= .062		
MANOVA (Wilks's Lambida):							F(2,3) = 3.30, p= .175		
MIXED model (matrix de variância autoregressiva):							F(1, 4) = 2.49, p= .190		

Tabela 6. Exemplo de desenho em que as múltiplas tentativas dos sujeitos, diante de cada uma das condições do experimento foram montadas corretamente, mostrando que o resultado do teste foi significativo. (fonte: Max&Onghena 1999).

3.2.2 – Sobre os desenhos estatísticos utilizados na pesquisa

Como vimos anteriormente, a re-análise dos dados do mestrado mostrou a necessidade de se aumentar o número de sujeitos testados para que pudéssemos dizer mais sobre os efeitos investigados.

Para fazer um cálculo aproximado, utilizamos o *Power Analysis* do programa *Statistica 6.0*, que nos dava um valor de 18 sujeitos para um poder de 0,80. Assim, estabelecemos o número mínimo de 20 sujeitos para os experimento.

As análises estatísticas efetuadas no conjunto de dados de 6 falantes femininos tiveram um caráter exploratório, permitindo, assim, que se observasse a robustez dos achados das etapas anteriores do estudo e identificasse os possíveis erros de análises. Dessa forma, optamos por comparar 5 modelos de análises estatísticas, que denominamos da seguinte maneira:

- (a) GLM, com as repetições e sujeitos dispostos como caso, como é comum na literatura da área;
- (b) -VC (Variance Components), análise de modelo misto, com a variável *sujeito* como fator aleatório.
- (c) - GLM-CF, com as repetições dispostas como variáveis e os sujeitos como caso, somente com os dados com a variável independente *foco*;
- (d) - GLM – SF, com as repetições dispostas como variáveis e os sujeitos como caso, somente os dados com a variável independente *sem foco*;
- (e) - GLM – MD, efetuada com as médias das repetições como variáveis e os sujeitos como caso;

Cada um desses modelos exigiu diferentes desenhos de planilhas, dessa forma os dados das planilhas principais tiveram que ser cuidadosamente dispostos das diversas maneiras que os modelos estatísticos exigiam.

3.2.2.1 - GLM com as repetições como caso

As planilhas do método de análise GLM, com as repetições como casos foram montadas com a seguinte disposição:

Suj.	Rep.	Sem foco						Sem foco						
		i		a		u		i		a		u		
		p	t	k	p	t	k	p	t	k	p	t	k	p

Os valores dos formantes foram, assim, separados em 3 níveis de tratamento. O primeiro nível dos valores com foco e sem foco, o segundo dos valores com as vogais /i,a,u/ e o terceiro nível com as consoantes /p, t, k/. Como este é recorrente na literatura, apesar de receber críticas de alguns estatísticos, já apontadas em textos anteriores (Max & Onghena 1999), resolvemos realizá-lo, a fim de deixar claros os seus problemas.

Nessas condições o método GLM faz um teste multivariado, ou seja, compara todos os níveis presentes. O GLM, também fará uma análise univariada. Nesse tipo de análise é importante saber se o pressuposto da esfericidade não está sendo violado. Nos modelos de análise de variância, a esfericidade refere-se à igualdade das variâncias entre os níveis dos tratamentos. Para identificá-la, calculam-se as diferenças entre cada de níveis das medidas repetidas e calcula-se a diferença dos escores obtidos. A esfericidade requer que as variâncias de cada um dos conjuntos de diferenças não sejam significativamente diferentes entre si.

Para identificar a violação da esfericidade utilizamos o teste de Mauchly. A tabela abaixo mostra os resultados para o este teste com medidas repetidas, efetuado com as vogais /i,a,u,/ como variáveis independentes. Nas tabelas abaixo, “N” refere-se aos resultados não significativos, “S” aos significativos. No teste de Mauchly, um resultado significativo significa que foi violado o pressuposto da esfericidade.

Testes de Esfericidade de Mauchley para as vogas médias e /i,a,u/ como var. independentes no teste GLM											
Variável independente	Sg	W	λ^2	df	p	Variável independente	Sg	W	λ^2	df	p
F1-/e/ - pret.	N	0,9950	0,1351	2	0,9347	F2-/e/ - pret.	N	0,8549	4,2322	2	0,1205
F1-/e/ - ton.	N	0,8939	3,0296	2	0,2199	F2-/e/ - ton.	N	0,9883	0,3181	2	0,8529
F1-/o/-pret.	S	0,6940	9,8621	2	0,0072	F2-/o/ - pret.	N	0,9971	0,0783	2	0,9616
F1-/o/- ton	S	0,6834	10,278 7	2	0,0059	F1-/o/-ton	N	0,9866	0,3641	2	0,8336
F1-/ε / - ton.	S	0,6611	11,174 7	2	0,0037	F2-/ε / ton	S	0,5745	14,9649	2	0,0006
F1-/ɔ / - ton.	N	0,8664	3,8734	2	0,1442	F2-/o/-ton.	S	0,7039	9,4791	2	0,0087

Tabela 7. Resultados dos testes de esfericidade nos testes com GLM efetuados para s vogais médias em V1, com /i,a, u/ em V2 como variáveis independentes.

Nos resultados do teste de esfericidade, podemos observar que as variâncias entre os escores dos 3 níveis (i,a,u) da variável independente *vogal* não obedecem ao pressuposto de esfericidade em uma grande parte dos resultados. Há, portanto, já aqui algumas razões para rejeitar esse desenho.

Como vimos, há o problema, apontado por Max e Onghena, do método de entrada ser associado a um valor *N* que não reflete corretamente o número atual de unidades experimentais. Assim, nesta análise exemplificando ANOVA de medidas repetidas, cada uma das 5 repetições feitas pelos sujeitos entraram como um caso, como se fossem unidades experimentais diferentes, provocando um resultado não confiável, com um excessivo número de graus de liberdade para o *termo do erro*.

3.2.2.2 – GLM com repetições como *variáveis*

Como vimos, havia a necessidade de eliminar possíveis efeitos causados pelas repetições de um mesmo sujeito tratadas como unidades experimentais separadas. Para isso, criamos uma análise em que as repetições seriam postas como variável e cada sujeito entraria como um caso, ou seja, cada sujeito seria uma unidade experimental diferente. Para isso as planilhas foram montadas conforme o esquema abaixo:

Sujeito1	Repetição								
	V			V			V		
	C	C	C	C	C	C	C	C	C
Sujeito2	Repetição								
	V			V			V		
	C	C	C	C	C	C	C	C	C
Sujeito...	Repetição								
	V			V			V		
	C	C	C	C	C	C	C	C	C

Tabela 8. Esquema das planilhas utilizadas nos testes de GLM.

Nessa configuração os tratamentos se combinam em 3 níveis, possibilitando que cada efeito das variáveis independentes possam ser observados. Também, em relação ao teste anterior, as análises foram feitas separadamente, de acordo com a variável independente *foco*. Isso se fez necessário pois, se incluíssemos essa variável independente teríamos que dobrar o número de variáveis da planilha, ficando inviável do ponto de vista estatístico, já que teríamos muito poucos casos para uma grande quantidade de variáveis a serem testadas.

Também fizemos o teste de esfericidade para os resultados dos testes com essa configuração.

Testes de Esfericidade de Mauchley para as vogas médias e /i,a,u/ como var. independentes na configuração GLM-CF											
Variável independente	Sg	W	λ^2	df	p	Variável independente	Sg	W	λ^2	df	p
F1-/e/ - pret.	N	0,7196	1,3160	2	0,5179	F2-/e/ - pret.	S	0,2328	5,8296	2	0,0542
F1-/e/ - ton.	S	0,1282	8,2176	2	0,0164	F2-/e/ - ton.	N	0,7796	0,9959	2	0,6078
F1-/o/ - pret.	N	0,6575	1,6771	2	0,4323	F2-/o/ - pret.	N	0,3478	4,2243	2	0,1210
F1-/o/ - ton.	S	0,2241	5,9824	2	0,0502	F2-/o/ ton	N	0,7673	1,0594	2	0,5888
F1-/ε/ - ton.	N	0,7217	1,3045	2	0,5209	F2-/ε/ - ton.	N	0,3293	4,4437	2	0,1084
F1-/ɔ/ - ton	N	0,9547	0,1854	2	0,9114	F2-/ɔ/ - ton	N	0,7950	0,9178	2	0,6320

Tabela 9. Resultados dos testes de esfericidade nos testes de GLM com as repetições dispostas como variáveis e os sujeitos como caso - somente com os dados com a variável independente foco. Efetuados para s vogais médias em V1, com /i,a, u/ em V2 como variáveis independentes.

Testes de Esfericidade de Mauchley para as vogas médias e /i,a,u/ como var. independentes na configuração GLM-SF											
Variável independente	Sg	W	λ^2	df	p	Variável independente	Sg	W	λ^2	df	p
F1-/e/ - pret.	N	0,4514	3,1816	2	0,2038	F2-/e/ - pret.	N	0,9748	0,1019	2	0,9503
F1-/e/ - ton.	N	0,5050	2,7328	2	0,2550	F2-/e/ - ton.	N	0,8560	0,6218	2	0,7328
F1-/o/ - pret.	N	0,4124	3,5428	2	0,1701	F2-/o/ - pret.	N	0,9985	0,0062	2	0,9969
F1-/o/ - ton.	N	0,9046	0,4009	2	0,8184	F2-/o/ ton	N	0,7673	1,0594	2	0,5888
F1-/ε/ - ton.	N	0,5614	2,3091	2	0,3152	F2-/ε/ - ton.	S	0,1301	8,1590	2	0,0169
F1-/ɔ/ - ton	S	0,1987	6,4640	2	0,0395	F2-/ɔ/ - ton	N	0,5190	2,6232	2	0,2694

Tabela 10. Resultados dos testes de esfericidade nos testes de GLM-SF com as repetições dispostas como variáveis e os sujeitos como caso - somente os dados com a variável independente *sem foco*. Efetuados para s vogais médias em V1, com /i,a, u/ em V2 como variáveis independentes.

Comparado com o teste de GLM com as repetições como *casos* (tabela 7), os testes de esfericidade com as repetições dispostas como *variáveis* e os sujeitos como caso (tabela 9 e 10) apresentaram apenas 2 resultados de violação para os dados *com foco* e 2 para os dados *sem foco*. Isso mostra uma maior confiabilidade dos resultados desse segundo desenho em relação ao anterior.

3.2.2.3 - GLM com as médias das repetições como variáveis

Se fossemos contar o número das combinações entre os níveis das variáveis independentes, teríamos a variável *foco* com 2 fatores, a variável *vogal* com 3 fatores e a variável *consoante* com 3 fatores. Nos testes em que foram incluídas as repetições como variável, foi acrescentada ainda a variável *repetição*, com 5 fatores. Fazendo os cálculos para o número de combinações teríamos $5 \times 2 \times 3 \times 3 = 90$. Esse número é realmente grande para o número de sujeitos que foi analisado e a solução foi dividir os dados de acordo com a variável *foco*, ficando, assim, 40 variáveis, o que ainda é muito. Para a literatura estatística uma amostra válida é aquela em que o número de casos é necessariamente maior que número de variáveis.

Uma forma de diminuir o número de variáveis é trabalhar com as médias das repetições, utilizando o mesmo design com os sujeitos como caso, ou seja, como unidades experimentais distintas. Utilizamos a média aritmética das 5 repetições de cada sujeito. Dessa, pudemos incluir, a título de teste, novamente a variável preditora *foco* no desenho. Ela havia ficado fora do desenho estatístico com cada repetição como variável.

Também efetuamos os teste Mauchly para esse novo design, cujos resultados podem ser conferidos na tabela 11.

Testes de Esfericidade de Mauchley para as vogas médias e var.ind. /i,a,u/ - GLM p/ as médias das repetições											
Variável independente	Sg	W	λ^2	df	p	Variável independente	Sg	W	λ^2	df	p
F1-/e/ - pret.	N	0,985075	0,06015	2	0,970372	F2-/e/ - pret.	N	0,599298	2,04799	2	0,359158
F1-/e/ - ton.	S	0,106076	8,97440	2	0,011252	F2-/e/ - ton.	N	0,983261	0,06752	2	0,966802
F1-/o/-pret.	S	0,155337	7,44863	2	0,024130	F2-/o/ - pret.	S	0,085466	9,83853	2	0,007305
F1-/o/ - ton.	N	0,944146	0,22990	2	0,891412	F2-/o/ ton	N	0,684148	1,51832	2	0,468058
F1-/ɛ/ - ton.	N	0,502451	2,75303	2	0,252457	F2-/ɛ/ - ton.	S	0,092992	9,50098	2	0,008647
F1-/ɔ/ - ton	N	0,573438	2,22442	2	0,328831	F2-/ɔ/ - ton	N	0,629165	1,85345	2	0,395849

Tabela 11. Resultados dos testes de esfericidade nos testes de GLM-SF com as médias das repetições de cada sujeito dispostas como variáveis e os sujeitos como caso. Efetuados para s vogais médias em V1, com /i,a, u/ em V2 como variáveis independentes.

Como introduzimos mais uma variável no teste, era esperado que aumentassem os possíveis resultados positivos para a violação da esfericidade, pois tínhamos apenas 6 sujeitos na análise. Em contrapartida, vemos que os resultados com este teste seguiram o padrão apresentado nos testes anteriores.

3.2.2.4 – Componentes de variância (modelo misto)

Embora os modelos baseado no método GLM ofereça resultados confiáveis, a natureza das diferenças formânticas encontradas em nosso trabalho exige um número de sujeitos muito grande. Por outro lado, as diferenças individuais entre os sujeitos são ignoradas por modelos como o GLM. No tipo de experimento que realizamos neste projeto é importante saber quais são as variâncias produzidas pelas diferenças entre os sujeitos, uma vez que estamos colhendo da população uma amostra aleatória de sujeitos. Para realizar esse teste introduz-se o *sujeito* como variável aleatória.

O modelo de Componentes de Variância é baseado nos parâmetros correspondentes às variâncias aleatórias de um modelo estatístico. É também conhecido como “modelo misto”, pois, possibilita que se Análisem fatores aleatórios e fixos.

Sabemos que, ao fazer uma análise de variância, o pesquisador manipula dois tipos de fatores: os fixos, ou seja, fatores cujos tratamentos são fixados pelo pesquisador, e fatores aleatórios, cujos tratamentos são escolhidos aleatoriamente pelo pesquisador.

Em Ciências Humanas, muitas vezes os estudos incluem fatores dos dois tipos. O modelo de Componentes de Variância permite que se verifiquem as interações entre os

fatores fixos e aleatórios através de diversos métodos de análise (MS, ML, REML, MIVQ e Bayesiano).

Assim, efetuamos esse método de análise no corpus para os dados dos 15 sujeitos.

Para isso, montamos as planilhas estatísticas da seguinte maneira:

sujeito	Gen	Foco	Cons.	vogal	F1	F2	F3	Dur
		com	p	i				
		com	t	a				
		com	k	u				
		sem	p	i				
		sem	t	a				
		sem	k	u				

Tabela 12. Disposição dos dados nas planilhas utilizadas para as análises de Componentes de Variância

Neste tipo de desenho, não temos uma covariância entre as variáveis dependentes.

Poderíamos fazer planilhas separadas pra cada uma e o resultado seria o mesmo para análise de componentes de variância.

Os resultados dos testes de componentes de variância apresentaram um ligeiro aumento na quantidade de resultados significativos, mas seguiram, de maneira geral, o padrão apresentado pelos testes anteriores.

4 – Resultados finais da pesquisa

4.1 – Efeitos das vogais adjacentes

4.1.2 – Vogais em posição pretônica

4.1.2.1 – Pretônicas /e, o/

Na posição pretônica, as análises efetuadas com as vogais médias /e,o/ apresentaram resultados significativos para a influência das vogais adjacentes (/i,a,u/) em posição tônica em suas configurações formânticas. Em F1, F2, F3 de /e/ e apenas em F1 de /o/. Os gráficos das médias mostram que os efeitos significativos V-V foram de assimilação da influência antecipatória das vogais em posição tônica.

A tabela 13 mostra que a vogal /e/ teve resultados positivos ($p > 0,05$) para F1, F2 e F3.

A vogal /o/ apresentou resultado positivo no teste estatístico apenas para F1.

Efeito « Vogal » - Teste de Componentes de Variância – sig. = $p < 0,05$						
			/e/ - pret.		/o/ - pret.	
	<i>Effect</i>	<i>df</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	<i>F</i>	<i>p</i>
F1	Fixed	2	9,408	0,001	8,790	0,001
F2	Fixed	2	25,740	0,000	0,145	0,866
F3	Fixed	2	28,023	0,000	0,228	0,798

Tabela 13 . Resultado do teste de variância para o efeito das vogais /i, a, u/ nas vogais médias do PB em posição pretônica.

Os valores médios de de F1 de /e/ com /i/ adjacente foi de 405 Hz, com /a/ 430 Hz e com /u/ 423 Hz. Para F2 de /e/, os valores foram de 2264 Hz com /i/ adjacente, 2170 Hz com /a/ e 2124 com /u/. Para F3 de /e/ foram 2932 com /i/, 2844 com /a/ e 2794 com /u/.

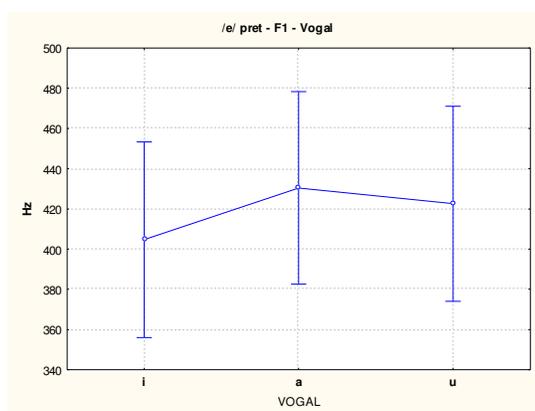
Os valores médios de F1 da vogal /o/ foram de 428 Hz com /i/ adjacente, 452 Hz com /a/ e 457 com /u/. Para F2: 905 Hz com /i/, 865 Hz com /a/ e 845 Hz com /u/. Para F3: 2765 Hz com /a/, 2794 com /a/ e 2803 com /u/.

Médias dos formantes com /i,a,u/ em V2						
	/e/			/o/		
	F1	F2	F3	F1	F2	F3
i	405	2264	2932	428	905	2765
a	430	2170	2844	452	865	2794
u	423	2124	2794	437	845	2803

Tabela 14. Médias de F1, F2 e F3 das vogais /e,o/ em posição pretônica com /i,a,u/ na posição tônica (V2).

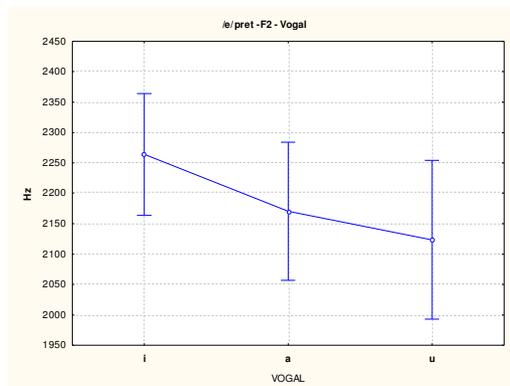
O gráfico 1, mostra que os valores médios de F1 para a vogal /e/ foram menores com /i/ na posição adjacente (V2) em comparação com /a/ ou /u/ na mesma posição (V2). Também constata-se diferença entre os valores de F1 de /e/ com /a/ em V2 e /u/ em V2.

A presença da vogal /i/ e V2 abaixa F1, portanto, a vogal /e/ assimilou o F1 baixo de /i/ em sua configuração formântica. O mesmo se pode dizer em comparação a /a/ e /u/, com relação as suas respectivas configurações formânticas.



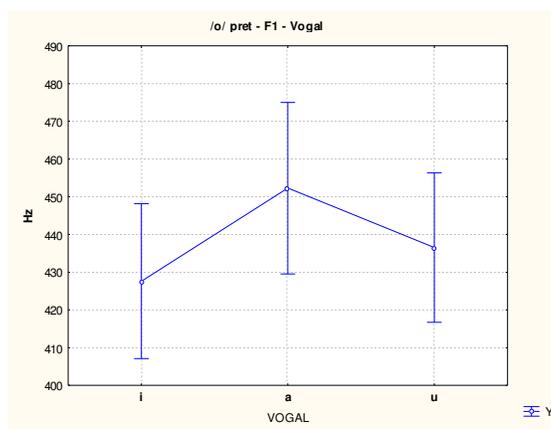
Graf 1. Médias de F1 de /e/ em posição pretônica.

No gráfico 2, podemos observar que o valor médio de F2 da vogal /e/ em posição pretônica (V1) com /i/ em V2 é mais alto quando comparado às vogais /a/ e /u/ em V2. Da mesma forma que em F1, o gráfico mostra que a vogal /e/ assimilou a configuração formântica das vogais adjacentes para seu segundo formante.



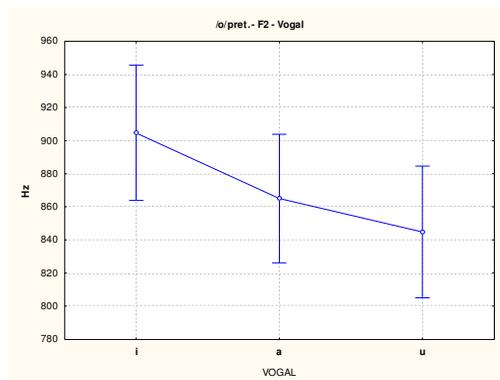
Graf 2. Médias de F2 de /e/ em posição pretônica.

Para a vogal /o/, podemos observar no gráfico 3 que, em F1, a presença da vogal /i/ na posição adjacente abaixou F1, principalmente com comparação com a vogal /a/ na mesma posição. Apontando para assimilação da configuração de F1 da vogal /o/ de acordo com configuração formântica da vogal adjacente.



Graf 3. Médias de F1 de /o/ em posição pretônica.

O gráfico 4, mostra que o valor médio do F2 de /o/ foi mais alto com /i/ adjacente, comparado com /a/ ou /u/ na mesma posição. Mostrando que, assim como para F1, houve assimilação da configuração formântica da vogal adjacente para F2 de /o/ em posição pretonica.



Graf 4. Médias de F2 de /o/ em posição pretônica.

4.1.2.2 - Pretônicas /i, a, u/

Os testes para as vogais /i, a, u/ em posição pretônica (V1) foram realizados com as vogais /e, ε, o, o/ em posição tônica (V2).

A tabela dos testes de componentes de variância (tabela 15), mostra que a vogal /i/ teve resultado positivo ($p > 0,05$) para F2 e F3. A vogal /a/ para F1 e F2 e a vogal /u/ para F1.

Teste de Componentes de Variância – sig. = $p < 0,05$						
	/i/ - pret		/a/ - pret		/u/ pret	
	F	p	F	p	F	p
F1	1,277	0,295	4,83	0,006	6,708	0,001
F2	8,81	0,001	58,92	0	1,202	0,321
F3	27,031	0,000	1,10111	0,359	1,188	0,326

Tabela 15. Resultado do teste de Componentes de variância para o efeito das vogais médias nas vogais /i,a,u/ nas posição pretônica.

Os valores médios de F1 de /i/ foram de 309 Hz com a vogal /e/ em posição adjacente, 315 com /ε/, 318 com /ɔ/ e 309 com /o/. Para F2: 2380 Hz com /e/, 2359 Hz com /ε/, 2325 Hz com /ɔ/ e 2325 Hz com /o/. Para F3: 3070 Hz com /e/, 3020 Hz com /ε/, 2911 Hz com /ɔ/ e 2930 Hz com /o/.

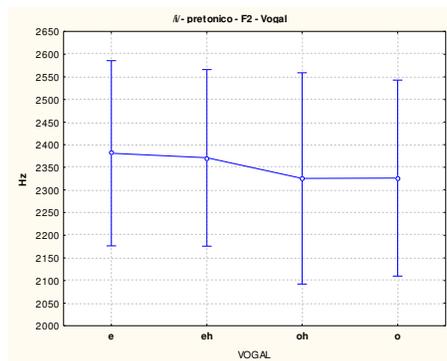
Para a vogal /a/, os valores médios para F1 foram 791 Hz com /e/, 799 Hz com /ε/, 790 Hz com /ɔ/ e 778 Hz com /o/. Para F2: 1410 Hz com /e/, 1394 Hz com /ε/, 1293 Hz com /ɔ/ e 1303 Hz com /o/. Para F3: 2593 Hz com /e/, 2601 Hz com /ε/, 2578 Hz com /ɔ/ e 2593 Hz com /o/.

A vogal /u/ apresentou, para F1, 354 Hz com /e/ em V2, 365 Hz com /ε/, 371 Hz com /ɔ/ e 355 Hz com /o/. Para F2: 844 Hz com /e/, 888 Hz com /ε/, 876 Hz com /ɔ/ e 877 Hz com /o/. Para F3: 2789 Hz com /e/, 2801 Hz com /ε/, 2821 Hz com /ɔ/ e 2818 Hz com /o/.

Médias Formantes de /i,a/u com /e,ε,ɔ, o/ em V2									
	/i/			/a/			/u/		
	F1	F2	F3	F1	F2	F3	F1	F2	F3
e	309	2380	3070	791	1410	2593	354	844	2789
ε	315	2359	3020	799	1394	2601	365	888	2801
ɔ	318	2325	2911	790	1293	2578	371	876	2821
o	309	2325	2930	778	1303	2593	355	877	2818

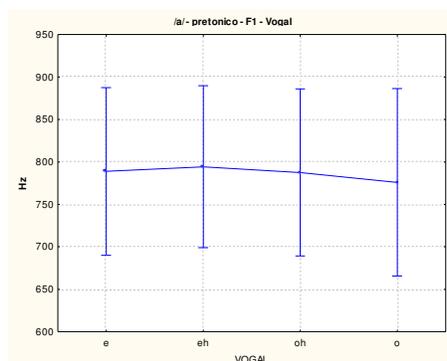
Tabela 16. Médias de F1, F2 e F3 das vogais /i, a, u/ em posição pretônica (V1) com as vogais /e, ε, ɔ, o/ na posição tônica (V2).

Como podemos observar no gráfico 5, os valores médios do F2 de /i/ foram maiores com as vogais /e/ e /ɛ/ em V2 quando comparados aos valores com as vogais /o/ e /ɔ/ na mesma posição. Indicando que houve a assimilação da configuração formântica da vogal adjacente para F1 de /i/ em posição pretônica.



Graf 5 . Médias de F2 de /i/ em posição pretônica

De acordo com o gráfico 6, o valores médios de F1 de /a/ na posição pretônica foram maiores com as vogais /e/ e /ɛ/ em V2 quando comparados aos valores com as vogais /o/ e /ɔ/ na mesma posição.

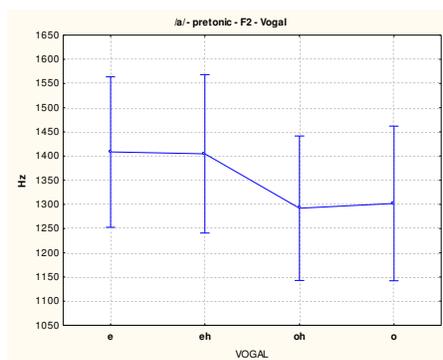


Graf 6. Médias de F1 de /a/ em posição pretônica

Como os valores em Hz da configuração formântica para F1 são mais baixos nas configurações formânticas de /e/ e /ɛ/ em comparação com /o/ e /ɔ/, o gráfico com a média dos valores não mostra diferenças significativas, no entanto, o teste de componentes de

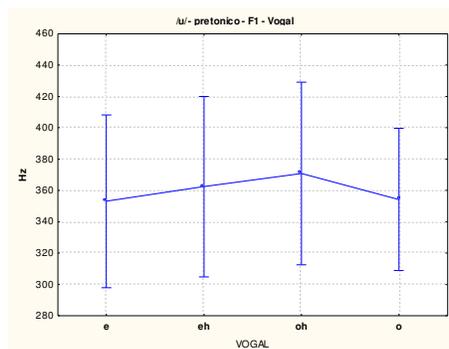
variância (tabela 15), que apresenta significância para as variância das médias do F1 de /a/ de acordo com as vogais adjacentes.

Para F2 de /a/ (gráfico 7), podemos observar valores médios maiores com /e/ e /ɛ/ adjacente, em comparação aos valores com /ɔ/ e /o/. Os valores do teste estatístico (tabela 15) indicaram significância para a variação de F2 de /a/ de acordo as vogais adjacentes.



Graf 7. Médias de F2 de /a/ em posição pretônica

A vogal /u/ apresentou significância apenas em F1 na posição pretônica. O gráfico 8 mostra que os valores médios de F1 de /u/ foram menores com as vogais /e/ e /ɛ/ adjacentes, quando comparado com a vogal /ɔ/ na mesma posição. No mesmo gráfico, podemos observar que o valor médio do F1 de /u/ mais baixo com /o/, comparado com o valor apresentado com vogal /ɛ/ na posição adjacente.



Graf 8. Médias de F1 de /u/ em posição pretônica

4.1.2 – Vogais em posição tônica

4.1.2.1 – Tônicas /e, ε, ɔ, o/

Utilizando o modelo de Componentes de Variância, obtivemos resultados significativos para os efeitos da Vogal Adjacente nas vogais tônicas médias (tabela 17). Para a vogal /e/ e /ε/ os resultados significativos foram para os formantes F2 e F3. Para as vogais /ɔ/ e /o/ somente em F1.

	Teste de Componentes de Variância – sig. = p < 0,05							
	/e/ - ton		/ε/ - ton		/ɔ/ - ton		/o/ - ton	
	F	p	F	p	F	p	F	p
F1	3,2962	0,051	2,684	0,086	3,725	0,037	8,790	0,001
F2	5,28664	0,011	7,2611	0,003	1,269	0,297	0,145	0,866
F3	9,73972	0,000	10,779	0,000	0,104	0,902	0,228	0,798

Tabela 17. Resultado do teste de variância para o efeito das vogais /i, a, u/ nas vogais médias do PB em posição tônica.

Os valores médios da vogal /e/ em V2 (nas sequências pV₁CV₂), com /i, a, u/ na posição adjacente, foram: para F1, 433 Hz com /i/, 424 Hz com /a/ e 429 Hz com /u/. Para F2, 2290 Hz com /i/, 2319 Hz com /a/ e 2258 com /u/. Para F3, 2980 Hz com /i/, 2992 Hz com /a/ e 2917 com /u/.

Para a vogal /ε/ em V2 (nas sequências pV₁CV₂) os valores médios, com /i, a, u/ na posição adjacente, foram: para F1, 604 Hz com /i/, 594 Hz com /a/ e 600 Hz com /u/. Para F2, 2111 Hz com /i/, 2158 Hz com /a/ e 2085 com /u/. Para F3, 2849 Hz com /i/, 2904 Hz com /a/ e 2809 com /u/.

Os valores médios da vogal /ɔ/ em V2 (nas sequências pV₁CV₂), com /i, a, u/ na posição adjacente, foram: para F1, 634 Hz com /i/, 623 Hz com /a/ e 634 Hz com /u/.

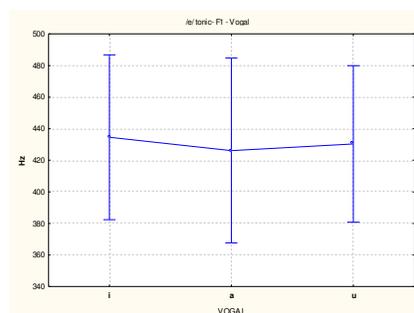
Para F2, 1030 Hz com /i/, 1021 Hz com /a/ e 1020 com /u/. Para F3, 2695 Hz com /i/, 2691 Hz com /a/ e 2695 com /u/.

Os valores médios da vogal /o/ em V2 (nas sequências pV₁CV₂), com /i, a, u/ na posição adjacente, foram: para F1, 447 Hz com /i/, 434 Hz com /a/ e 444 Hz com /u/. Para F2, 908 Hz com /i/, 909 Hz com /a/ e 916 com /u/. Para F3, 2762 Hz com /i/, 2772 Hz com /a/ e 2761 com /u/.

Médias Form. vogais medias em posição tônica, com /i,a, u/ em V1												
	/e/-ton			/ɛ/- ton			/ɔ /-ton			/o/-ton		
	F1	F2	F3	F1	F2	F3	F1	F2	F3	F1	F2	F3
i	433	2290	2980	604	2111	2849	634	1030	2695	447	908	2762
a	424	2319	2992	594	2158	2904	623	1021	2691	434	909	2772
u	429	2258	2917	600	2085	2809	634	1020	2695	444	916	2761

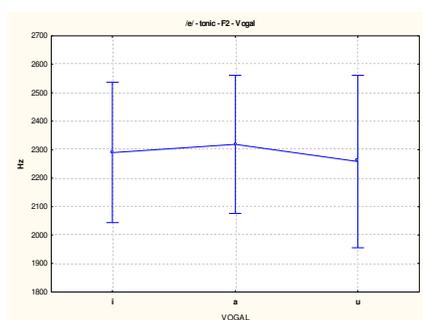
Tabela 18 . Médias das vogais /e, ɛ, ɔ, o/ em posição tônica (V2) com /i,a, u/ em posição prétonica.

Para a vogal /e/ em posição tônica, o gráfico 9 mostra que o valor médio de F1 foi maior com /i/ na posição adjacente em comparação com /a/ na mesma posição. Podemos notar, também, que a diferença entre os valores do F1 de /e/ com /a/ é menor do que a diferença entre /a/ e /i/. No entanto, os resultados do teste estatísticos deram uma significância de p=0,051, o que representa uma significância marginal, apontando para dissimilação da configuração formântica do F1 de /e/ em posição tônica em relação à vogal adjacente.



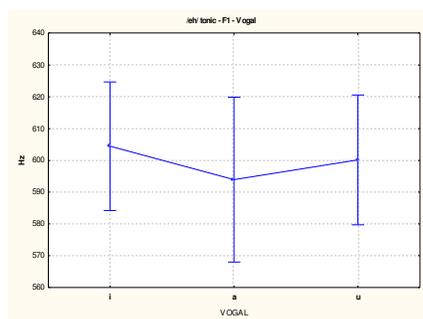
Graf. 9 . Médias de F1 de /e/ em posição tônica.

Para o F2 de /e/ em posição tônica, o gráfico 10 mostra que o valor médio com /a/ na posição adjacente (pretônica), foi maior do que o valor médio com /i/ na mesma posição. Como a configuração formântica de /a/ possui um F2 mais baixo que o apresentado na configuração de /i/, o resultado aponta para dissimilação. A diferença entre /a/ e /u/ mostra que com /u/ na posição adjacente, o valor do F2 de /e/ é mais baixo do que /a/. O que indica assimilação, uma vez que /u/ apresenta, em sua configuração formântica, um F2 mais baixo do que /a/.



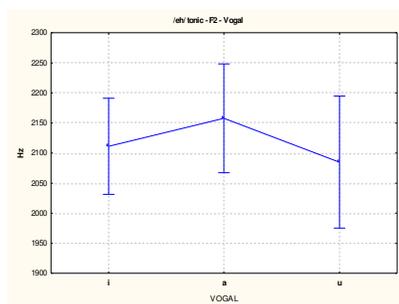
Graf. 10. Médias de F2 de /e/ em posição tônica.

Para a vogal /ε/ m posição tônica, os testes não apresentaram significância para F1, Embora o gráfico 11 apresente uma diferença entre os valores médios com /i/ e /a/ na posição adjacente.



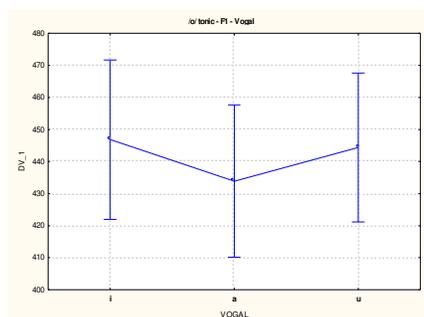
Graf. 11. Médias de F1 de /ε/ em posição tônica.

Para o F2 de /ε/ em posição tônica, o gráfico 12 mostra que os valores com /i/ na posição adjacente são menores do que os valores com /a/ na mesma posição. Indicando uma dissimilação da configuração formântica de /ε/ em relação às vogais adjacentes /i,a/. A vogal /u/ em V2 abaixou F2, em relação à /a/ e /i/.



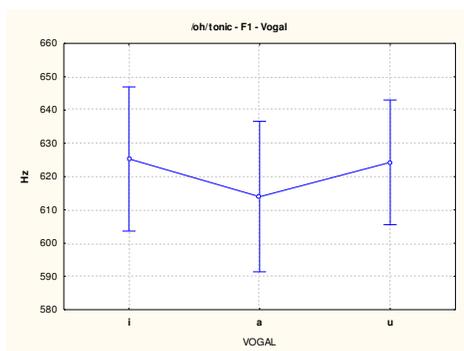
Graf. 12. Médias de F2 de /ε/ em posição tônica.

A vogal /o/, em posição tônica, apresentou significância apenas em F1. O gráfico das médias de F1 (graf. 13) para esta vogal, mostra que os valores médios com /i/ na posição adjacente subiram em relação à /a/ na mesma posição. Apontando para um efeito dissimilatório em relação às influências perseveratórias das vogais adjacentes (pretônica). O mesmo ocorrendo com os valores médios com a vogal /u/ na posição adjacente, no qual os valores de F2 ficaram acima do valor observado com /a/ na mesma posição, indicando dissimilação.



Graf. 13. Médias de F1 de /o/ em posição tônica.

A vogal /ɔ/ em posição tônica, apresentou significância apenas em F1. O gráfico das médias de F1 para esta vogal (Graf. 14), mostra que os valores médios com /i/ na posição adjacente foram maiores com /i/, quando comparados aos valores com /a/ na mesma posição. Indicando dissimilação da configuração formântica das vogais /i/ e /a/ adjacentes. Os valores médios do F1 de /ɔ/ com /u/ na posição adjacente ficaram acima do valor observado com /a/.



Graf. 14. Médias de F1 de /ɔ/ em posição tônica.

4.1.2.2 - Tônicas /i, a, u/

Os testes para as vogais /i, a, u/ em posição tônica (V2) foram realizados com as vogais /e, o / em posição pretônica (V1). Os resultados (tabela 19) mostraram que houve significância apenas para o segundo formante da vogal /a/ ($p=0,009$).

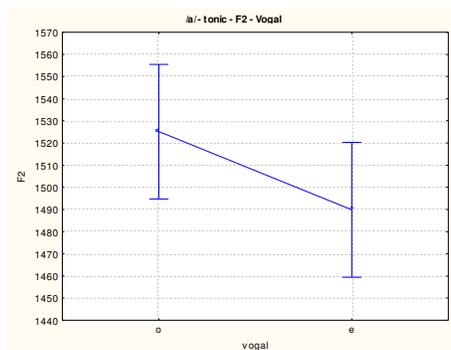
	Teste de Componentes de Variância – sig. = $p < 0,05$					
	/a/ - ton		/i/ - ton		/u/ - ton	
	F	p	F	p	F	p
F1	0,851	0,372	4,409	0,054	11,494	0,054
F2	9,019	0,009	1,824	0,198	1,569	0,231
F3	1,427	0,252	2,023	0,177	0,024	0,880

Tabela 19. Resultado do teste de Componentes de variância para o efeito das vogais médias nas vogais /i,a,u/ em posição tônica.

Médias Formânticas /i, a, u/ em posição tônica, com /e,o/ adjacentes em V1									
	/i/-ton			/a/-ton			/u/-ton		
	F1	F2	F3	F1	F2	F3	F1	F2	F3
e	293	2451	3199	859	1490	2629	338	818	2783
o	288	2475	3232	855	1525	2648	327	866	2792

Tabela 20. Médias de F1, F2 e F3 das vogais /i, a, u/ em posição tônica (V2), com as vogais /e, o/ na posição pretônica (V1).

O gráfico 15 mostra que o valor médio do F2 de /a/ com /o/ na posição adjacente (V1) foi maior em comparação com /e/ na mesma posição.



Graf. 15. Médias de F2 de /a/ em posição tônica

4.2 - Efeitos do *Foco*

O corpus foi coletado tendo em vista os efeitos das vogais testadas na condição de foco (fala hiperarticulada) e sem o foco. No teste de significância das diferenças entre as médias aplicamos o teste Componentes de Variância (Varcomp) para o efeito do foco.

4.2.1 – Efeito do foco nas vogais pretônicas

4.2.1.1 – Efeito do foco nas vogais /e, o/ em posição pretônica

A tabela 21 mostra que todos os formantes analisados (F1, F2 e F3) das vogais /e/ e /o/ apresentaram significância ($p < 0,001$) para as diferenças entre as sequências *com* e *sem* foco.

Teste de Componentes de Variância – Foco - Pretônicas						
			/e/ - pret.		/o/ - pret.	
	<i>Effect</i>	<i>df</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	<i>F</i>	<i>p</i>
F1	Fixed	1	91,736	0,000	13,764	0,000
F2	Fixed	1	15,493	0,000	97,528	0,000
F3	Fixed	1	39,645	0,000	24,394	0,000

Tabela 21. Resultado do teste de Componentes de variância para o efeito do foco nas vogais médias em posição pré- tônica.

A vogal /e/ apresentou média de 437 Hz em F1, *com* foco e 401 *sem* foco. Para F2, a vogal /e/ apresentou 2207 Hz com foco e 2165 Hz sem foco. Para F3, 2853 Hz com foco e 2782 Hz sem foco (tabela 22).

A vogal /o/ apresentou média de 438 Hz em F1 com foco e 446 Hz sem foco. O F2 de /o/ com foco teve média de 856 com foco e 966 sem foco e F3 apresentou média de 2786 com foco e 2744 sem foco (tabela 22).

Médias dos formantes vogais /e, o/ com ou sem foco						
	/e/- pret			/o/ - pret		
	F1	F2	F3	F1	F2	F3
com	437	2207	2853	438	856	2786
sem	401	2165	2782	446	966	2744

Tabela 22. Médias de F1, F2 e F3 das vogais /e,o/ em posição pretônica (V1), com ou sem *foco*.

4.2.1.2 – Efeitos do foco nas vogais /i, a, u/ em posição pretônica

Executamos testes para observarmos a influência da presença do *foco* nos formantes F1, F2 e F3.

A tabela 23 mostra que os testes de componentes de variância apresentaram significância para os valores de F2 e F3 da vogal /i/ ($p < 0,001$). A vogal /a/ apresentou significância apenas em F1 e a vogal /u/ para F1, F2 e F3.

Teste de Componentes de Variância – Foco – sig. = p < 0,05						
	/i/ - pret		/a/ - pret		/u/ pret	
	F	p	F	p	F	p
F1	2,025	0,156	200,391	0,000	9,865	0,002
F2	15,837	0,000	1,036	0,310	3,866	0,050
F3	35,929	0,000	0,00552	0,941	13,756	0,000

Tabela 23. Resultado do teste de Componentes de variância para o efeito do foco nas vogais /i, a, u/ em posição pretônica.

A vogal /i/ apresentou médias de 310 Hz para F1 com foco e 315 Hz sem foco. Para F2, vogal /i/ apresentou 2369 Hz com foco e 2326 Hz sem foco e, para F3, 3032 Hz com foco e 2934 Hz sem foco.

A vogal /a/ apresentou médias para F1 de 820 Hz com foco e 759 Hz sem foco. Para F2, 1352 Hz com foco e 1348 sem foco e para F3, 2595 Hz com foco e 22588 Hz sem foco.

A vogal /u/ apresentou médias de 366 Hz com foco e 356 Hz sem foco para F1, 849 Hz com foco e 894 Hz sem foco para F2, 2830 Hz com foco e 2780 Hz sem foco para F3.

Médias formantes vogais /i,a,u/ com ou sem foco – pré-tônicas									
	/i/-pret			/a/-pret			/u/-pret		
	F1	F2	F3	F1	F2	F3	F1	F2	F3
com	310	2369	3032	820	1352	2595	366	849	2830
sem	315	2326	2934	759	1348	2588	356	894	2784

Tabela 24 . Médias de F1, F2 e F3 das vogais /i,a,u/ em posição pretônica (V1), *com* ou *sem foco*.

4.2.2 – Efeito do foco nas vogais tônicas

4.2.2.1 – Efeito do foco nas vogais /e, o/ em posição tônica

A tabela 25 mostra que a vogal /e/ na posição tônica não apresentou significância nos teste de variância das diferenças dos formantes F1, F2 e F3 *com* e *sem* foco. A vogal /e/ apresentou significância apenas em F1 e as vogais /ɔ/ e /o/ apresentaram significância para F1, F2 e F3.

Teste de Componentes de Variância – Foco - sig. = p < 0,05										
			/e/ - ton		/ɛ/ - ton		/ɔ/ - ton		/o/ - ton	
	Effect	df	F	p	F	p	F	p	F	p
F1	Fixed	1	3,3598	0,068	8,376	0,004	6,101	0,014	13,764	0,000
F2	Fixed	1	0,55009	0,459	2,6312	0,106	138,195	0,000	97,528	0,000
F3	Fixed	1	0,50877	0,476	0,932	0,335	23,517	0,000	24,394	0,000

Tabela 25. Resultado do teste de Componentes de variância para o efeito do foco nas vogais médias em posição tônica.

As médias dos formantes *com* e *sem* foco para a vogal /e/ posição tônica foi de 437 Hz com foco e 421 Hz sem foco para F1, 2283 Hz com foco e 2294 Hz sem foco para F2, 2952 Hz com foco e 2974 sem foco para F3.

A vogal /ɛ/ apresentou médias de 605 Hz com foco e 594 sem foco para F1, 2126 Hz com foco e 2110 Hz sem foco para F2, 2846 Hz com foco e 2862 Hz sem foco para F3.

A vogal /ɔ/ apresentou médias de 624 Hz com foco e 637 Hz sem foco para F1, 966 Hz com foco e 1081 Hz sem foco para F2, 2719 Hz com foco e 2668 sem foco para F3.

Médias dos formantes das vogais médias <i>com</i> e <i>sem</i> foco												
	/e/-ton			/ɛ/ - ton			/ɔ/ - ton			/o/ - ton		
	F1	F2	F3	F1	F2	F3	F1	F2	F3	F1	F2	F3
com	437	2283	2952	605	2126	2846	624	966	2719	437	856	2786
sem	421	2294	2974	594	2110	2862	637	1081	2668	446	966	2744

Tabela 26. Médias dos formantes das vogais /e,ɛ,ɔ, o/ em posição tônica para os valores *com* e *sem* foco.

4.2.2.2 – Efeito do foco nas vogais /i,a,u/ em posição tônica

Os testes de componentes de variância para as vogais /i, a, u/ em posição tônica (tabela 27) mostraram que a vogal /i/ teve diferenças significativas *com* ou *sem* para F1, F2 e F3. A vogal /a/ apresentou significância para F1 e F2, e a vogal /u/ para F2 e F3.

Teste de Componentes de Variância – Foco – sig. = p < 0,05						
	/i/ - ton		/a/ - ton		/u/ - ton	
	F	p	F	p	F	p
F1	4,045	0,046	90,506	0,000	0,127	0,721490
F2	27,306	0,000	17,955	0,000	15,352	0,000
F3	23,126	0,000	1,980	0,162	8,114	0,002

Tabela 27. Resultado do teste de Componentes de variância para o efeito do foco nas vogais /i, a, u/ em posição tônica

As médias dos formantes da vogal /i/ foram de 288 Hz com foco e 293 Hz sem foco para F1, 2501 Hz com foco e 2425 Hz sem foco para F2, 3268 Hz com foco e 3163 Hz sem foco para F3.

A vogal /a/ apresentou médias de 884 Hz com foco e 830 Hz sem foco para F1, 1481 Hz com foco e 1534 Hz sem foco para F2, 2653 Hz com foco e 2624 Hz sem foco para F3.

A vogal /u/ apresentou médias para F1 de 331 Hz com foco e 337 Hz sem foco, 802 Hz com foco e 883 Hz sem foco para F2, 2801 Hz com foco e 2771 sem foco para F3.

Médias Formantes de /i, a, u/ em posição tônica <i>com e sem foco</i>									
	/i/-ton			/a/-ton			/u/-ton		
	F1	F2	F3	F1	F2	F3	F1	F2	F3
com	288	2501	3268	884	1481	2653	331	802	2801
sem	293	2425	3163	830	1534	2624	337	883	2771

Tabela 28. Médias dos formantes das vogais /i, a, u/ em posição tônica para os valores *com* e *sem* foco.

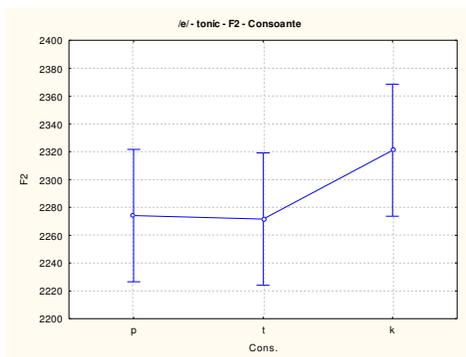
4.3 - Efeitos da consoante intermediária

Para testar os efeitos da consoante intermediária, utilizamos as consoantes /p, t, k/. Os resultados significativos apareceram em quantidade menor para as consoantes em relação ao número de ocorrências dos testes com as vogais. Houve um maior número de resultados significativos do efeito da consoante intermediária no F2 das vogais testadas, o que está de acordo com a literatura.

Teste de Componentes de Variância – Consoante										
			/e/ - ton		/ɛ/ - ton		/o/ - ton		/ɔ/ - ton	
	Effect	df	F	p	F	p	F	p	F	p
F1	Fixed	1	1,1406	0,286	1,476	0,226	0,317	0,574	8,821	0,003
F2	Fixed	1	3,97256	0,047	9,8549	0,002	7,322	0,007	14,339	0,000
F3	Fixed	1	0,00128	0,971	0,070	0,791	16,742	0,000	21,929	0,000

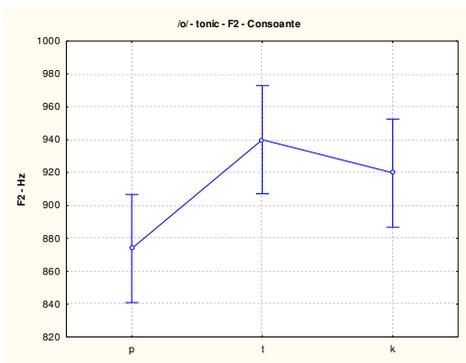
Tabela 29. Resultado do teste de Componentes de variância para o efeito da consoante intermediária nas vogais médias em posição tônica.

A vogal /e/ apresentou significância para F2. O gráfico 16, com as médias de F2, mostra que a diferença deve-se a uma tendência de subida diante de /k/.



Graf. 16. Médias de F2 /e/ em posição tônica em relação às consoantes intermediárias.

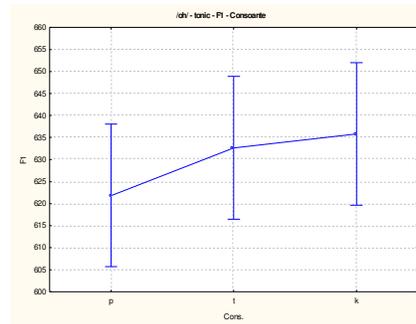
A vogal /o/ apresentou significância para F2 (Graf 17). As médias de F2 mostram que a diferença deve-se a uma tendência de abaixamento com /p/ quando comparado com /t/ e /k/, o que está dentro da tendência geral de F2 ser mais baixo diante de /p/ em comparação com /k/.



Graf. 17 . Médias de F2 /o/ em posição tônica, em relação às consoantes intermediárias.

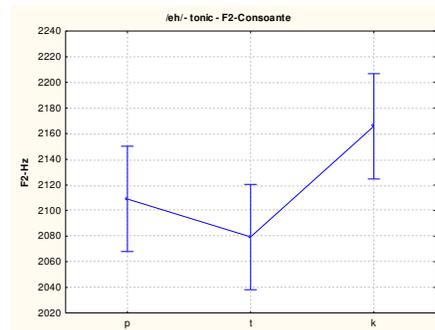
Para F1, apenas a vogal /ɔ/ em posição tônica apresentou efeito significativo (Graf.

18). Há uma leve tendência de subida de F1 com /p/ e /k/, quando comparado com /p/.



Graf. 18 . Médias de F2 /ɔ/ em posição tônica em relação às consoantes intermediárias.

A vogal /ɛ/ apresentou significância para F2. O gráfico das médias de F2 (Graf. 19) mostra que a diferença deve-se a uma tendência de subida diante de /k/, em comparação com /p/ e /t/.



Graf. 19. Médias de F2 /ɛ/ em posição tônica em relação às consoantes intermediárias.

O teste para as vogais /e/ e /o/ em posição pretônica mostrou resultados idênticos as das tônicas. Houve diferença significativa apenas em F2.

Teste de Componentes de Variância – Foco - Pretonicas						
			/e/ - pret.		/o/ - pret.	
	Effect	df	F	p	F	p
F1	Fixed	1	0,104	0,747	0,317	0,574
F2	Fixed	1	91,000	0,000	7,322	0,007
F3	Fixed	1	25,154	0,000	16,742	0,000

Tabela 30. Resultado do teste de Componentes de variância para o efeito da consoante intermediária nas vogais médias /e/ e /o/ na posição pretônica.

4. 4 - Associação entre *duração* e *foco* nas vogais médias em posição tônica

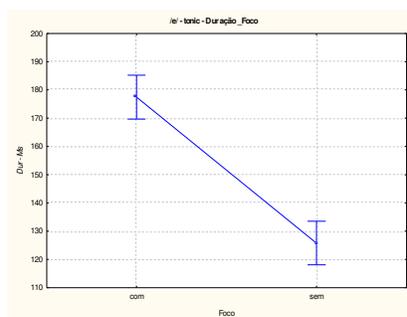
Como as vogais médias apresentaram resultados não esperados na posição tônica, testamos a relação da *duração* e as diferenças médias dos formantes *com* e *sem* foco.

Teste de Componentes de Variância – Duração vs. Foco									
		/e/ - ton		/ɛ/ - ton		/ɔ/ - ton		/o/ - ton	
	Effect	F	p	F	p	F	p	F	p
Dur	Fixed	379,493	0,0000	656,962	0,000	717,765	0,000	572,927	0,000

Tabela 31. Resultado do teste de Componentes de variância para o efeito do foco nas vogais médias em posição tônica.

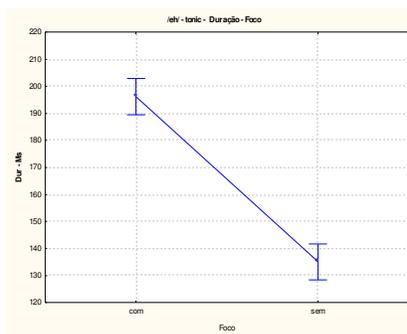
Os testes deram significativos para todas as vogais. Os gráficos das médias da duração mostraram que a duração foi sempre maior com foco.

O gráfico 20 mostra que a vogal /e/ teve uma duração maior com foco



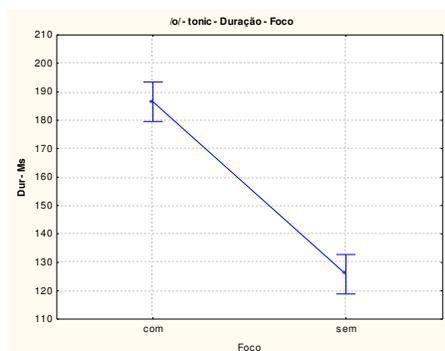
Graf. 20 . Médias das durações das vogais /e/ em posição tônica, quanto ao foco

O gráfico 21 mostra que a média da duração para a vogal /ɛ/ foi maior com foco, em comparação com a média da duração sem foco.



Graf 21 . Médias das durações das vogais /ɛ/ em posição tônica, quanto ao foco

O gráfico 23 mostra que a média da duração para a vogal /o/ foi maior com foco, em comparação com a média da duração sem foco.



Graf. 23 . Médias das durações das vogais /o/ em posição tônica, quanto ao foco

4.5 - Associações entre os deltas (diferença entre F1 e F2) das vogais analisadas e os processos de assimilação encontrados em V-V.

A distância entre F1 e F2 (doravante delta) pode indicar se uma determinada vogal tende à centralização no espaço vocálico. O delta F1-F2 é uma medida clássica nos estudos linguísticos, que tentam relacioná-lo a inúmeros fatores. Assim, fizemos a relação entre os processos de assimilação e dissimilação com o delta F1-F2.

Para analisarmos o comportamento dos deltas das vogais analisadas, utilizamos a noção de centralização das vogais, efeito imediato das alterações do delta F1-F2, assim, a vogal pode tender mais para o centro ou para a periferia do espaço vocálico dependendo da sua configuração formântica, esse efeito é conhecido como *redução vocálica*.

Dependendo do aumento ou da diminuição da distância do efeito da redução da distância entre F1 e F2, podemos dizer que, para uma determinada vogal, há a presença ou ausência de *undershoot* (quando a realização da configuração alvo da vogal se dá em um ponto aquém do esperado). A redução ou o aumento da distância F1-F2 não provoca o

mesmo efeito para todas as vogais. A tabela 32 mostra o comportamento das vogais analisadas neste estudo em relação à redução da distância de F1-F2, quanto a presença ou ausência de *undershoot*.

Efeitos de redução da distância F1-F2 em relação a presença ou ausência de <i>undershoot</i>		
Vogal	Presente	Ausente
i	⊕	∅
e	⊕	∅
ɛ	⊕	∅
a	∅	⊕
ɔ	∅	⊕
o	∅	⊕
u	∅	∅

Tabela 32. Comportamento das vogais do PB em relação *undershoot*.

4. 5.1 – Testes com valores médios dos deltas para a totalidade dos sujeitos do corpus

4.5.1.1 - Associações entre o delta em V1 e a vogal adjacente em V2

Efetuamos a medida distâncias F1-F2 das vogais do corpus e tabulamos de acordo com as vogais adjacentes.

Os resultados mostraram que, para as vogais /e, o/ em posição pré-tonica (V1) (tabela 33) tiveram médias significativamente diferentes de acordo com as vogais /i,a, u/ V2 – as sequências analisadas foram do tipo pV₁'CV₂ – Os testes de diferenças de média de *Bonferroni* compararam as diferenças das vogais em pares, com isso, podemos observar na tabela 33, que a média das distâncias das vogais /e,o/ contrastaram significativamente

quando a vogal /i/, em V2, foi comparada com as vogais /a/ e /u/, mas não houve diferença significativa na comparação entre /a/ e /u/.

Para analisar a presença do *undershoot* nas vogais /e,o/ em posição pretônica, comparamos as médias de /e,o/ em V1 com /i,a,u/ em V2 com a média tomada partir dos 3 valores. A diferença, acima ou abaixo dessa média, é comparada com a tabela 32.

Assim, como podemos observar na tabela 33, a vogal /e/ em V1 com /i/ em V2 apresentou uma média de 1873,81 Hz, maior do que média dos 3 valores, não apresentando *undershoot* com /i/ em V2, pois, de acordo com a tabela 32, o *undershoot* é a diminuição da distância F1-F2 de /e/. Já com /a/ em V2 (1768,85) e /u/ em V2 (1716,74), a distância F1-F2 diminuiu, havendo o *undershoot*.

Para a vogal /o/ em posição pretônica, as médias com /i/ em V2 (483,76) e /u/ em V2 (422,63) foram menores do que a média dos valores, existindo o *undershoot*.

Deltas F1-f2 e presença ou ausência de <i>undershoot</i> nas vogais médias em posição pré-tônica nas sequencias V1CV2										
Valores médios de V1 com /i,a,u/ em V2										
	i	a	u	Média 3 valores	<i>undershoot</i>			Bonferroni diferença pares de vogais em V2		
V1					i	a	u	(i - a)	(i - u)	(a - u)
e	1873,81	1768,85	1716,74	1786,43	não	sim	sim	0,000	0,000	0,054
o	483,76	424,64	422,63	443,66	sim	não	sim	0,001	0,000	1,000

Tabela 33. Valores das distâncias F1-F2 para as vogais médias em posição pretônica.

Para as vogais /i,a,u/ em posição pretônica, podemos observar na tabela 34 que para os valores de /i/ as diferenças entre os pares /e, ɔ/, /e, o/ /ε, ɔ/ em V2 mostraram diferenças significativas no teste de *Bonferroni*. A vogal /i/ também apresentou (de acordo com a tabela 32) *undershoot* para os valores com /ɔ/ e /o/ em V2.

A vogal /a/ apresentou diferenças significativas entre o pares /e, ɔ/, /e, o/, /ε,ɔ/ em V2. Quanto ao *undershoot*, os valores com /e/ em V2 (642) e /ε/ em V2 (632) foram

superiores ao valor da médias para as 4 vogais em V2, apontando para a presença de *undershoot*.

A vogal /u/ não apresentou diferenças significativas entre os valores com /e, ε, ɔ, o/em V2, tendo, portanto, resultados neutros para a presença de *undershoot*.

Deltas F1-f2 e presença ou ausência de <i>undershoot</i> nas vogais /i,a,u/ em posição pré-tonica nas sequências V ₁ CV ₂															
						Undershoot				Significância teste Bonferroni para a diferença dos pares de vogais em V2					
V1/V2	e	ε	ɔ	o	V. Médio	e	ε	ɔ	o	e - ε	e - ɔ	e - o	ε - ɔ	ε - o	ɔ - o
i	2097	2077	2027	2040	2060	não	não	sim	sim	0,885	0,000	0,000	0,006	0,070	1,000
a	642	632	523	543	585	sim	sim	não	não	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,639
u	480	507	493	513	498	ns	ns	ns	ns	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Tabela 34 Teste de Bonferroni para os deltas da vogais /i,a,u/ em posição pretônica.

Nos resultados das vogais médias em posição tônica (tabela 35), podemos observar que a vogal /e/ apresentou diferença significativa no teste de *Bonferroni* apenas na comparação entre os valores com /a-u/ em V2. Quanto a presença do *undershoot*, vemos que o valor de /e/ com /i/ em V2 (1886) ficou apenas 3 pontos da média total (1889), não podendo, desta forma, dar informação sobre a presença ou ausência do *undershoot*. Assim, marcamos o resultado como não-significativo (ns) na tabela 35. Já com os valores de com /a/ em V2 (1925) não houve *undershoot* e com /u/ em V2 (1857) observamos o *undershoot*.

Para a vogal /ε/ os valores que contrastaram significativamente no teste foram os valores com os pares /i-a/ e /a-u/. Quanto ao *undershoot*, somente podemos afirmar a presença do *undershoot* para o valor de /ε/ com /u/ em V2.

Para as vogais /ɔ/ e /o/ podemos o teste de *Bonferroni* não apontou nenhum resultado significativo entre as médias, não havendo, nesse caso, a presença de *undershoot*.

Deltas F1-f2 e presença ou ausência de <i>undershoot</i> nas vogais médias em posição tônica nas sequencias V1CV2										
Valores médios de V1 com /i,a,u/ em V2										
	i	a	u	Média 3 valores	<i>undershoot</i>			Bonferroni diferença pares de vogais em V2		
V1					i	a	u	(i - a)	(i - u)	(a - u)
e	1886	1925	1857	1889	ns	não	sim	0,136	0,356	0,003
ɛ	1530	1586	1510	1541	não	não	sim	0,018	0,885	0,001
ɔ	408	412	396	405	ns	ns	ns	1,000	0,280	0,0879
o	475	484	481	480	ns	ns	ns	1,000	1,000	1,000

Tabela 35. Teste de *Bonferroni* com as vogais médias em posição tônica (V2), com as vogais adjacentes /i,a,u/ em V1 e presença do *undershoot*.

Para as vogais /i, a, u/ em posição tônica (tabela 36), podemos ver que a comparação entre os valores de /i/ com /e/ ou /o/ em V2 não apresentou resultados, não havendo ocorrência de *undershoot*. O mesmo ocorreu para a vogal /u/. Já a vogal /a/ apresentou a presença de *undershoot* com /o/ em V2.

Deltas F1-f2 e presença ou ausência de <i>undershoot</i> nas vogais /i,a,u/ em posição tônica nas sequencias V1CV2						
V1/V2	Valores médios de V1 com /i,a,u/ em V2			<i>undershoot</i>		Bonferroni
	e	o	Média dos valores	e	o	e - o
i	2224	2190	2207	Neutro	neutro	0,180861
a	694	649	671	não	sim	0,034536
u	513	499	506	neutro	neutro	0,372844

Tabela 36. Teste de *Bonferroni* com as vogais /i,a,u/ em posição tônica (V2), com as vogais médias /e,o/ em V1 e efeito de *undershoot*.

4.5.1.2 – Associações entre a distância F1-F2 o *foco*

De acordo com literatura, é esperado que as vogais tenham uma maior resistência ao *undershoot* na fala hiperarticulada. Assim, para constatar essa relação em nossos dados, comparamos as medidas dos deltas das vogais analisadas com a presença ou ausência de *foco*, de acordo com corpus utilizado .

Para as vogais médias em posição pretônica (/e, o/), os testes das médias com ou sem *foco* não apresentaram diferenças significativas, logo, não houve *undershoot*.

Associação entre undershoot e o foco – Vogais /e,o/ em posição pretônica						
V1	Valores médios de V1 com ou sem foco			undershoot		Bonferroni
	Com	Sem	Média dos valores	com	sem	com – sem
e	1786	1762	1774	Neutro	Neutro	0,338
o	381	420	401	Neutro	Neutro	0,338

Tabela 37. Teste de *Bonferroni* com as vogais /e,o/ em posição pretônica (V1), com as vogais /i,a,u/ em V2, com ou sem *foco*.

Para as vogais /i,a, u/ em posição pretônica (tabela 38), podemos observar que as vogal /i/ e /a/ apresentaram *undershoot* sem *foco*. Como o teste de *Bonferroni* não apresentou significância para as médias *com* e *sem* *foco*, não podemos afirmar a presença de *undershoot* para esta vogal.

Relação entre undershoot e o foco – Vogais /i,a,u/ em posição pretônica						
V1/V2	Valores médios de V1 com ou sem foco			undershoot		Bonferroni
	Com	Sem	Média dos valores	com	sem	com – sem
i	2088	2033	2060	não	sim	0,020273
a	559	613	585	não	sim	0,004800
u	470	527	498	neutro	neutro	0,059733

Tabela 38. Teste de *Bonferroni* com as vogais/i,a,u/ em posição pretônica (V1), com as vogais médias em V2, com ou sem *foco* e *undershoot*.

Na posição tônica, as vogais médias apresentaram *undershoot* somente para os valores da vogal /ɔ/ sem foco.

Relação entre <i>undershoot</i> e o foco – Vogais médias em posição tônica						
V1/V2	Valores médios de V1 com ou sem foco			<i>undershoot</i>		<i>Bonferroni</i>
	Com	Sem	Média dos valores	com	sem	com – sem
e	1891	1888	1889	neutro	neutro	0,958
ɛ	1525	1536	1530	neutro	neutro	0,807
ɔ	353	434	393	Não	sim	0,021
o	411	474	443	Neutro	Neutro	0,162

Tabela 39. Teste de Bonferroni com as vogais médias em posição tônica (V2), com as vogais /i,au/ em V1, com ou sem foco

Para as vogais /i,a,u/ em posição tônica, podemos observar que as vogais /a/ e /i/ apresentaram *undershoot* somente sem foco. A vogal /u/ não apresentou resultado significativo para a diferença das médias.

Associações entre <i>undershoot</i> e o foco – Vogais /i,a,u/ em posição tônica						
V1/V2	Valores médios de V1 com ou sem foco			<i>undershoot</i>		<i>Bonferroni</i>
	Com	Sem	Média dos valores	com	sem	com – sem
i	2223,9	2190,2	2207,05	não	sim	0,002813
a	614,39	727,94	672	não	sim	0,004586
u	470,73	541,87	506	neutro	neutro	0,102274

Tabela 40. Teste de Bonferroni com as vogais /i,a,u/ em posição tônica (V2), com as vogais médias /e,o/ em V1, com ou sem foco.

4.5.1.3 – Conclusão sobre as associações entre a distância F1_F2 e processos de assimilação/dissimilação para os valores médios de todos os sujeitos

Como pode ser observado, todos os resultados dos deltas que apresentaram significância tiveram suas médias de acordo com o que chamamos de efeito esperado V-V, ou seja, subiram quando a vogal adjacente era um /i,e,ε/ em comparação com /a,ɔ,o,u/ na mesma posição.

Por estes testes, podemos observar que tanto as vogais em posição pretônica, quanto as vogais em posição tônica apresentaram resultados significativos para a diminuição ou aumento do delta. Com um número menor de resultados significativos para as vogais /i,a, u/ em posição tônica, quando comparado com as vogais médias

Pela literatura, é esperado que as vogais tenham uma maior resistência ao *undershoot* na fala hiperarticulada. Os resultados (tabelas 37, 38, 39 e 40) indicaram que as vogais tendem a ir contra o *undershoot* quando estão sob o foco, de acordo, portanto, com a literatura.

4.5.2 – Análise qualitativa das associações entre os processos de assimilação/dissimilação e a delta V-V

Para analisar as associações entre os deltas e processos de assimilação/dissimilação utilizamos uma tabela qualitativa com os resultados de Análises estatísticas individuais dos sujeitos do corpus utilizando o modelo GLM.

Em nosso caso, cada sujeito repetiu 5 vezes cada não-palavra e sua respectiva frase veículo. Os fatores analisados (vogal adjacente, foco), tiveram como amostra apenas os

dados gerados pelo sujeito, com isso, as Análises de variância não contaram com um erro aleatório muito pequeno, pois dificilmente os sujeitos em coletas de dados fonéticos apresentam diferenças consideráveis em repetições sem mudança das condições.

Como foi apontado na sessão sobre a metodologia, o uso de Análises de variância para múltiplos sujeitos pode incorrer na violação de pressupostos, simplesmente por induzir o *software* estatístico a tratar as repetições de cada sujeito como se fossem de sujeitos diferentes, aumentando os efeitos.

Entendemos que a análise de variância efetuada pelo modelo GLM, não incorrerá na violação dos pressupostos apontados por Max&Onghena (1999), uma vez que as repetições são oriundas de um mesmo sujeito, embora a literatura – principalmente das neurociências – reportar muita dificuldade nas Análises individuais utilizando as ferramentas comuns da estatística inferencial. Uma vez que estas são preparadas para analisar pequenos grupos de sujeitos (amostra) e inferir elementos referentes à população na qual tais grupos foram extraídos. Assim, a Análise individual não nos permite inferir diretamente em relação à população, daí existirem restrições quanto ao uso de métodos como o GLM para análise individuais¹⁰.

No entanto, os resultados das Análises individuais que efetuamos não geraram inferências diretas, ou seja, não tratamos cada sujeito como um “grupo” e sim, elaboramos uma tabela qualitativa com o resultado de cada sujeito e, a partir desse ponto, efetuamos as análises utilizando métodos apropriados.

Assim, foram tabuladas 180 análises, pois são 12 vogais para 15 sujeitos.

¹⁰ Um argumento mais técnico para rejeitar uma Análise de variância com Manova, seria o de que, em Análises individuais, os dados estão fortemente relacionados, pois, trata-se de dados de um mesmo sujeito (Janoski, 1991). No entanto, o modelo GLM utilizado, através do aplicação de cálculo semelhante a Anova Fatorial, trata os dados do sujeito como se fosse um único grupo e analisa as variáveis independentes como fatores, influenciando os valores do grupo.

A tabela 41 mostra que os sujeitos, em geral, apresentaram resultados tanto para os processos de assimilação quanto para os processos de dissimilação, com destaque para a assimilação, presente em todos os sujeitos. Os sujeitos 4 e 10 foram os que obtiveram um menor número de resultados significativos.

Resultados dos testes individuais efetuados para os sujeitos do corpus - Quanto aos processos de Assim/Diss (NS =não significante)									
Sujeito	proc_F1			proc_F2			proc_F3		
	Assim	Diss	NS	Assim	Diss	NS	Assim	Diss	NS
sujeito 01	2	2	8	4	0	8	4	2	6
sujeito 02	5	0	7	5	1	6	4	2	6
sujeito 03	2	3	7	4	0	8	1	0	11
sujeito 04	3	0	9	2	0	10	2	0	10
sujeito 05	2	3	7	8	0	4	3	1	8
sujeito 06	1	1	10	3	1	8	1	2	9
sujeito 07	3	1	8	5	0	7	3	3	6
sujeito 08	1	1	10	2	0	10	0	0	12
sujeito 09	4	4	4	5	2	5	3	2	7
sujeito 10	1	0	11	2	0	10	0	0	12
sujeito 11	1	2	9	3	3	6	3	1	8
sujeito 12	3	3	6	5	0	7	4	1	7
sujeito 13	3	4	5	3	0	9	2	1	9
sujeito 14	2	1	9	3	0	9	4	0	8
sujeito 15	5	2	5	7	0	5	3	1	8

Tabela 41. Resultados dos testes individuais efetuados para os sujeitos do corpus - Quanto aos processos de Assim/Diss (NS =não significante).

Utilizamos *cross-tabulations* com os testes de V-Cramer, que é um teste de correlação, como o R^2 . A formula de V de Cramer¹¹ é a seguinte:

$$V = \sqrt{\frac{\chi^2}{N.m}}$$

Em que N é o número total de observações da tabela m pode ser definido como “mínimo (l-1; c-1). Referindo-se a um só valor: o que seja menor entre o menor número

¹¹ Cramér, H. (1999). *Mathematical Methods of Statistics*, Princeton University Press. Disponível www.books.google.com.br.

entre as linhas menos 1 e o menor número das colunas menos 1. Normalmente, utiliza-se o V de Cramer quando a variável do menor nível é nominal. A faixa de significância vai do 0 ao 1. Um resultado de 0 a 0.1 indica que a relação é fraca, de 0.1 a 0.2 moderada, de 0.2 a 0.3 forte, e acima de 0.3 muito forte.

Para a análise dos valores observados *versus* os esperados utilizamos o teste de *Freeman –Tukey*. Este teste fornece a significância da relação entre os valores observados e esperado. É um *goodness-of-fit-test* e deve ser utilizado quando o V-Cramer apontar significância. Sua fórmula geral é a seguinte¹²:

$$F - T = \left(\sqrt{o_i} + \sqrt{o_i + 1} \right) - \sqrt{(4 * e_i) + 1},$$

em que *o* representa o valor observado e *e* representa o valor esperado.

Assevera-se que para o teste de Freeman-Tukey ser aceito o valor de T^2 deve estar próximo do valor do qui-quadrado com (n-p) graus de liberdade. No entanto, para efeitos mais conservadores, utilizam-se o teste de *Sokal & Rohlf*¹³ para obter-se o valor crítico. Para calcular o valor de Sokal-Rolf toma-se a raiz quadrada do valor do grau de liberdade dividido pelo número de células da tabela, sem seguida multiplica-se por um valor dado, em nosso caso, de acordo com o nível de significância (α) apontado pela *Correção de Bonferroni*.

Em nossas análises, fomos o mais conservadores possíveis quanto aos valores dos α , tomando cuidado para não cometer erros de tipo 1 ou tipo 2. Para eliminar tal problema, utilizamos a *Correção de Bonferroni*, que é utilizada quando vários testes estatísticos,

¹² Steele, M. et al (2009). *Evaluating the statistical power of goodness-of-fit tests for health and medicine survey data*. In 18th World IMACS / MODSIM Congress, Cairns, Australia 13-17 July 2009.

Disponível em <http://mssanz.org.au/modsim09>

¹³ McDonald, J.H. (2009). *Handbook of Biological Statistics (2nd ed.)*. Sparky House Publishing, Baltimore, Maryland. disponível em <http://udel.edu/~mcdonald/statintro.html>

dependentes ou independentes, estão sendo realizadas simultaneamente. Uma vez que um valor de α dado pode ser apropriado para uma determinada comparação individual, mas não para o conjunto de todas as comparações. A fim de evitar a ocorrência de falsos positivos (rejeitar a hipótese nula), o valor de α deve ser reduzido para contabilizar o número de comparações que está sendo executada.

A Correção de Bonferroni é considerada uma abordagem simples e muito conservadora, que define o valor de alfa para todo o conjunto n de comparações tomando o valor de alfa para cada comparação igual a α/n . Assim, dado n testes T_i para uma hipótese H_1 ($1 \leq i \leq n$) sob o pressuposto H_0 de que todas as hipóteses H_1 serão falsas, e se o valor crítico do teste individual ser $\leq \alpha/n$, então, o valor crítico para o experimento todo será $\leq \alpha$.

Em nossas análises tomamos um $\alpha = 0,05$ e dividimos pelo número de células da tabela utilizada nas tabelas de cruzamento (*crosstabulation*). Com isso, obtivemos o nível de significância apropriado para cada tabela e, a partir deste nível, utilizamos o teste de Sokal-Rohlf para determinar os valores críticos.

4.5.2.1 – Associações entre os processos de assimilação/dissimilação e tonicidade

As Análises qualitativas das associações entre os processos de assimilação/dissimilação com a tonicidade (tabela 42), mostram que na posição pretônica o processo de assimilação, em F1 (*Freeman –Tukey* = 3,3806), F2 (F-T= 2,905) e F3 (F-T= 2,7604), apresentou significância acima do valor crítico de Sokal-Rohlf (1,7865). Mostrando uma forte relação entre a posição pretônica e a assimilação.

Na posição tônica, os resultados para o processo de assimilação foram acima do valor crítico, apresentando, no entanto, sinal negativo, o que aponta para uma rejeição significativa da assimilação em todos os formantes (os resultados com sinal negativos relevantes estão destacados com um tom claro de cinza, enquanto os positivos acima do valor crítico estão destacados com um tom mais escuro de cinza).

Na posição pretônica, houve um valor acima do valor crítico para a dissimilação (F-T = -3,6360), com o sinal negativo, apontando para uma forte tendência da dissimilação aparecer nesta posição.

Na posição tônica, a relação entre a dissimilação e a posição tônica apresenta um F-T acima do valor crítico para F1 (F-T = 2,0990). Em F2 e F3, os F-T da relação entre dissimilação e posição tônica apresentou resultados relevantes e de sinal negativo.

Os demais resultados não foram significativos dentro do nível de significância dada pela Correção de Bonferroni.

Resultado teste <i>Freeman – Tukey</i> - Interação Tonicidade*Processo				
Interação		F1	F2	F3
Pret S	Ass	3,3806	2,905	2,7604
	NS	-3,6360	-1,144	-1,0238
Pret NS		-0,9965	-2,2977	-1,3924
Ton S	Ass	-4,3744	-3,1411	-3,1829
	Diss	2,0990	0,9319	0,8782
Ton NS		0,851	1,7475	1,1413
qui		24,7748	α - Bonferroni	
V - Cramer		0,3710	0,00833	
P		0,0000	Sokal-Rohlf	
			1,7865	

Tabela 42. Resultados do Teste de *Freeman – Tukey* para a relação entre tonicidade e processos de Ass/Diss. para os F1, F2, F3.

No teste efetuado apenas com o processo de assimilação, para os valores de F1 e F2, podemos observar que todas as relações ficaram acima do valor crítico (1,5596). Na posição pretônica, tanto para F1 quanto para F2, a assimilação mostrou-se bastante relacionada com esta posição (F-T= 2,826869 para F1 e F-T=2,77319 para F2), no sentido de Assimilação “preferir” a posição pré-tonica. Já casos não significantes (NS) tiveram F-T negativo (-1,96461 para F1 e -2,47771 para F2), indicando que na posição pretônica a ausência de efeitos é fortemente rejeitada.

Na posição tônica, o teste feito somente com as ocorrências de assimilação e não significantes (NS), mostraram que os resultados para assimilação foram acima do valor crítico, mas apresentaram sinal negativo (F-T= -3,87566 para F1 e F-T=3,0277 para F2), em contrapartida, as ocorrências não significantes (NS) tiveram sinal positivo (1,7215 para F1 e 1,9015 para F2), o que aponta para uma rejeição da assimilação na posição tônica, com predominância de valores não significativos em comparação com as assimilações.

Resultado teste <i>Freeman –Tukey</i> - Interação Tonicidade*Processo - Assimilação			
Interação		F1	F2
Pretonica	Ass	2,826869	2,773193
	Neutro	-1,96461	-2,47771
Tonica	Ass	-3,87566	-3,02772
	NS	1,721573	1,901518
F1	X ²	26,9952843	<i>α - Bonferroni</i>
	V -Cramer	0,42004734	0,0125
F2	X ²	26,1775013	Sokal-Rohlf
	V -Cramer	0,38899233	1,559625

Tabela 42-a. Resultados do Teste de *Freeman –Tukey* para a relação entre tonicidade e processos de Assimilação.

Para o teste efetuado apenas com os ocorrências de dissimilação (tabela 42-b), podemos observar que houve apenas 1 resultado acima do valor crítico de Sokal-Rohlf (1,559) para F1 (F-T = -2,65926) na relação entre a dissimilação e a posição pretônica. O sinal é negativo, apontando para uma forte rejeição da dissimilação pela posição pretônica.

Resultado teste <i>Freeman –Tukey</i> - Interação Tonicidade*Processo - Dissimilação			
Interação		F1	F2
Pret S	Diss	-2,65926	-0,54631
	NS	1,03921	0,210559
Ton S	Diss	1,364274	0,487064
	NS	-0,67354	-0,07696
F1	X ²	8,262706	α - Bonferroni
	V -Cramer	0,241222	0,0125
F2	X ²	0,670895	Sokal-Rohlf
	V -Cramer	0,075085	1,559625

Tabela 42-b. Resultados do Teste de *Freeman –Tukey* para a relação entre tonicidade e processos de Dissimilação.

4.5.2.2 – Associações entre a vogal adjacente e os processos de assimilação/dissimilação

Nos testes de *Freeman –Tukey* (F-T) para as associações entre as vogais e os processos de assimilação/dissimilação.

Com o nível de significância dado pela correção de Bonferroni, vemos na tabela 43 que somente o processo de assimilação apresentou valores de F-T acima do valor crítico de Sokal-Rohlf (2,572).

A vogal /a/ em posição tônica apresentou um F-T = -2,697 em F1, apontando para uma rejeição significativa da assimilação nesta posição. Para F2, somente a vogal em /a/ em posição pretônica apresentou F-T maior que o valor crítico (F-T = 2,996), mostrando que há uma preferência à assimilação pela vogal /a/ na posição pretônica em F2. As ocorrências neutras (NS) tiveram um F-T = -3,777 para /a/ em F2, com o sinal negativo apontando para uma rejeição significativa de movimentos de assimilação ou dissimilação por parte da vogal /a/ em F2.

A vogal /e/, em posição pretônica mostrou um valor de F-T= 2465 em F1, com valor positivo, apontando uma tendência da vogal /e/ preferir a assimilação na posição pretônica. Na posição tônica, o F-T para a vogal /e/ é de -2,697 em F1, indicando, portanto, uma rejeição significativa da assimilação dos valores em F1 nesta posição. Para os valores de F2 e F3, a vogal /e/ apresentou F-T acima do valor crítico somente na posição pretônica (F-T= 2,996 para F2 e F-T=3,696 para F3). Também podemos observar que há em F2 e F3 valores de F-T acima do valor crítico e com sinal negativo para /e/ (F-T= -3,777 para F1 e F-T= -3,437 para F3), apontando para uma rejeição significativa de efeitos de assimilação e dissimilação da vogal /e/ na posição pretônica para F1 e F3.

Outra vogal a apresentar F-T acima do valor crítico foi /i/ em posição pretônica, que apresentou F-T= 2,827 em F3. A vogal /ɔ/ apresentou F-T= -2,697 para F1 e as vogais /o/ em posição tônica e /u/ e posição pretônica apresentaram F-T= -2651 para F3.

Valores <i>Freeman –Tukey</i> -Relação entre vogais e processos de Assimilação e Dissimilação										
	F1			F2			F3			
	Ass/Diss S.		Ass./Diss NS	Ass/Diss Sf.		Ass./Diss NS	Ass/Diss Sf.		Ass./Diss NS	
	Ass	Diss		Ass	Diss		Ass	Diss		
a	1,777	-0,748	-0,80	2,996	-0,826	-3,777	0,081	-1,51661	0,487	
a'	-2,697	-0,748	1,34	-0,383	-0,826	0,589	-1,237	-1,51661	1,032	
e	2,465	-2,162	-1,18	2,996	-0,826	-3,777	3,696	-1,51661	-3,437	
e'	-2,697	2,3119	-0,44	-0,383	1,321	-0,029	0,585	1,21544	-0,754	
ε	-2,697	1,074	0,51	-0,887	1,9063	-0,029	-1,237	1,21544	0,198	
i	0,989	-2,162	0,21	0,476	-0,826	-0,029	2,827	-1,51661	-1,897	
i'	0,035	-0,748	0,51	-0,887	-0,826	0,878	-1,237	-0,10240	0,764	
o	2,1316	-0,748	-1,18	0,855	-0,826	-0,363	-0,505	1,21544	-0,104	
ɔ	-2,697	1,074	0,51	-2,205	0,588	1,156	-1,237	-1,51661	1,032	
o'	-0,551	1,933	-0,80	-1,473	-0,826	1,156	-2,651	1,21544	0,487	
u	0,035	-2,162	0,80	-2,205	0,588	1,156	-2,651	-0,10240	1,032	
u'	-1,283	-0,016	0,80	-1,473	-0,826	1,156	-1,237	0,62965	0,487	
	F1			F2			F3			
qui	75,211			85,282			91,78			
V-cramer	0,457			0,486			0,504			
P	0,000			0,000			0,000			
	Sokal-Rohlf					α - Bonferroni				
	2,572					0,001				

Tab
ela
43.
Res
ulta
dos
do
Test
e de
Fre
ema
n –
Tuk
ey
para
a
rela
ção
entr
e as
vog
ais e
os
proc
esso
s de

Ass/Diss. para os F1, F2, F3.

4.5.2.3 – Associações entre os processos de assimilação/dissimilação e o Delta V-V para F1, F2 e F3

As tabelas para os testes qualitativos (tabuladas de acordo com os resultados qualitativos executados em testes para cada sujeito do corpus) incluem os testes referentes às diferenças F1xF2 (delta) das vogais do corpus.

De acordo como observado nos testes com a totalidade do corpus (item 4.5.1), os deltas das vogais analisadas apresentaram comportamentos que classificamos nas tabelas dos testes qualitativos como *previsto* e *não-significativo* (NS). Sendo que este último termo refere-se às ocorrências em que a distâncias dos deltas das vogais analisadas nos testes quantitativos que foram neutras em relação a uma média observada.

Na tabela 44, vemos que há um F-T negativo (F-T= -2,460) para a relação entre o processo de assimilação e item *não-significativo* (NS) de Delta V-V, em contrapartida o valor de F-T para a relação entre o processo de assimilação em F1 e o item *Previsto* do Delta V-V apresenta um F-T = 2,653. Apontando para uma relação forte entre o efeito de assimilação em F1 e a presença de comportamento previsto de Delta V-V.

Ainda em F1, houve também um F-T acima do valor crítico para a relação entre as ocorrências não-significativas (neutras) das Análises quantitativas do processo de ass./diss. e o item *Não-significativo* (NS) de Delta V-V (F-T= 1,347).

Em F2, a relação entre o processo de assimilação e Delta V-V é o mesmo apresentado em F1, com F-T= -5,391 para a relação entre assimilação e ocorrências não significativas para Delta V-V, F-T= 4,780 para a relação entre assimilação e comportamento *previsto* de Delta V-V.

Em F2 também ocorreu um F-T acima do valor crítico para a relação entre as ocorrências *não-significativas* do processo de ass./diss. e as ocorrências não-significativas do Delta V-V (F-T= 3,212). O valor de F-T para a relação entre as ocorrências não-significativas dos processos de ass./diss. e comportamento previsto do Delta V-V teve um F-T negativo (F-T= -6,534).

Em F2, o processo de dissimilação apresentou um F-T acima do valor crítico (F-T= -1,271) na relação com as ocorrências de não significância para o comportamento de Delta V-V. Com as ocorrências previstas de Delta V-V, o processo de dissimilação apresentou F-T positivo de 1,446.

Valores <i>Freeman –Tukey</i> - Processos Ass./Diss. vs. Delta_V-V				
			Delta_V-V	
			NS	Previsto
F1	Proc_Ass/Diss	Assim	-2,460	2,653
		Diss	-0,143	0,347
	process NS		1,347	-2,038
F2	Proc_Ass/Diss	Assim	-5,391	4,780
		Diss	-1,271	1,446
	process NS		3,212	-6,534
F3	Proc_Ass/Diss	Assim	-2,595	2,747
		Diss	0,200	-0,078
	process NS		1,191	-1,757
Qui-Quad V-Cramer P	F1	F2	F3	
	20,213	94,808	20,178	
	0,335	0,726	0,335	
	0,000	0,000	0,000	
Sokal -Rohlf		α-Bonferroni		
1,2488		0,0125		

Tabela 44. Resultados do Teste de *Freeman –Tukey* para a relação entre o Delta V-V e os processos de Ass/Diss. para os F1, F2, F3.

4.5.2.4 – Associações entre os Processos assimilação/dissimilação e Delta_Foco para F1, F2 e F3

Dentro da bateria de testes qualitativos dos resultados individuais para os sujeitos do corpus, analisamos a relação entre os processos de assimilação/dissimilação e o comportamento *previsto* ou *não significativo* do delta das vogais analisadas diante do foco (*com* ou *sem*).

O comportamento *previsto* do Delta V-V nas sequências do corpus com ou sem foco refere-se ao resultados dos testes quantitativos para a distâncias F1xF2, os quais apontaram que as vogais apresentaram uma maior estabilidade nas distâncias F1xF2 sob o efeito do foco e uma maior estabilidade sem o foco.

Assim, o objetivo do teste, apontado na tabela 45, é ver há uma relação da diminuição do delta V-V sob o foco e a presença dos processo de assimilação/dissimilação. No entanto, o teste qualitativo para esta associação não mostrou nenhum resultado acima do valor crítico.

Valores Freeman –Tukey - Processos Ass./Diss. vs. Delta_Foco				
			Delta_Foco	
			NS	Previsto
F1	Proc_Ass/Diss	Assim	1,360	-1,256
		Diss	-1,041	0,906
	process NS		-0,279	0,297
F2	Proc_Ass/Diss	Assim	0,77962205	-0,633805491
		Diss	-0,4562039	0,559758134
	process NS		-0,3891075	0,389258841
F3	Proc_Ass/Diss	Assim	1,67539014	1,642188578
		Diss	-0,4562039	0,559758134
	process NS		-0,3891075	0,389258841
Qui-Quad	F1	F2	F3	
	5,625	1,908	7,41311	
V-Cramer	0,177	0,103	0,20294	
P	0,060	0,385	0,02456	
Bonferroni		0,0083		
Sokal -Rohlf		1,786		

Tabela 45. Resultados do Teste de Freeman –Tukey para a relação entre o Delta_Foco e os processos de Ass/Diss. para os F1, F2, F3.

4.5.2.5 – Associações entre Processos assimilação/dissimilação e o grau de abertura das vogais para F1, F2 e F3

Efetuamos testes qualitativos para analisar as associações entre os resultados com processos de assimilação/dissimilação e o grau de abertura (aberto, fechado e médio) das vogais analisadas. Como nos testes anteriores, tabulamos formante a formante.

Na tabela 46, observamos que não houve resultados de F-T acima do valor crítico (2,54915) para a relação entre os graus de abertura e os processos de assimilação e dissimilação.

Valores <i>Freeman –Tukey</i> - Grau de Abertura vs. processos Assim/Diss												
			proc F1			proc F2			proc F3			
			Assim	Diss	NS	Assim	Diss	NS	Assim	Diss	NS	
abertura	aberto	F-T	0,343	-1,213	0,460	2,147	-1,380	-1,629	-0,830	-2,416	1,040	
	fechado	F-T	-0,118	-2,351	1,067	-2,004	-0,800	1,523	-0,025	-0,490	0,290	
	médio	F-T	0,056	2,070	-1,128	0,134	1,222	-0,371	0,613	1,325	-0,803	
			F1	F2	F3							
			Qui-Quad	13,437	18,218	7,943	Sokal-Rohlf			2,54915		
			V-Cramer	0,193	0,225	0,149	α-Bonferroni			0,0056		
			P	0,009	0,001	0,094						

Tabela 46. Resultados do Teste de *Freeman –Tukey* para a relação entre o grau de abertura e os processos de Ass/Diss. em F1, F2, F3.

Também efetuamos o teste para a relação entre os graus de abertura e os processos de assimilação e dissimilação eliminando as ocorrências neutras da tabela. O α aceitável para este teste, segundo a correção de *Bonferroni* é de 0,0083, com isso, temos um valor crítico pelo teste de *Sokal-Rohlf* de 1,7865. Assim, a tabela 46-a apresenta apenas um resultado acima do valor crítico com sinal negativo em F2, na relação entre o grau de abertura aberto e a dissimilação.

Valores <i>Freeman –Tukey</i> - Grau de Abertura vs. processos Assim/Diss, sem as ocorrências neutras (NS)									
			proc F1		proc F2		proc F3		
			Assim	Diss	Assim	Diss	Assim	Diss	
abertura	aberto	F-T	0,7789	-0,8478	0,502883	-1,9003	0,747542	-1,4145	
	fechado	F-T	1,0632	-1,3591	0,166968	-0,1062	0,311011	-0,2717	
	médio	F-T	-1,0115	1,1722	-0,34105	1,065937	-0,37848	0,678326	
			F1	F2	F3				
			Qui-Quad	6,728	3,566	2,531	α-Bonferroni		0,0083
			V-Cramer	0,322	0,229	0,219			
			P	0,035	0,168	0,282	Sokal-Rohlf		1,7865

Tabela 46-a. Resultados do Teste de *Freeman –Tukey* para a relação entre o grau de abertura e os processos de Ass/Diss. em F1, F2, F3, sem as ocorrências neutras.

Efetuada o teste apenas com as ocorrências de assimilação e as neutras, com testes separados para F1, F2 e F3, podemos observar na tabela 46-b, que em F2 houve um resultado acima do valor crítico (1,7865) para a relação entre o grau de abertura *aberto* com a assimilação (F-T= 2,02034). O grau de abertura *fechado* também apresentou um F-T com sinal negativo na relação com as ocorrências de dissimilação (F-T=-2,10715).

Valores Freeman –Tukey - Grau de Abertura vs. processo Assimilação								
			proc F1		proc F2		proc F3	
			Assim	Neutro	Assim	Neutro	Assim	Neutro
abertura	aberto	F-T	0,10603	0,0435	2,02034	-1,8009	-1,0623	0,60358
	fechado	F-T	0,52162	0,3614	-2,10715	1,3828	-0,1092	0,13299
	médio	F-T	0,55120	-0,2622	0,29420	-0,1540	0,8237	-0,4103
			F1	F2	F3			
			Qui-Qua	0,788	13,897	2,353	α -Bonferroni	0,0083
			V-Cramer	0,0717	0,2834	0,120		
			P	0,674	0,0009	0,308	Sokal-Rohlf	1,7865

Tabela 46-b. Resultados do Teste de *Freeman –Tukey* para a relação entre o grau de abertura e o processo de Assimilação em F1, F2, F3.

Também efetuamos um teste para a relação entre os graus de abertura e o processo de dissimilação (tabela 46-c), apenas com as ocorrências de dissimilação e neutras para F1, F2 e F3. Os resultados mostraram apenas um valor acima do valor crítico, com sinal negativo, para a relação entre o grau de abertura *fechado* e a dissimilação em F1 (F-T= -2,3922) apontando para uma rejeição significativa entre dissimilação e grau de abertura *fechado*. Também foi encontrado um valor acima do valor crítico, com sinal negativo para a relação entre grau de abertura *aberto* e a dissimilação em F3. (F-T= -2,554).

Valores Freeman –Tukey - Grau de Abertura vs. processo Dissimilação								
			proc F1		proc F2		proc F3	
			Diss	Diss	Diss	Neutro	Diss	Neutro
abertura	aberto	F-T	1,1540	0,5835	-0,9553	0,27432	-2,5547	0,632686
	fechado	F-T	-2,3922	0,9808	-1,0920	0,30405	-0,50551	0,244985
	médio	F-T	2,0700	-1,127	1,23746	-0,3085	1,423316	-0,52257
			F1	F2	F3			
			Qui-Quad	13,277	3,959	6,341	α -Bonferroni	0,0083
			V-Cramer	0,305	0,182	0,211		
			P	0,0013	0,131	0,42	Sokal-Rohlf	1,7865

Tabela 46-c. Resultados do Teste de *Freeman –Tukey* para a relação entre o grau de abertura e o processo de Dissimilação em F1, F2, F3.

4.5.2.6 – Conclusões sobre os resultados das associações observadas nos testes qualitativos

Os resultados das análises individuais utilizando o modelo GLM mostram que os sujeitos, em geral, apresentaram resultados tanto para os processos de assimilação quanto para os processos de dissimilação, destacando-se a assimilação, presente em todos os sujeitos.

No entanto, os resultados dos testes efetuados mostraram poucos efeitos acima dos valores críticos de Sokal-Rohlf para muitos dos testes realizados. Principalmente quanto analisamos o grau de abertura das vogais com os processos de assimilação e dissimilação.

Nas análise para da associação entre os processos de assimilação ou dissimilação com a tonicidade, observamos que a associação entre o processo de assimilação tem uma forte relação com a posição pretônica. O que foi ressaltado no teste feito apenas com as ocorrências que apresentaram assimilação e as ocorrências neutras – que não foram significantes nos testes qualitativos realizados para cada sujeito. Nesse testes a posição tônica apresentou valores de F-T acima do valor crítico, positivos na posição pretônica e negativos na tônica. Apontando uma forte tendência da a assimilação preferir a posição pretônica.

Os resultados acima do valor crítico para o processo de dissimilação e as posições acentuais observadas ocorreu somente na posição tônica e em F1.

Os testes para as associações entre as vogais e os processos de assimilação ou dissimilação, por terem um grande número de graus de liberdade ($df=22$) trouxe dificuldades para o teste, pois o valor crítico foi muito alto um alfa muito alto pela correção de Bonferroni. Mesmo assim, apareceram valores de F-T acima do valor crítico

para a associação de algumas vogais com o processo de assimilação. O mesmo não ocorrendo com o processo de dissimilação.

Nas associações entre os processos de assimilação/dissimilação e Delta V-V, os resultados dos testes apontam para uma relação significativa entre a presença de efeitos de assimilação/dissimilação e a ocorrência de comportamento previsto em Delta V-V em F2, ou seja, na maioria das vezes, os processos de assimilação ou dissimilação foram acompanhados de comportamentos previstos das distâncias F1xF2.

Os testes efetuados para a associação entre o grau de abertura e os processos de assimilação e dissimilação não puderam apontar uma relação consistente entre os grau de abertura e tais processos, embora o teste feito somente com a assimilação apontasse uma maior relação com o este processo e o grau *aberto* e dissimilação apresentou uma relação negativa com o grau *fechado*.

Ao submetermos os processos de assimilação e dissimilação aos testes qualitativos – resultados tomados dos testes efetuados individualmente entre os sujeitos do corpus – pudemos observar que o processo de assimilação é predominante entre os sujeitos em relação ao processo de dissimilação. A posição pretônica está mais fortemente relacionada com o processo de assimilação. Os resultados de dissimilação ocorreram quase todos na posição tônica.

Apesar de mostrar que o processo de dissimilação está presente, os testes qualitativos não puderam relacionar com precisão a relação deste processo com fatores como o grau de abertura ou até mesmo relacioná-lo a uma vogal ou um grupo de vogal específica. Embora tendo apresentado um maior número de valores significativos nos testes, o processo de assimilação também apresentou dificuldades para extrairmos uma conclusão nos testes qualitativos em relação a sua associação com o grau de abertura

5 – Explorando a percepção

5.1 – Breve estudo piloto de percepção de detalhes subfonêmicos introduzidos pela coarticulação V-V.

Como observamos durante todo o estudo sobre as relações V-V em sequências V_1CV_2 , as diferenças formânticas atribuídas aos efeitos de coarticulatórios são muito pequenos, assim, seria interessante saber até que ponto os falantes percebem tais diferenças.

Assim, paralelo ao estudo dos efeitos de coprodução V-V na produção da fala, realizamos este pequeno estudo piloto sobre a percepção de diferenças.

Foram realizados 2 experimentos para o estudo. O objetivo do primeiro foi analisar se os falantes conseguiam distinguir quando o plano articulatório de uma sequência pV_1pV_2 foi modificado através de “recorte” e “colagem” de sequências produzidas originalmente em ambientes diferentes. Desta forma, por exemplo, divide-se dissílabos como $/pa'pe/$ e $/pi'pe/$, cruza-se as sílabas recortadas e cria-se outros dois estímulos $/pa'pe/$ e $/pi'pe/$, com os mesmos valores fonológicos, só que alterados os planos articulatórios originais.

Experimentos desse tipo, como os apresentados no trabalho de Fowler & Smith (198), servem para a análise da percepção do planejamento articulatório, em nosso caso, apontar o planejamento V-V, uma vez que falamos em coprodução V-V.

Assim, no caso do exemplo acima, é esperado que um $/'pe/$ (V_2) recortado da sequência $/pa'pe/$ e colado com $/pi/$ (V_1) para formar uma sequência (pV_1pV_2) $/pi'pe/$, seja percebido como diferente da sequência $/pi'pe/$ original, pois o $/'pe/$ utilizado para formar a nova sequência porta informações de um $/a/$ adjacente em V_1 e não de um $/i/$.

O segundo experimento visou a Análise da percepção somente das diferenças formânticas das vogais utilizadas em monossílabos recortados de sequências pV₁pV₂.

Para analisar exclusivamente as diferenças formânticas, foram rigorosamente igualados, o *pitch*, a duração, a taxa de elocução e a intensidade das sequências utilizadas. Desta forma, foi possível observar se as diferenças formânticas introduzidas pela vogal adjacente são percebidas pelos falantes.

a) Metodologia:

Foram utilizados 10 falantes pós-graduandos em fonética-fonologia, considerados ouvintes experientes.

O experimento foi aplicado em sala tratada e com fone de ouvido.

Os estímulos para o experimento 1 foram criados no Praat a partir de dados de fala natural de uma falante feminina do corpus do projeto e constituiu-se de sequências dissílabas com acento na segunda sílaba dos tipos pa'pV₂ e pV₁'pa. As vogais utilizadas em V₁ (pretônica) foram as vogais /e,o/ e as utilizadas em V₂ (tônica) foram as vogais /e,ɛ,ɔ,o/.

Foram escolhidas as sequências de fala a partir com *foco*, nas quais o sinal continha características da fala hiperarticulada. A figura 1 mostra 3 sequências /pa'pe/, a original (no meio) e as outras duas criadas a partir de recorte e colagem de /'pe/ das sequências /pi'pe/ e "pu'pe/. Não foram alterados quaisquer componente dos sinais de fala recortados (F0, taxa de elocução, etc.), apenas tomou-se o cuidado de escolher um ponto de recorte na "zona de silêncio" antes da plosão da consoante, eliminando o problema de alterar abruptamente a curva de F0.

Os estímulos foram compostos por pares das sequências formadas. Um dos pares compostos pela mesma sequência (/pa'pe/ - /pa'pe/, p. ex.) e mais dois pares compostos por sequências diferentes (/pa'pe/ - /pi'pe/ e /pa'pe/ - /pu'pe/, p.ex).

Cada par foi apresentado 3 vezes de forma aleatória aos sujeitos do teste. A tarefa dos sujeitos era dizer se os pares eram iguais ou diferentes.

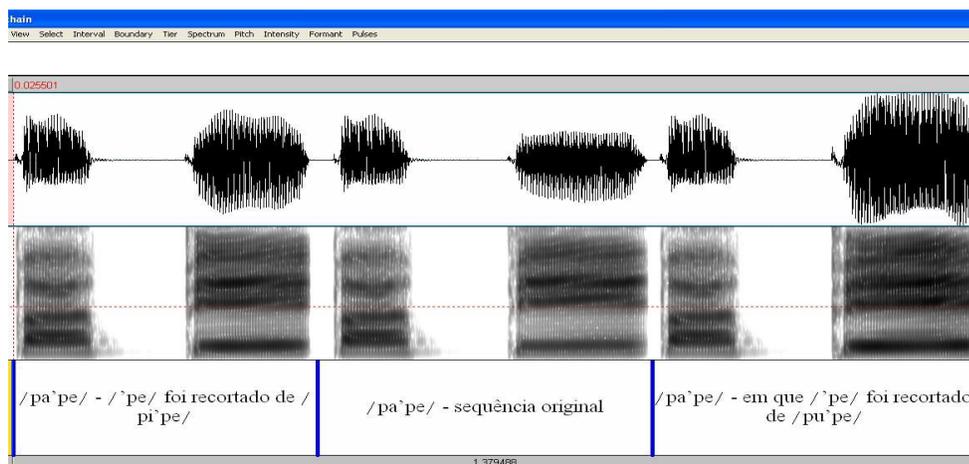


Figura I. Exemplo de recorte e colagem utilizados no experimento. O espectrograma do meio representa a sequência original.

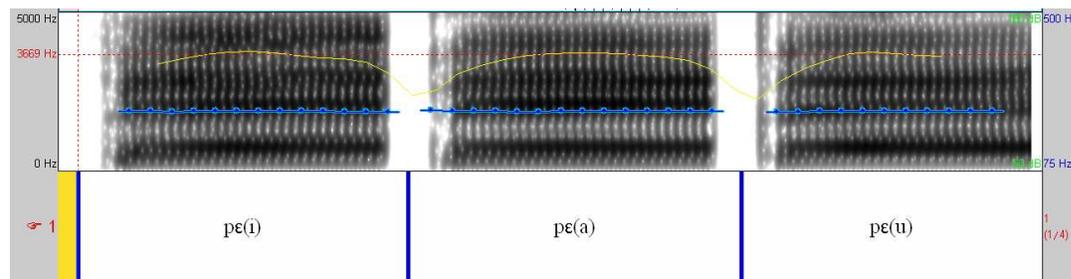
Para o segundo experimento, foram utilizadas sequências monossílabas recortadas de sequências $pV_1p'V_2$, as quais foram modificadas para terem a mesma duração, taxa de elocução e *pitch*, deixando apenas a configuração formântica como diferencial.

Utilizamos os sinais de fala de uma falante feminina do corpus. Através do implemento *Psola* do software *Praat*, fizemos a ressíntese do sinal original, igualando *pitch*, duração e intensidade, de acordo com as médias do sujeito.

A duração total de cada sinal utilizado como estímulo foi de 152 ms. O valor do *pitch* foi de 234 Hz e a intensidade de cada sinal foi de 85 Db.

Na figura II, vemos os espectrogramas de 3 sinais utilizados como estímulos que representam a sílaba /pɛ/. Cada um dos sinais porta uma configuração formântica diferentes, pois são oriundos de dissílabos com /i/, /a/ ou /u/ como vogal adjacente.

Cada par foi apresentado 3 vezes de forma aleatória aos sujeitos do teste. A tarefa dos sujeitos era dizer se os pares eram iguais ou diferentes.



FiguraII. Espectrograma de 3 sequências utilizadas no experimento 2.

Como foi um estudo piloto, não queríamos criar um grande volume de sinais e ter que convocar os falantes para múltiplas sessões, desta forma, testou-se apenas a vogal /a/ contra /i/ e /u/, na posição adjacente às vogais médias.

Para ambos os experimentos utilizamos o *software* DMDX¹⁴ para aplicar os experimentos. O DMDX aleatoriza a apresentação dos estímulos e permite que seja computado o tempo de resposta. É o programa mais utilizado nos experimentos de psicolingüística.

¹⁴ <http://www.u.arizona.edu/~kforster/dmdx/dmdx.htm>

b) Resultados:

- Experimento 1

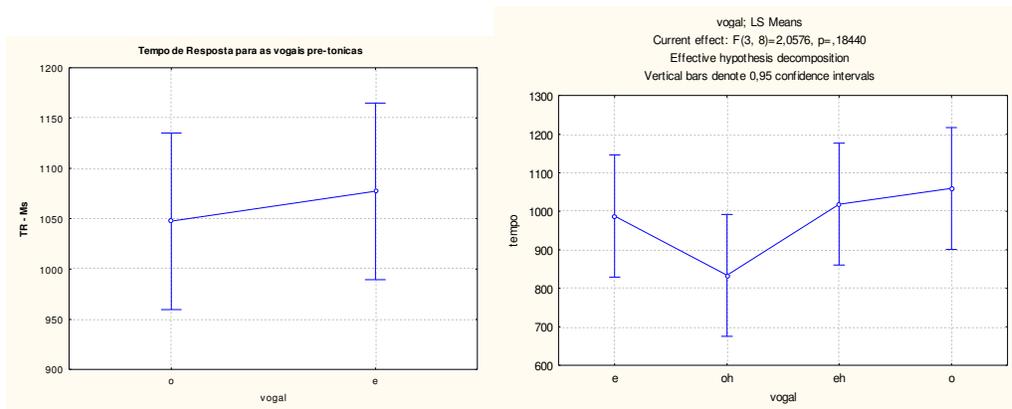
A tabela I mostra a configuração de todos os estímulos apresentados. Na coluna 1 temos a indicação da posição acentual, na coluna 2 as vogais médias recortadas para compor as sequências, na coluna 3 temos a configuração de cada par apresentado. Na coluna 4 vemos as vogais adjacentes das sequências originais onde foram extraídas as vogais médias da coluna 2 (a-a foi sempre original). Na coluna 5, temos os número de acerto para cada par. Na coluna 6 temos a porcentagem de acertos. Na coluna 7 o número de erros de cada par. Na coluna 8 a porcentagem dos erros. Na coluna 9 o tempo de reação.

Col 1	Col 2	Col 3	Col 4	Col 5	Col 6	Col 7	Col 8	Col 9
posicao	vogal	Par	cruz.	Acerto	%	Erro	%	Tempo
tonicos	e	pape-pape	a-a	26	87%	4	13%	1126
	e		a-i	15	50%	15	50%	954
	e		a-u	20	67%	10	33%	882
	ɔ	papó-papó	a-a	28	93%	2	7%	904
	ɔ		a-i	25	83%	5	17%	773
	ɔ		a-u	26	87%	4	13%	823
	ɛ	papé-papé	a-a	28	93%	2	7%	819
	ɛ		a-i	21	70%	9	30%	1069
	ɛ		a-u	15	50%	15	50%	1168
	o	papô-papô	a-a	28	93%	2	7%	987
	o		a-i	13	43%	17	57%	1113
	o		a-u	14	47%	16	53%	1077
preton	o1	popa-popa	a-a	29	97%	1	3%	736
	o1		a-i	6	20%	24	80%	1126
	o1		a-u	1	3%	29	97%	969
	e1	pepa-pepa	a-a	27	90%	3	10%	932
	e1		a-i	3	10%	27	90%	1037
	e1		a-u	8	27%	22	73%	1118

Tabela I. Configuração dos estímulos apresentados e resultado obtido para o experimento 2, com o percentual de erros e acertos para as respostas dos sujeitos.

O teste de Qui-quadrado mostrou que os sujeitos perceberam as diferenças nos pares cruzados em relação aos não-cruzados, para a posição tônica (Qui-Quad. = 38,26667, $p < ,000824$). O mesmo ocorrendo para as vogais /e/ e /o/ em posição pretônica (Qui-Quadrado = 62,66667 $df = 7$ $p < ,0000$).

Quanto a distinção entre as diferenças causadas por /a/, /i/ ou /u/, os resultados dos testes apontam que os sujeitos não diferenciaram significativamente entre os pares cruzados, ou seja, não perceberam as diferenças nas vogais médias introduzidas quando elas foram articuladas com /i/ ou /u/ nas sequências originais. Também não houve diferença no tempo de resposta para os pares cruzados.



- Experimento 2

A tabela II mostra, na coluna 3, a configuração fonológica dos monossílabos apresentados aos sujeitos, na coluna 4 vemos as vogais adjacentes às vogais médias nos dissílabos originais. Nas colunas 5 e 6 temos as quantidades e as porcentagens de erros e acertos.

Col 1	Col 2	Col 3	Col 4	Col 5		Col 6	
	vogal	par	Vogais adjacentes nos dissílabos originais	acertos		erros	
tônicos	e	pe-pe	a-a	20	67%	10	33%
			a-i	7	23%	23	77%
			a-u	9	30%	21	70%
	o	pó- pó	a-a	28	93%	2	7%
			a-i	14	47%	16	53%
			a-u	18	60%	12	40%
	ε	pé - pé	a-a	28	93%	2	7%
			a-i	18	60%	12	40%
			a-u	14	47%	16	53%
	o	po - po	a-a	26	87%	4	13%
			a-i	16	53%	14	47%
			a-u	15	50%	15	50%
preton	o1	po - po	a-a	28	93%	2	7%
			a-i	18	60%	12	40%
			a-u	6	20%	24	80%
	e1	pe - pe	a-a	29	97%	1	3%
			a-i	25	83%	5	17%
			a-u	3	10%	27	90%

Tabela II. Configuração dos estímulos apresentados no experimento II e os números e porcentagens dos resultado obtidos,

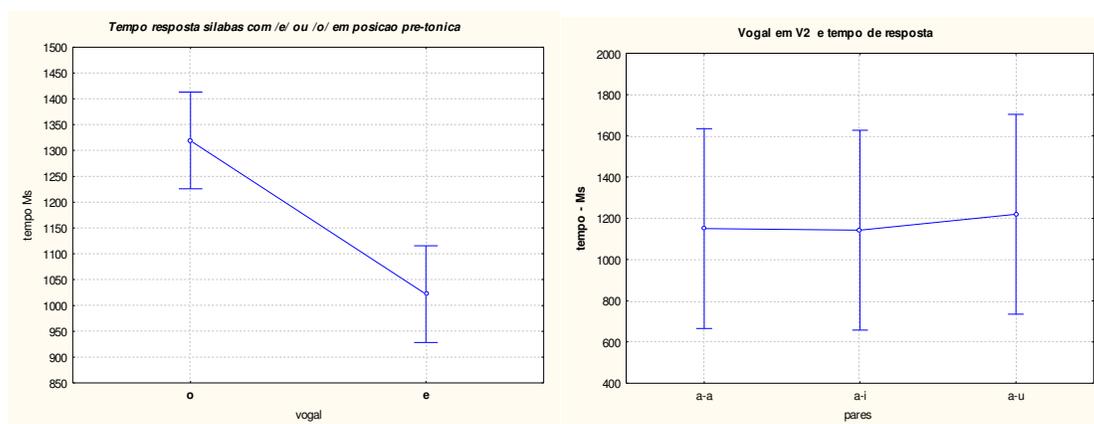
Para medir a significância dos resultados utilizamos o teste de Qui-Quadrado, em que se compara a razão entre as frequências de erros ou acertos observadas com a frequência esperada.

Como fizemos o teste com 10 sujeitos e foram repetidas 3 vezes cada par, dando um total de 30 possibilidades, temos uma frequência esperada de 15 erros ou acertos.

Realizamos os testes nos dados separados por posição acentual e sem os dados dos resultados iguais. O resultado mostrou que os sujeitos reconheceram as diferenças oriundas da coarticulação na posição pretônica (Qui-Quadrado= 44,53333 df = 7 p < 0 ,0000), o mesmo não ocorrendo na posição tônica (Qui-Quadrado = 16,13333 df = 15 p < 0,373251).

O teste de significância da diferença do tempo de resposta em relação às vogais /e/ e /o/ em posição pretônica mostrou-se significativa ($F= 39,0049 - p= 0,0033$). Quando as vogais /e/ ou /o/ foram oriundas de sequências com /i/ em V_2 (/pe'pi/ e /po'pi/), os ouvintes tiveram mais sucesso em distingui-las de /e/ ou /o/ oriundas de /a/ em V_2 (/pe'pa/ e /po'pa/), a porcentagem de acerto ficou em 60% para /o/ e 83% para /e/ (tabela 8). Quando V_2 foi /u/ (/pe'pu/ e /po'pu/), os ouvintes tiveram maior dificuldade para distingui-las de V_2 com /a/ (/pe'pa/ e /po'pa/).

Quando a vogal adjacente foi um /e/ o tempo de resposta foi menor. No entanto, ao testar se as vogais comparadas em V_2 (/a-/i/ e /a-/u/) foram responsáveis por esta diferença, o resultado não foi significativo ($F= 0,07828 - p= 0,92653$).



5.2 – Considerações sobre o breve estudo de percepção

Os resultados do experimento indicam que os falantes perceberam quando a configuração articulatória foi modificada, o que pode apontar para um planejamento vogal-vogal em sequências V_1CV_2 em conjunto.

Os resultados de ambos os experimentos mostraram que nas diferenças perserveratórias, os falantes tiveram maiores dificuldades em perceber as diferenças subfonêmicas, pela vogal adjacente (em nosso caso, as vogais pretônicas). O que reforça a posição privilegiada do acento tônico.

Para as /e/ e /o/ em posição pretônica, foram capazes de perceber tais diferenças e, além disso, as respostas foram diferentes quando /a/ em V₂ foi comparada com /i/ e /u/ em V₂. As vogais /e/ e /o/ se comportaram de maneira semelhante; quando os pares continham diferenças fonéticas geradas por /a/ e /i/, os ouvintes perceberam as diferenças, ocorrendo o contrário quando foram contrastados /a/ e /u/.

A disposição do quadro de especificação das 7 vogais do português de acordo com a fonologia acústica-articulatória (Albano, 2001a) – Tabela 10 – poderia fornecer uma explicação, pois, na sua configuração, as vogais /i/ e /e/ compartilham o mesmo local (região coronal), portanto, como os efeitos observados no experimento foram sempre de assimilação dos efeitos antecipatórios para as vogais pretônicas, o aumento da distância de F1 e F2 em /e/ em V₁ foi maior com /i/ em V₂ quando comparado a /a/ em V₂. Já na comparação de /a/ e /u/, a dificuldade em perceber a diferença pode ser atribuída à menor diferença articulatória entre /a/ e /u/ com relação à região dorsal.

	local ξ	Região-coronal	Região dorso -faríngea	Região Dorsal
Grau	Estreito	i		u
	Médio	e		o
	Largo	ɛ	a	ɔ

Tabela 49. Especificação das 7 vogais na fonologia acústica-articulatória proposta para o Português Brasileiro. (Fonte: Albano, 2001a).

6 - Conclusões

As análises dos dados deste trabalho foram divididas em quantitativas e qualitativas. Nas quantitativas, utilizamos os valores acústicos da totalidade do corpus e nas qualitativas, efetuamos testes individuais nos sujeitos do corpus e, a partir daí, tabulamos os resultados, passando a tratá-los qualitativamente.

Estas duas categorias de análise possibilitaram a reunião de uma série de elementos sobre a descrição das relações coarticulatórias V-V em sequências VCV, algumas delas inéditas na literatura.

Devemos ressaltar que na literatura sobre efeitos de coarticulação V-V de que tivemos conhecimento não encontramos estudos feitos com a quantidade de sujeitos e com o número de variáveis que utilizamos. A média de sujeitos utilizados em estudos de coarticulação está em torno de 5 falantes. O controle de variáveis como *consoante* e *foco* criou a necessidade do aumento da quantidade de sujeitos. Também levamos em conta fatores de confusibilidade, como os efeitos de undershoot.

Pudemos observar na análise quantitativa que as diferenças formânticas nas relações V-V são acusticamente pequenas. Se atentarmos para os estudos perceptivos, veremos que tais diferenças estão abaixo do JND para o inglês, por exemplo, (Kewley-Port & Watson, 1993). Isso levanta questão de até que ponto as diferenças observadas em nosso trabalho são significativas do ponto de vista da percepção acústica. No entanto, como este trabalho é centrado na produção, questões como estas não podem ser respondidas diretamente.

No que se refere aos processos observados na relação V-V, pudemos observar a presença da assimilação, amplamente descrita na literatura, e da dissimilação, observação inédita na literatura durante uma boa parte de nossos estudos. Assim, destoamos dos

estudos clássicos sobre as relações V-V, ao efetuarmos as análises com dois processos possíveis e não apenas a assimilação da configuração formântica da vogal adjacente.

Outro elemento importante do estudo foi a introdução de uma variável visando o controle da fala hiperarticulada, ou fala clara, permitindo tirarmos algumas conclusões a respeito das estratégias envolvidas nos processos V-V.

A diferença entre as sequências *com* e *sem* foco foram significativas nas análises quantitativas. A duração para as sequências *com* foco foram sempre maiores.

Medimos também a diferença dos entre F1 e F2, chamando-as Delta V-V. Nas associações entre os processos de assimilação/dissimilação e Delta V-V, os resultados dos testes apontam para uma relação significativa entre a presença de efeitos de assimilação/dissimilação e a ocorrência de comportamento previsível em Delta V-V em F2.

Os resultados das análises individuais utilizando o modelo GLM mostram que os sujeitos, em geral, apresentaram resultados tanto para os processos de assimilação quanto para os processos de dissimilação, destacando-se a assimilação, presente em todos os sujeitos.

O gráfico 24 mostra que a quantidade de ocorrências de assimilações nos testes individuais foi maior do que as dissimilações.

De acordo com a tabela 50, a porcentagem de ocorrência de assimilação foi de 21% em F1, 34% em F2 e 21% em F3 e para a dissimilação foi de 15% em F1, 4% em F2 e 9% em F3.

No entanto, os resultados associações entre os os processos V-V, posição acentual, foco e delta F1xF2, efetuados com níveis de significâncias bastante conservadores – dados através da Correção de Bonferroni - mostraram poucos efeitos acima dos valores críticos de Sokal-Rohlf para muitas das comparações realizadas.

Os testes qualitativos mostram a ocorrência tanto da assimilação como de dissimilação, embora, no caso da dissimilação, não possamos dizer que vá ocorrer sempre, para todos os sujeitos. A importância dos testes qualitativos para o entendimento do processo de dissimilação está justamente em poder dizer que, embora não esteja sempre presente, ela é uma possibilidade a ser contemplada pela língua em suas estratégias de produção.

A possibilidade do processo de dissimilação aponta para uma instabilidade nunca documentada nos estudos de coarticulação V-V, que sempre afirmaram haver apenas a assimilação ou a neutralidade entre as configurações formânticas em V-V. Com isso, modelos de coarticulação ou coprodução V-V devem trabalhar com uma variável a mais.

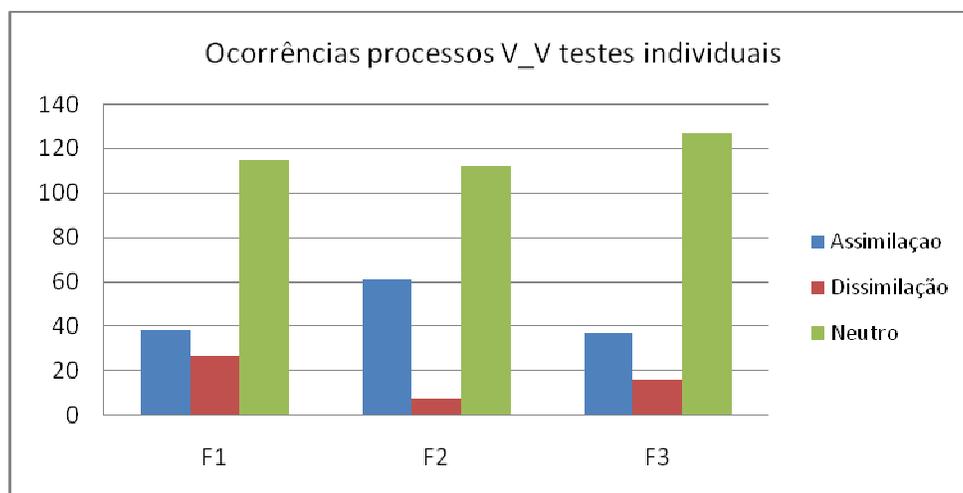


Gráfico 24. Comparação das ocorrências de resultados significativos para os processos V-V apontados nas análises individuais dos sujeitos do corpus.

Porcentagem das ocorrências para os processos V-V					
		F1	F2	F3	total
processo	assimilações	21%	34%	21%	25%
	dissimilações	15%	4%	9%	9%
	neutro	64%	62%	71%	66%

Tabela 50. Porcentagens das ocorrências de assimilação, dissimilação e neutro nos testes individuais.

Os processos V-V, estão relacionados a uma série de fatores. Dentre eles, tratamos de variáveis independentes como a posição acentual e a configuração vocálica de V-V. Com isso, pudemos ter uma visão mais ampla desses processos.

O primeiro aspecto a ser observado em relação aos processos de assimilação e dissimilação e as variáveis em jogo refere-se à distribuição dos processos entre as vogais observadas. Os quadros dos resumos dos resultados dos testes quantitativos para a existência dos processos de assimilação e dissimilação (tabelas 51 e 52) mostram que tal distribuição depende da posição acentual e $V_1'CV_2$. Na posição pretônica, todas vogais receberam influências significativas da vogal adjacente (V2). Na posição tônica, as vogais, as vogais /i/ e /u/ não apresentaram resultados significativos.

Assim, baseados nestes quadros de resumo, os efeitos das vogais em posição pretônica (V1) na configuração formântica da vogal tônica (V2), - efeitos perseveratórios - não ocorreram para as vogais /i/ e /u/. Embora este seja um fenômeno acústico de baixo nível, é apropriado associá-lo com o envolvimento de /i/ e /u/ nos processos fonológicos, apontado pela fonologia tradicional do PB (Abaurre-Gnerre, 1981, Lee, 2006) como levantamento de /e/ e /o/. Ao que parece, a maior variedade de processos fonológicos descritos para a posição pretônica no PB, como redução, levantamento, harmonia, etc. segue a instabilidade apresentada nos processos fonéticos em V-V. Embora as relações entre /i/-/e/ e /o/-/u/ na posição pretônica do PB careçam de estudos fonéticos mais aprofundados, uma pista para essa associação reside no fato da fonologia tradicional apontar que o chamado levantamento de /o/ e /e/ não ocorre sempre (Abaurre-Gnerre, 1981) num mesmo dialeto pesquisado, ou seja, a língua conserva as opções de levantar /e/ ou /o/ ou não levantar. Assim, processos gradientes no nível fonético, podem ser gerar processos vistos como discretos na fonologia.

Resumo dos resultados dos testes quantitativos para as vogais em posição pretônica (V1)															
Vog	/i/			/e/			/a/			/o/			/u/		
Form	F1	F2	F3	F1	F2	F3	F1	F2	F3	F1	F2	F3	F1	F2	F3
Sig.	NS	S	S	S	S	S	S	S	S	NS	S	NS	NS	S	NS
Proc.	Nt	ASS.	Nt	ASS.	Nt	Nt	ASS.	Nt							

Tabela 51. Resumos dos resultados dos testes qualitativos para as vogais na posição pretônica em relação aos processos de assimilação ou dissimilação da vogal adjacente.

Resumo dos resultados dos testes quantitativos para as vogais em posição tônica (V2)																					
Vog	/i/-ton			/e/-ton			/eh/- ton			/a/-ton			/ oh/-ton			/o/-ton			/u/-ton		
For	F1	F2	F3	F1	F2	F3	F1	F2	F3	F1	F2	F3	F1	F2	F3	F1	F2	F3	F1	F2	F3
Sign	NS	NS	NS	NS	S	S	NS	S	S	NS	S	NS	S	NS	NS	S	NS	S	NS	NS	NS
Proc	Nt	Nt	Nt	Nt	Dis	Dis	Nt	Dis	Dis	Nt	Dis	Nt	Dis	Nt	Dis	Nt	Dis	Nt	Nt	Nt	Nt

Tabela 52. Resumos dos resultados dos testes qualitativos para as vogais na posição tônica em relação aos processos de assimilação ou dissimilação da vogal adjacente.

Na relação com a posição acentual reside a maior distinção entre os processos assimilatórios e dissimilatórios. Os testes quantitativos mostraram que a assimilação tem uma preferência pela posição pretônica, enquanto a dissimilação só ocorre na posição tônica, malgrado a maior suscetibilidade das vogais em posição pré-tônica em relação aos processos V-V. Os estudos qualitativos corroboraram essa preferência, mostrando uma maior ocorrência de associações significativas entre assimilação na posição pretônica, assim como a ocorrência de algumas associações significativas entre as dissimilação e a posição tônica.

As tabelas 51 e 52, apontam que na posição tônica, a dissimilação ocorre quase exclusivamente nas vogais médias, exceto pela ocorrência de dissimilação em /a/. No que se refere ao grau de abertura (pelo quadro da FAAR (Albano, 2000) , (tabela 49), o grau *estreito* não apresentou efeitos nos testes quantitativos enquanto os graus *largo* e *médio* apresentaram efeitos para / eh, a, oh, o/ em F1.

A preferência por F1 pode ser explicada por outro achado importante deste estudo, que são os indícios de um processo de compensação na posição tônica. Trata-se da

constatação de que uma parte dos valores em Hz do F1 das vogais médias serem menores nos dados *com foco*, que apresentam durações maiores, do que nos dados *sem foco*, com durações menores. De acordo com a literatura, uma duração maior teria, necessariamente, que ser acompanhada de uma subida no valor de F1 (para o PB, ver Arnold 2005)

O fato das regiões posteriores do trato apresentarem dissimilação somente em F1, pode ser interpretada pela Teoria da Perturbação. Essa é um poderoso instrumento da acústica da fala, pois permite a predição das mudanças das frequências dos formantes resultantes de perturbações (constricções locais) no trato vocal.

Um tubo uniforme fechado em um lado e aberto no outro tem frequências de ressonância determinadas pelo seu comprimento (assumindo condições atmosféricas constantes). As frequências de ressonância são relativamente mais baixas para tubos longos e relativamente mais altas para tubos curtos. Para tubos não-uniformes (i.e., tubos cuja seção transversal não é constante), as frequências individuais de ressonância variam em torno dos valores determinados para um tubo uniforme. O tubo uniforme fechado em um lado e aberto no outro é um modelo acústico para uma vogal chamada de média-central (Kent & Reed 1992).

Tal tubo terá em cada uma de suas frequências de ressonância uma distribuição de ondas estacionárias da velocidade volumétrica ou seu o inverso da pressão. Para um melhor entendimento, tomemos a seguinte explicação de Kent & Reed:

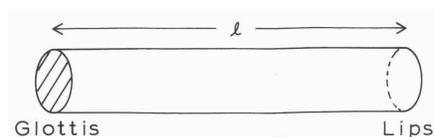
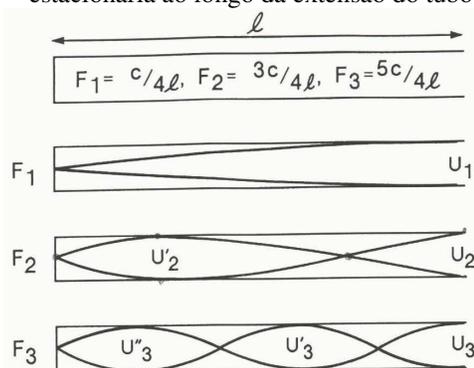


Figura 2-12. Modelo de tubo reto do trato vocal para a produção de vogais

“Basicamente, as variações na velocidade volumétrica durante a ressonância no tubo refletem o modo como as partículas individuais vibram em várias posições no tubo. Em certas posições, a vibração das partículas é máxima (e a pressão atinge o seu mínimo). Em outras posições, a vibração das partículas é mínima (e a pressão atinge o seu máximo). As regiões

onde as partículas vibram com amplitude máxima são regiões de máximos de velocidade volumétrica, ou *antinós*. As regiões onde as partículas vibram com amplitude mínima são regiões de mínimo de velocidade volumétrica, ou *nós*. É característico da ressonância de tubos que a velocidade volumétrica ou o seu inverso, a pressão, tenha uma distribuição estacionária ao longo da extensão do tubo.



2-13. Modelo de tubo reto do trato vocal mostrando a distribuição espacial da velocidade volumétrica para cada um dos três primeiros formantes. U indica uma velocidade volumétrica máxima.

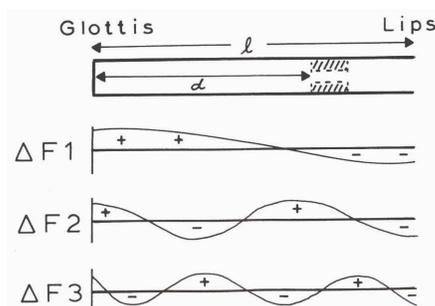


Figura 2.15. Efeitos de perturbações locais nas frequências dos três primeiros formantes, F1, F2 e F3. À medida que a perturbação se move ao longo do trato vocal, os formantes aumentam (+) ou diminuem (-) em frequência, como mostrado para cada formante.

Segundo a representação da Figura 2.13, cada constrição local do tubo produzida pela compressão é uma perturbação, e o efeito da perturbação na frequência do formante F_n depende de a constrição ser próxima a um nó ou a um antinó. A relação geral é a seguinte:

Uma constrição local do tubo perto de um máximo da velocidade volumétrica abaixa a frequência do formante.

Uma constrição local do tubo perto de um mínimo da velocidade volumétrica aumenta a frequência do formante.

Como um modo final de mostrar as previsões da teoria da perturbação, a figura 2.15 ilustra como a localização da constrição ao longo da extensão de um ressonador de um tubo afeta as frequências de F1, F2 e F3. Um sinal positivo indica que a constrição naquele ponto aumenta a frequência do formante e um sinal negativo indica que a constrição naquele ponto abaixa a frequência do formante. Notemos especificamente os seguintes efeitos:

Todas as três frequências dos formantes são abaixadas pela constrição labial.

Todas as três frequências dos formantes são aumentadas por uma constrição perto da laringe.

A curva de F2 tem uma região negativa correspondente à constrição da língua para /a/ e uma região positiva correspondente à constrição da língua para /i/.

A curva para F3 tem regiões negativas correspondentes a constrições nos lábios, no palato e na faringe” (Kent & Reed 1992).

Para uma entender a importância da figura 2.15 no trabalho de Kent & Reed, transcrevemos abaixo o comentário de Albano à tradução para o português realizados por

A. Meirelles de Kent & Reed:

Num máximo (anti-nó) de uma onda estacionária, o aumento ou a diminuição da frequência são inversamente proporcionais ao aumento ou à diminuição do espaço nas cavidades formadas no trato vocal. A razão é que o comprimento de onda é esticado (aumento do espaço, diminuição da frequência) ou encurtado (diminuição do espaço, aumento da frequência) quando um nó ou anti-nó é comprimido pela constrição. Não importa se a amplitude da onda é plotada em termos de pressão ou de velocidade.

Uma constrição num máximo de pressão diminui o espaço, pois as condições para a formação do anti-nó já se satisfazem na sua extremidade voltada para o fundo do tubo. Ou, inversamente, uma constrição num mínimo de velocidade diminui o espaço, pois as condições para a formação do nó já se satisfazem na sua extremidade voltada para o fundo do tubo. A consequência é sempre o aumento da frequência (diferença positiva). Uma constrição num mínimo de pressão aumenta o espaço, pois as condições para a formação do nó só se satisfazem na sua extremidade voltada para a

abertura do tubo. Ou, inversamente, uma constrição num máximo de velocidade aumenta o espaço, pois as condições para a formação do anti-nó só se satisfazem na sua extremidade voltada para a abertura do tubo. A consequência é sempre a diminuição da frequência (diferença negativa). A Figura 2-15 de K & R mostra o que Fant chamou de "sensitivity functions", i. e., as perturbações de um formante por uma constrição em 4 regiões do trato vocal: a labial, a palatal, a dorsal e a laríngea. Elas são expressas em termos de diferenças (simbolizadas pelo delta e pelos sinais de + e -). A referência é sempre o formante correspondente do tubo uniforme de 17,5 cm, o qual sabemos constituir uma boa aproximação do schwa masculino.

(Eleonora C. Albano)

Assim, de acordo com a Teoria da Perturbação, um maior espaço faríngeo diminui o valor em Hz de F1, bem como um menor espaço o aumenta. Assim, uma posição mais alta da língua tende a aumentar mecanicamente a cavidade e diminuir F1. Por outro lado, a abertura da mandíbula tende a diminuir mecanicamente a mesma cavidade, gerando uma tendência de subida do valor em Hz de F1.

Em nossos dados, uma relação entre os dois tipos de compensação encontrados aponta uma complexa estratégia que visa restabelecer a qualidade da vogal apesar da abertura de mandíbula associada, seja aos processos V-V, seja ao foco. Assim, em posições de proeminência, em que a vogal deve manter-se distinta visando à inteligibilidade, a maior duração ou a coprodução dos segmentos poderia provocar a obliteração de algumas distinções. A retração da raiz da língua compensaria esses efeitos nas vogais médias, que são relativamente próximas entre si do ponto de vista acústico-auditivo.

Uma consideração a fazer, depois de olharmos atentamente os dados, seria em relação ao sustentado pela literatura sobre coarticulação a saber: de que as vogais em sequência VCV são planejadas independentemente, portanto, sendo susceptíveis aos efeitos da mecânica do trato dos segmentos adjacentes. Como vimos, tratar os elementos em V-V como entidades separadas é uma necessidade imposta pela noção clássica de segmento. Nessa visão clássica, a diminuição dos efeitos observados nos processos V-V, deve-se a restrições do próprio trato, como a presença de uma consoante intermediária (Recasens, 1987, Recasens & Pallares, 2000), ou as peculiaridades da posição acentual (Nicolaidis, 1999). No entanto, o apresentado neste estudo é uma constante movimentação das

configurações formânticas de ambas as posições em V'CV, malgrado os efeitos da consoante intermediária. Nesse sentido, alinhamo-nos às teorias que entendem os efeitos observados nos processos V-V façam parte de um planejamento único de ambas as vogais em V'CV, com V-V sendo executada em coprodução com o gesto consonantal.

Ainda, de acordo com os resultados das influências da consoante intermediária, que existiram em pequenas quantidades, notamos que, embora possamos propor que os efeitos encontrados decorram de um planejamento de um gesto V-V, influências não controladas da cinética do trato vocal estão presentes. Esse raciocínio deve ser estendido para a relação V-V, pois as medidas que dispomos ainda são insuficientes para creditarmos todos os comportamentos observados às restrições de alto nível. Os estudos visando a extensão do planejamento dos movimentos coarticulatórios (Whalen, 1990, Bell_Berti & Haris, 1995, Fowler, 2006) tampouco tiveram êxito nesse sentido. O que podemos propor é que o modelo de planejamento V-V deve controlar os processos V-V, envolvidos na coprodução, visando a estabilidade dos gestos. O fato de uma vogal sofrer influências coarticulatórias da vogal adjacente na posição pretônica e permanecer relativamente neutra na posição tônica mostra que tais processos fônicos V-V são passíveis de controle pelo modelo. No entanto, a variabilidade do comportamento destes processos, mostrada neste estudo, aponta para explicações fundamentadas em modelos dinâmicos de produção de fala, nos quais as flutuações e compensações são regra e não exceção.

O estudo mostrou que não se pode esperar um comportamento gradiente completamente previsível dos processos fônicos V-V, e, sim, tendências e direcionamentos, sob a influência de uma série de variáveis cujo comportamento não pudemos controlar nos experimentos.

7 - Bibliografia

- ABAURRE-GNERRE, M. B. (1981). *Processos fonológicos segmentais como índices de padrões prosódicos diversos nos estilos formal e casual do português do Brasil*. In Cadernos de Estudo Linguísticos (2), p. 23-44.
- ALBANO, E. C. (2001a). *O Gesto e suas Bordas: para uma fonologia acústico-articulatória do português brasileiro*. Campinas: Mercado de Letras.
- ALBANO, E. C. (2001b). *Restrições gradientes sobre relações entre vogais pretônicas e tônicas no léxico do português brasileiro*. Cadernos de Estudos Linguísticos 40, 17-27.
- ALBANO, E. C., et Al. (2004). *Aquisição de relações fônicas descontínuas: três estudos distribucionais e duas simulações conexionistas*. Letras de Hoje 39, 111-122.
- AQUINO, P. A. (1997). *O papel das vogais reduzidas pós-tônicas na construção de um sistema de síntese concatenativa para o português do Brasil*. Dissertação de mestrado IEL/UNICAMP.
- ARAY, T. (2001). *The replication of the Phonetic Chiba and Kajiyamas's Mechanical Models of the Human Vocal Cavity*. In Journal of Phonetics Society of Japan, 5 (2), 31-38.
- ARGYROUS, G. (2005). *Statistics for Research: With a Guide to SPSS*. London: Sage Pub.
- ARNOLD, M. (2005). *Implicações do estilo de fala da manchete noticiosa radiofônica sobre parâmetros acústicos vocálicos e prosódicos no português brasileiro*. Tese de Doutorado – IEL – UNICAMP.
- BECKMAN, M. E., & PIERRUMBERT, J. (1986). *Intonational structure in Japanese and English*. Phonology Yearbook, 3, 255–309.
- BEDDOR, P. S. & YAVUZ H. K. (1995) *The relation between vowel-to-vowel coarticulation and vowel harmony in Turkish*. In Proceedings of the 16th International Congress of Phonetic Sciences, vol. 2, 44-51, Stockholm.
- BEDDOR, P. S., HARNSBERGER, J. D. & LINDERMAN, S. (2002). *Language-specific patterns of vowel-to-vowel coarticulation: acoustics structure and their perceptual correlates*. In Journal of Phonetics 30, 591-627.
- BELL-BERTI, F. & HARRIS, K. S. (1976). *Some aspects of coarticulation*. Haskins Laboratories Status Report on Speech Research, SR-45/46, 197–204.
- BELL-BERTI, F., RAPHAEL, D.B., PISONI, D.B. & SAWUSCH, J.R. (1979). *Some relationships between speech production and perception*. *Phonetica* 36, 373-83
- BERK, N. K. (1987). *Effective Microcomputer Statistical Software*. In *The American Statistician*, vol. 41, 3, p 222-228.
- BIRD, K. (2002) *Confidence Intervals for Effect Sizes in Analysis of Variance*. In *Educational and Psychological Measurement* 2002; 62; 197.;
- BISOL, L. (1981). *Harmonização vocálica: uma regra variável*. Rio de Janeiro: UFRJ.

- BROWMAN, C. & GOLDSTEIN, L (1990b). *Tiers in Articulatory Phonology, with some implications for casual speech*. In: J. Kingston and M. E. Beckman (Eds.), *Papers in laboratory phonology. I: Between the grammar and physics of speech* (pp. 341-376). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- BROWMAN, C. & GOLDSTEIN, L (1990c). *Gestural specification using dynamically-defined articulatory structures*. *Journal of Phonetics*, 18, pp. 299-320.
- BROWMAN, C. & GOLDSTEIN, L. (1990a). *Representation and reality: Physical systems and phonological structure*. In *Journal of Phonetics* 18, 411-424.
- BROWN, R. A. (2002) *Effects of Lexical Confusability on the Production of Coarticulation*. UCLA Working Papers in Linguistics, no. 101.
- BUTCHER, A. & HARRINGTON, J. (2003). *An acoustic and articulatory analysis of focus and the word/morpheme boundary distinction in Warlpiri*, in *Proceedings of the 6th ISSP*
- OHALA, J. J. (1997). *The relation between phonetics and phonology*. In Hardcastle, W. & Laver, J.(eds.) *Handbook of Phonetics*. Oxford: Blackwell Publishers.
- CALLOU, D. et ali. (1986) *As vogais pretônicas no falar carioca*. In *Estudos linguísticos e literários*. Salvador.
- CARRÉ, R. & CHENNOUKH, S. (1993). *Vowel-Consonant-Vowel modeling by superposition of consonant closure on Vowel-to-Vowel gestures*. In *Proceedings of 3rd Seminar on Speech Production: Models and Data*, Saybrook Point Inn.
- CASTELLOE, J. & O'BRIEN, R. (2001). *Power and Sample Size Determination for Linear Models*. In *proceedings of SUGI 26*. paper 240-26.
- CHO, T. (2004). *Prosodically conditioned strengthening and vowel-to-vowel coarticulation in English*. In *Journal of Phonetics*, 32.
- CHOMSKY, N. e HALLE, M. (1968). *The sound pattern of English*. Nova Iorque: Harper e Row.
- ELMAN, J. (1988). *Cognitive Penetration of the mechanism of Perception: Compensation for coarticulation of lexically restored phonemes*. *Journal of memory and Language*, 27 (2), 143.
- ELMAN, J. L. (1995). *Language as a dynamical system*. In R.F. Port & T. van Gelder (Eds.), *Mind as Motion: Explorations in the Dynamics of Cognition*. Cambridge: MIT Press.
- FANT, G. (1960). *Acoustic Theory of Speech Production*. Haia: Mouton.
- FARNETANI, E. (1997). *Coarticulation and Connected Speech Processes*. In Hardcastle, W. & Laver, J. (eds.) *Handbook of Phonetics*. Oxford: Blackwell Publishers.
- FERGUSON, S. & KEWLEY-PORT (2007) *Talker Differences in Clear and Conversational Speech: Acoustic Characteristics of Vowels*. In *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 50 1241-1255.
- FERGUSON, S. (2004) *Talker differences in clear and conversational speech: Vowel intelligibility for normal-hearing listeners*. In *J. Acoust. Soc. Am.* 116 (4), 1.

- FOWLER, C. A, SMITH, M. R.(1986). *Speech perception as “vector analysis”*: An approach to the problems of invariance and segmentation. In Perkell J. S., Klatts D. H. (Eds.), *Invariance and variability in speech processes* (pp. 123-139). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- FOWLER, C. A. (1980). *Coarticulation and theories of extrinsic timing control*. *Journal of Phonetics*, 8, 113 – 133.
- FOWLER, C. A. (1981). *Production and perception of coarticulation among stressed and unstressed vowels*, In *Journal of Speech and Hearing Research* 46: 127-139.
- FOWLER, C. A. (1990). *Some regularities in speech are not consequences of formal rules: A comment on Keating’s paper*. In *Papers in Laboratory Phonetics I*. Cambridge: Cambridge Univ. Press.
- FOWLER, C.A. (1984). *Segmentation of coarticulated speech in perception*. In *Perception & Psychophysics*, 36 (4), 359-368.
- FOWLER, C.A. (2006). *Compensation for coarticulation reflects gestures perception, not spectral contrast*. In *Perception & Psychophysics* 68 (2), 161-177.
- FUJIMURA, O. (1970). *Sweep-Tone Measurements of Vocal-Tract Characteristics*. In *Journal of the Acoustical Society of America* 49, 2 (2).
- FUJIMURA, O. (1981). *Temporal Organization of Articulatory Movements as Multidimensional Phrasal Structure*. In *Phonetica* 38, 66-83.
- GENDRO,G. & ADDA-DECKER, M. (2007). *Impact of Duration and Vowel Inventory Size on Formant Values of Oral Vowels: An Automated Formant Analysis From Eight Languages*. In *ICPhS 2007*.
- GOLDSTEIN, L. & FOWLER, C. A. (2003). *Articulatory Phonology: A phonology for public language use*. In *Phonetics and Phonology in Languages Comprehension and Production: Differences and Similarities*. Berlin: Mouton de Gruyter.
- HAMMARBERG, R. (1982). *On Redefining Coarticulation*. *Journal of Phonetics*, 10, 123 – 137.
- HÄRDLE, W. & SIMAR, L. (2003). *Applied Multivariate statistic*. Berkley: Springer Verlag.
- HENKE, W. (1966). *Dynamic articulatory model of speech production using computer simulation*. PhD Dissertation, MIT.
- JACEWICZ, E, FOX, R.A, SALMONS, J. (2007). *Vowel space areas across dialects and gender*. In *Anais do XVI ICPhS. XVI*
- JANOSKY, J. E (1991) *An overview of the Analysis of a Single-Subject Design. with recommendations*. Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association (Chicago, IL, April 3-7, 1991)
- JONSON, C. C. & RAKOW, E. A. (1994). *Effects of Violations of Data Set Assumption When Using the Analysis of Variance and Covariance with Unequal Group Sizes*. Annual Meeting of the Mid-South Education Research Ass. Nashville, TN, USA.

- KEATING, P. (1990). *The Window Model of Coarticulation: Articulatory evidence*. In Papers in Laboratory Phonetics I. Cambridge: Cambridge Univ. Press.
- KELSO, J. A. S. (1995). *Dynamic Patterns: The Self-Organization of Brain and Behavior*. CAMBRIDGE: MIT PRESS.
- KENT, R., & REED, C. (1992) *The Acoustic Analysis of Speech*. San Diego: Singular.
- KEWLEY-PORT, D., WATSON, C.S. (1993). *Formant-frequencies discrimination for isolated English vowels*. Journal of Acoustical Society of America, 95(1).
- KONDO, Y. (2000). *Production of Schwa by Japanese speakers of English: an acoustic study of shifts in coarticulatory strategies from L1 and L2*. In Papers in Laboratory Phonology V: Acquisition and the Lexicon. Cambridge: Camb. Univ. Press.
- KONDO, Y. (2006) *Within-word prosodic constraint on coarticulation in Japanese*. In Language and Speech, 49, 3.
- KÜHNERT, B. & NOLAN, F. (1997). *The origin of coarticulation*. In Forschungsberichte des Instituts für Phonetik und Sprachliche Kommunikation der Universität München (FIPKM) 35, 61-75.
- LANDAU, S. & EVERITT, B. S. (2003). *A Handbook of statistic analysis using SPSS*. Boca Raton: Chapman & Hall/CRC Press.
- LAVINE, G. *et al.* (2003). *Levine's guide to SPSS for analysis of variance*. Laurence Erlbaum Ass., Philadelphia.
- LIBERMAN, A. M. & MATTINGLY, I. G. (1985). *The Motor Theory of Speech Perception Revised*. Cognition 21, 1-36.
- LEE, S.H. (2006). *Sobre as vogais pretônicas no Português Brasileiro*. In Gel –Revista de estudos linguísticos, 35, p 116.
- LINDBLOM, B. (1996). *Role of articulation in speech perception: Clues from production*. Journal of the Acoustical Society of America 99, 1683-92.
- LINDBLOM, B., SUSSMAN, H. M., MODARRESI, G. & BURLINGAME, E. (2002). *The Trough Effect: Implication for Speech Motor Programming*. Phonetica 59, 232-244.
- LOTTO, A.J. (2004). *Perceptual Compensation for Coarticulation as a General Auditory Process*. In Proceedings of the 2003 Texas Linguistics Society Conference.
- LOTTO, A.J., KLUENDER K. R., HOLT, L. (1997). *Perceptual compensation for coarticulation by Japanese quail (Coturnix coturnix japonica)*. In Journal of Acoustical Society of America, 102(2).
- MAGEN, H. S. (1997). *The extent of vowel-to-vowel coarticulation in English*. In Journal of Phonetics 25, 187-205.
- MAGNUSON, J. S., MACMURREY, B., TANENHAUS, M., ASLIN, R. (2003). *Lexical effects on compensation for coarticulation: the ghost of Christmas past*. In Cognitive Science, 27 (2003), 285-298.

- MANN, V. (1980). *Influence of preceding liquid on stop-consonant perception*. In Perception & Psychophysics, 28 (5), 407-412.
- MANUEL, S. Y. (1990). *The Role of Contrast in Limiting Vowel-To-Vowel Coarticulation in different Languages*. Journal Of The Acoustical Society Of America 88, 1286-98.
- MAX, L. & ONGHENA, P. (1999). *Some Issues in the Statistical Analysis of Completely Randomized and Repeated Measures Designs for Speech, Language, and Hearing Research*. In Journal of Speech, Language, and Hearing Research Vol.42 261-270.
- MINITAB STATISTICS – All topics (2005). Minitab Inc, Pennsylvania, USA.
- MITTERER, H. (2006). *On the causes of compensation for coarticulation: Evidence for phonological mediation*. In Perception & Psychophysics 68 (7), 1227-1240.
- MITTERER, H. (2007). *Top-down effects on compensation for coarticulation are not replicable*. In Proceedings of Interspeech 2007, 1601-1604. Adelaide: Causal Productions.
- MOK, P. K. P. & HAWKINS, S. (2004) *Effects of phonemic vs. allophonic density and stress on vowel-to-vowel coarticulation in Cantonese and Beijing Mandarin*. In Proceedings of the 4th International Symposium on Chinese Spoken Language Processing (ISCSLP). 33-36.
- MONTGOMERY, D.C. (2001), *Design and Analysis of Experiments*, 5a. edição, John Wiley & Sons, N.Y.
- MOOD, A.M.(1974). *Introduction to the Theory of Statistics*. New York: McGraw Hill
- MUNHALL, K. G., KAWATO, M. & VATIKIOTIS-BATESON, E. (2000). *Coarticulation and physical models of speech production*. In Papers in Laboratory Phonology V: Acquisition and the Lexicon. Cambridge: Camb. Univ. Press.
- NAREY, T. M. *Speech perception as pattern recognition*. In Journal Acoustic Society of America 101 (6).
- NICOLAIDS, K. (1999). *The influence of stress on V-to-V coarticulation: an electropalatographic study*. In Proceedings of the XIVth International Congress of Phonetic Sciences. S. Francisco.
- NITTROUER, S., MUNHALL, K., KELSO, J.A.S., TULLER, HARRIS. (1989). *Patterns of Interarticulator Phasing and the Relation to Linguistic Structure*. In JASA 84, 1653 -1661
- NOURBAKSH, M. R. & OTTENBACHER, K. J. (1994). *The Statistical Analysis of Single-Subject Data: A comparative Examination*. In Physical Therapy 74, 8.
- ÖHMAN, S (1967). *Numerical model of Coarticulation*. Journal of the Acoustical Society of America, 41, 310 – 320.
- ÖHMAN, S. (1966). *Coarticulation in CVC utterances: spectrographic measurements*, Journal of the Acoustical Society of America, 39, 151 – 168.

- PARDO, J. & FOWLER, C. (1997). *Perceiving the causes of coarticulatory acoustic variation: Consonant voicing and vowel pitch*. In *Perception & Psychophysics* 59 (7), 1141-1152.
- PERRIER, P., MA, LIANG, PAYAN, Y. (2005). *Modeling the production of VCV sequences via the inversion of a biomechanical model of the tongue*, In *Proceedings of Interspeech 2007*, 1041-1044
- PRZEZDZIECKI, M. A. (2005). *Vowel Harmony and Coarticulation in three dialects of Yoruba: Phonetics determining Phonology*. PhD Thesis, Cornell University.
- RECASENS, D. (1987). *An acoustic analysis of V-to-C and V-to-V coarticulatory effects in Catalan and Spanish VCV sequences*. In *Journal of Phonetics* 15, 299-403.
- RECASENS, D., PALLARES, M. D. (2000). *A Study of F1 Coarticulation in VCV Sequences*. In *Journal of Speech, Language and Hearing Research* 43, 501-512.
- SALTZMAN, E. L. (1995). *Intergestural timing in speech production: data and modeling*. In *Proceedings of the XII International Congress Phonetics Science* 84-91.
- SCARBOROUGH, R. A. (2002). *Lexical Confusability and Degree of Coarticulation*. In *Proceedings of 29th Meeting of Berkeley Linguistics Society*.
- SILVA, T.C. (2000). *Fonética e Fonologia do Português*. São Paulo: Contexto.
- STAFFORD, K. L & MENDOZA, J. L. (2001) *Confidence Intervals, Power Calculation, and Sample Size Estimation for the Squared Multiple Correlation Coefficient under the Fixed and Random Regression Models: A Computer Program and Useful Standard Tables*. In *Educational and Psychological Measurement* 2001; 61; 650;
- STATISTICA 6.0 MANUAL (2004). StatSoft Inc., Tulsa, OK, USA.
- TILSEN, S. (2007). *Vowel-to-vowel coarticulation and dissimilation in phonemic-response priming*. In UC Berkeley Phonology Lab Annual Report 2007.
- WANG, W. & FILLMORE, C. J. (1961). *Intrinsic cues and consonant perception*. In *Journal of Speech and Hearing Research* 4 , 130 – 136.
- WHALEN, D.H. (1990). *Coarticulation is largely planned*. *Journal of Phonetics*, 18, 3-35.
- WITTE, R.S. (1993) *Statistics*. Fort Worth: Harcourt Brace Jovanovich Pub.
- WOOD, S. A. J. (1996). *Assimilation or coarticulation? Evidence from the temporal coordination of tongue gestures for the palatalization of Bulgarian alveolar stops*. In *Journal of Phonetics* 24, 139-164.
- WORGAN, S. F. & DAMPER, R. I. (2007) *Speech Perception as Non-symbolic Pattern Recognition*. *Symposium on Language and Robotics*, Aveiro, Portugal.

8 - Anexos

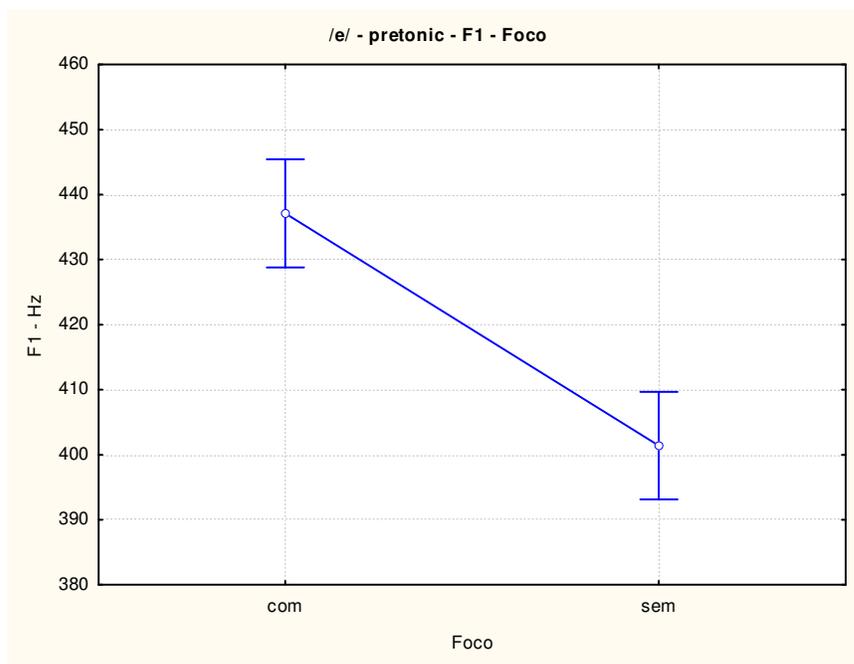
I - Teste multivariado feito de acordo com o desenho para GLM, proposto na fase intermediária.

Teste multivariado Wilks – sig. = p < 0,05												
	/e/ -tônico						/ɛ/ -tônico					
	F1		F2		F3		F1		F2		F3	
	F	p	F	p	F	p	F	p	F	p	F	p
FOCO	1,107	0,312	0,050	0,827	0,625	0,443	0,516	0,485	0,408	0,534	0,364	8,000
FOCO*Gen	2,125	0,169	1,843	0,198	1,856	0,196	0,111	0,745	0,295	0,596	0,105	0,751
VOGAL	4,783	0,030	3,237	0,075	4,376	0,037	3,685	0,057	5,505	0,020	11,570	0,002
VOGAL*Gen	2,000	0,178	0,089	0,915	0,273	0,765	1,534	0,255	0,112	0,895	0,163	0,851
CONS	0,827	0,461	4,100	0,044	1,857	0,198	2,720	0,106	6,120	0,015	0,379	0,692
CONS*Gen	0,628	0,550	2,226	0,151	1,459	0,271	0,657	0,536	0,608	0,560	0,396	0,681
FOCO*VOGAL	0,710	0,511	1,535	0,255	0,595	0,567	0,258	0,776	1,088	0,368	0,668	0,531
FOCO*CONS	2,847	0,097	0,514	0,611	4,257	0,040	1,114	0,360	0,067	0,935	0,261	0,774
VOGAL*CONS	0,179	0,944	0,464	0,761	0,725	0,594	1,969	0,175	2,469	0,112	0,455	0,767
	/o/ -tônico						/ɔ/ -tônico					
	F1		F2		F3		F1		F2		F3	
	F	p	F	p	F	p	F	p	F	p	F	p
FOCO	0,675	0,426	11,162	0,005	1,957	0,185	0,343	0,568	14,665	0,002	2,776	0,120
FOCO*Gen	0,809	0,385	2,345	0,150	4,455	0,055	0,116	0,739	3,956	0,068	0,441	0,518
VOGAL	30,573	0,000	0,131	0,878	0,293	0,752	6,694	0,011	2,059	0,170	0,059	0,943
VOGAL*Gen	0,155	0,858	1,167	0,344	0,067	0,935	1,011	0,393	0,671	0,529	0,694	0,519
CONS	1,397	0,285	8,409	0,005	9,887	0,003	11,791	0,001	2,717	0,106	14,037	0,001
CONS*Gen	1,254	0,320	0,378	0,693	0,225	0,802	0,551	0,590	0,043	0,958	0,558	0,587
FOCO*VOGAL	0,082	0,922	2,735	0,105	1,945	0,185	0,687	0,522	0,292	0,752	6,858	0,010
FOCO*CONS	1,209	0,332	0,560	0,585	3,483	0,064	0,426	0,663	2,821	0,099	0,018	0,982
VOGAL*CONS	0,909	0,495	0,171	0,948	0,891	0,504	0,375	0,821	2,714	0,091	2,671	0,095
	/e/ -preton						/o/ -preton					
	F1		F2		F3		F1		F2		F3	
	F	p	F	p	F	p	F	p	F	p	F	p
FOCO	8,391	0,012	3,777	0,076	5,054	0,044	33,978	0,000	0,220	0,647	0,664	0,430
FOCO*Gen	4,081	0,064	0,004	0,951	0,022	0,885	29,557	0,000	0,404	0,536	2,962	0,109
VOGAL	18,521	0,000	5,047	0,028	4,670	0,034	32,575	0,000	8,653	0,005	7,536	0,008
VOGAL*Gen	8,253	0,006	2,916	0,096	0,460	0,643	8,580	0,005	0,871	0,444	1,402	0,284
CONS	0,120	0,888	5,702	0,020	5,258	0,025	0,002	0,998	47,834	0,000	0,346	0,715
CONS*Gen	1,402	0,284	0,794	0,476	0,415	0,670	1,614	0,239	0,181	0,836	2,772	0,102
FOCO*VOGAL	0,658	0,536	4,639	0,035	0,141	0,870	2,110	0,164	0,380	0,692	1,174	0,342
FOCO*CONS	0,237	0,792	0,122	0,887	0,532	0,602	0,989	0,400	1,339	0,299	1,582	0,246
VOGAL*CONS	14,899	0,000	3,742	0,046	1,452	0,294	27,361	0,000	10,786	0,001	6,588	0,007

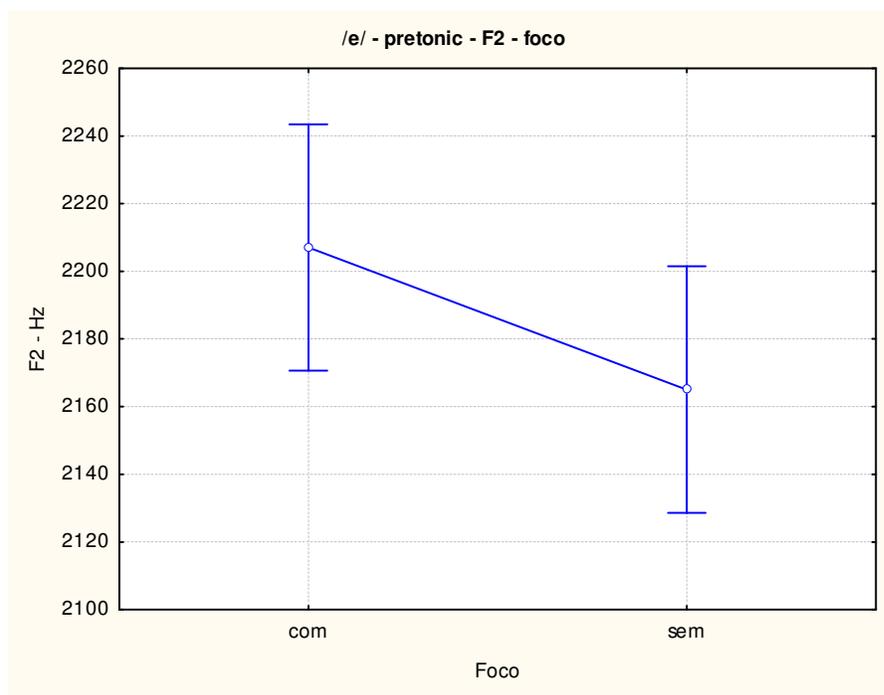
I.2 - Comparação entre os resultados dos testes Multivariados de Medidas Repetidas efetuados com os 15 sujeitos da fase final do estudo e o teste descrito nos textos anteriores para 5 sujeitos.

Comparação entre os resultados dos testes Multivariados de Medidas Repetidas efetuados atualmente e do realizado anteriormente com um menor número de sujeitos								
	/e/ -tônico				/ɛ/ -tônico			
	F1		F2		F1		F2	
	F	p	F	p	F	p	F	p
atual	4,783	0,03	3,237	0,075	3,685	0,057	5,505	0,02
anterior	5,192	0,028	1,974	0,189	6,427	0,016	0,354	0,710
	/o/ -tônico				/ɔ/ -tônico			
	F1		F2		F1		F2	
	F	p	F	p	F	p	F	p
atual	30,57	0,000	0,131	0,878	6,694	0,011	2,059	0,170
anterior	6,762	0,014	2,620	0,122	5,516	0,024	1,299	0,315
	/e/ - preton				/o/ - preton			
	F1		F2		F1		F2	
	F	p	F	p	F	p	F	p
atual	18,52	0,00	5,047	0,028	32,58	0,000	8,653	0,005
anterior	6,385	0,016	7,932	0,009	4,578	0,039	12,700	0,002

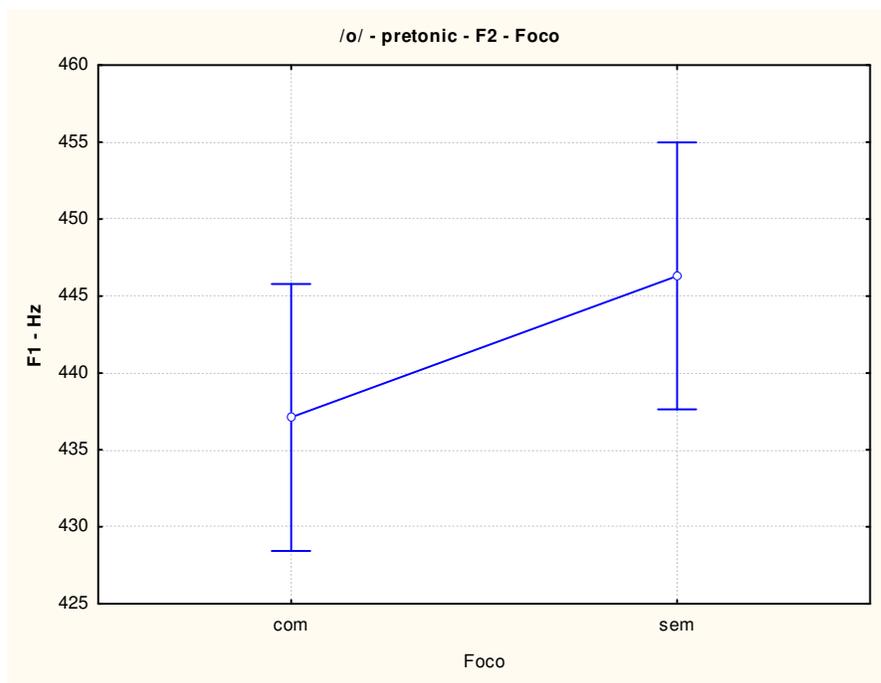
I.3.1 – Gráficos das vogais nas posições tônica e pretônica *com* ou *sem* foco



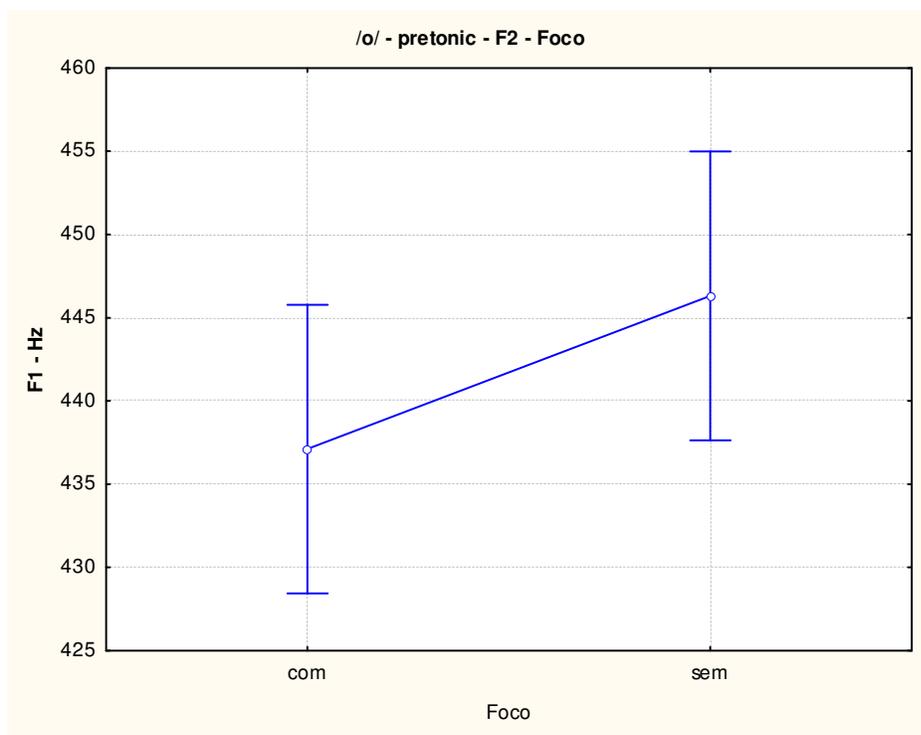
Graf. i. Médias de F1 de /e/ em posição pretônica - *com* e *sem* foco.



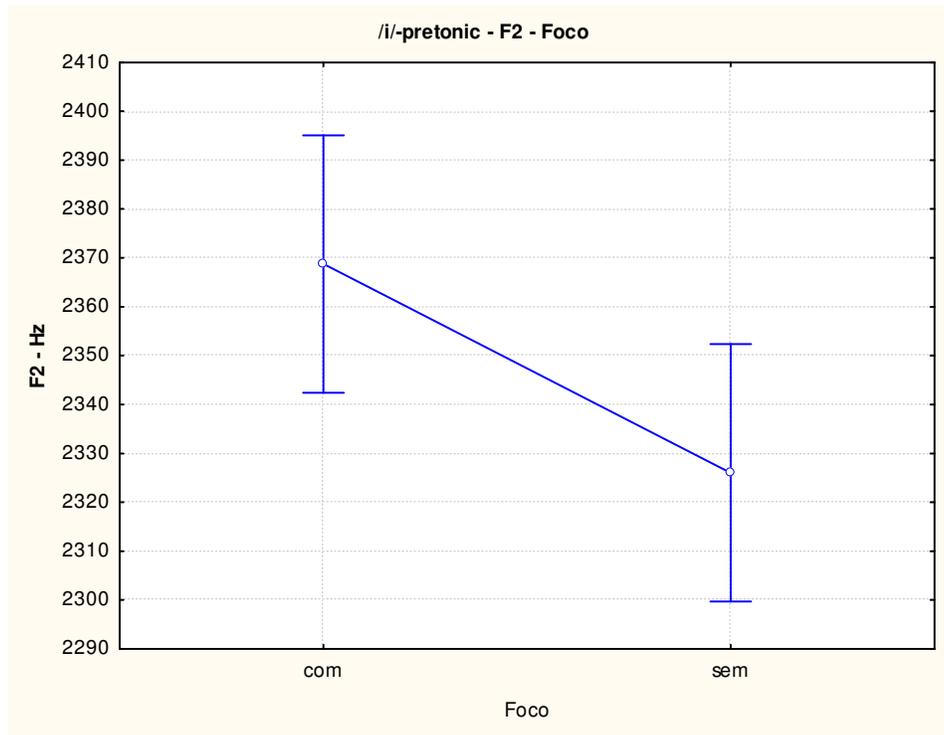
Graf. ii. Médias de F2 de /e/ em posição pretônica - *com* e *sem* foco.



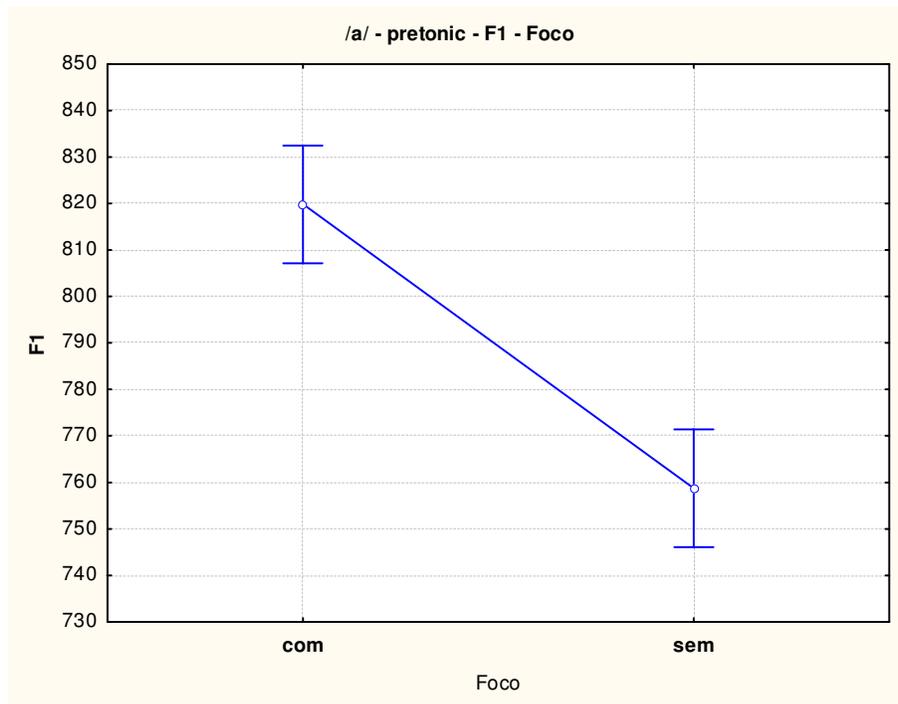
Graf iii. Médias de F1 de /o/ em posição pretônica - *com* e *sem* foco.



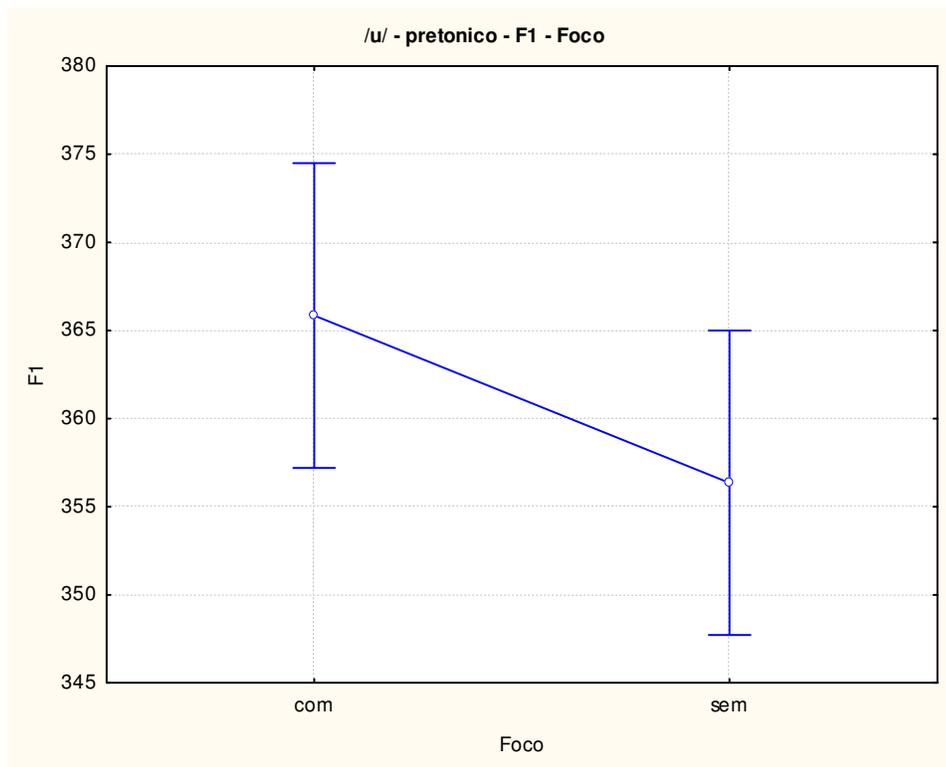
Graf. iv. Médias de F2 de /o/ em posição pretônica - *com* e *sem* foco.



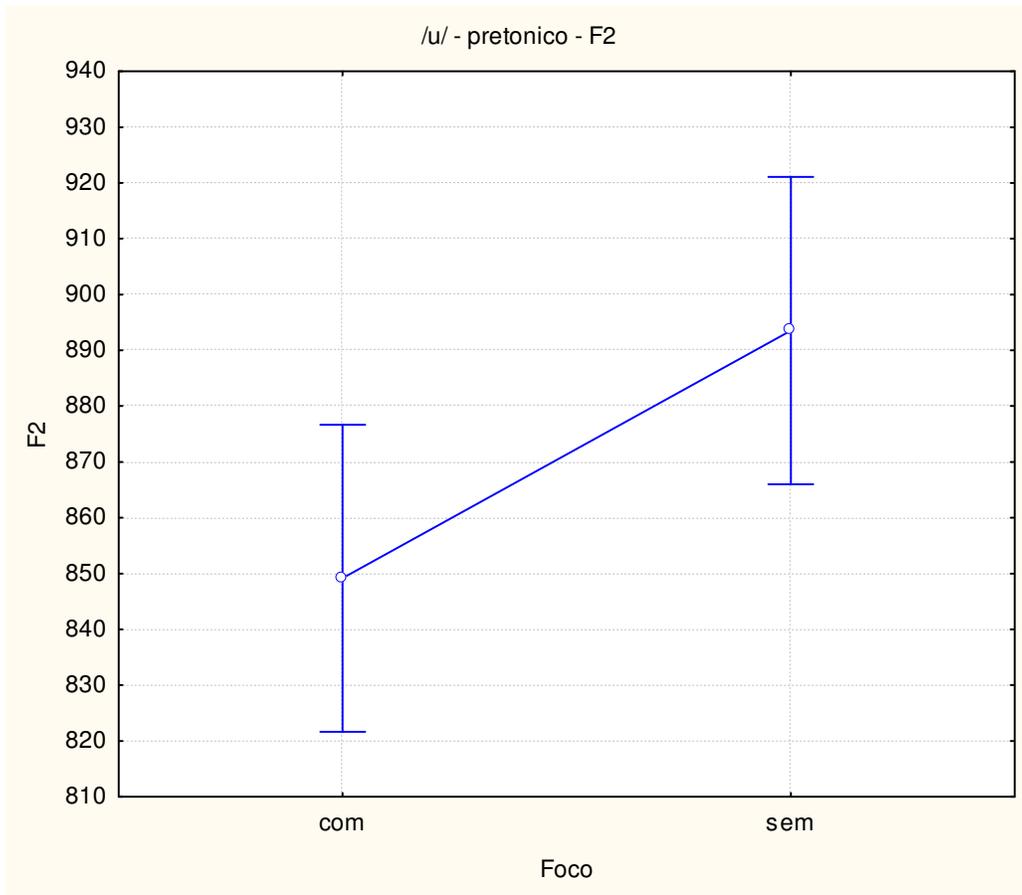
Graf. v. Médias de F2 /i/ em posição pretônica - *com* e *sem* foco



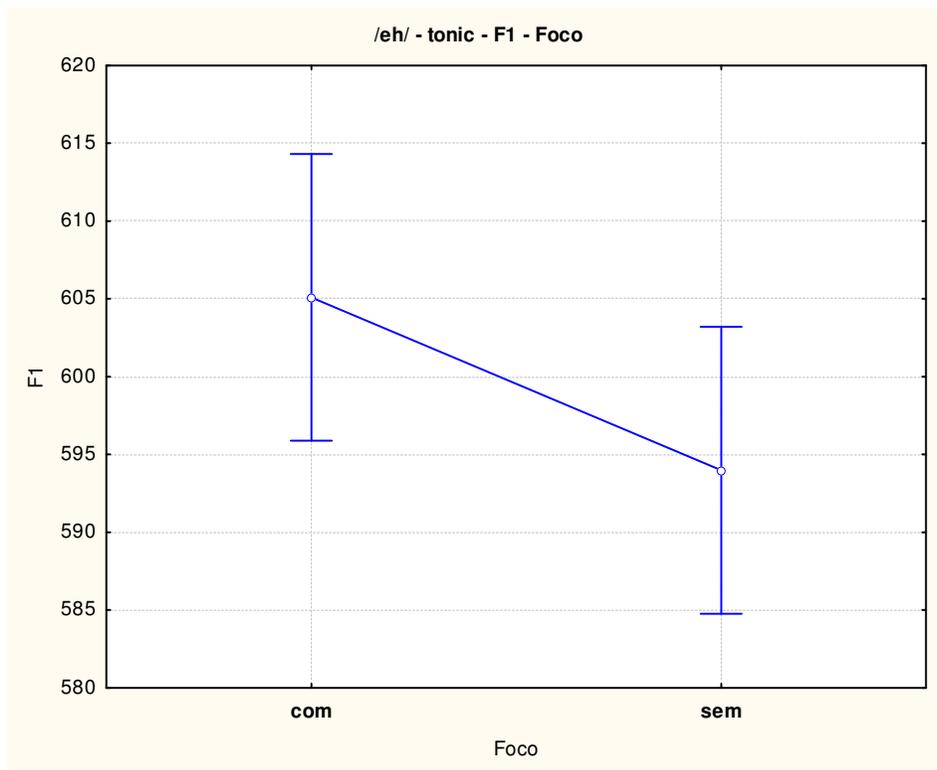
Graf. vi. Médias de F1 /a/ em posição pretônica - *com* e *sem* foco.



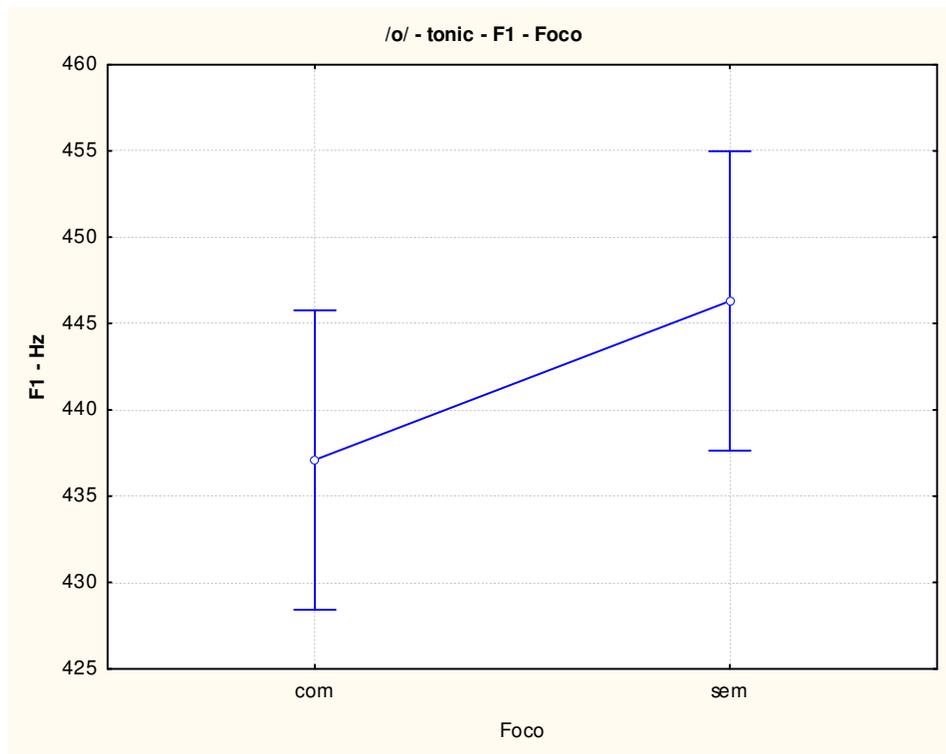
Graf . vii. Médias de F1 de /u/ *com* e *sem* foco em posição pretônica.



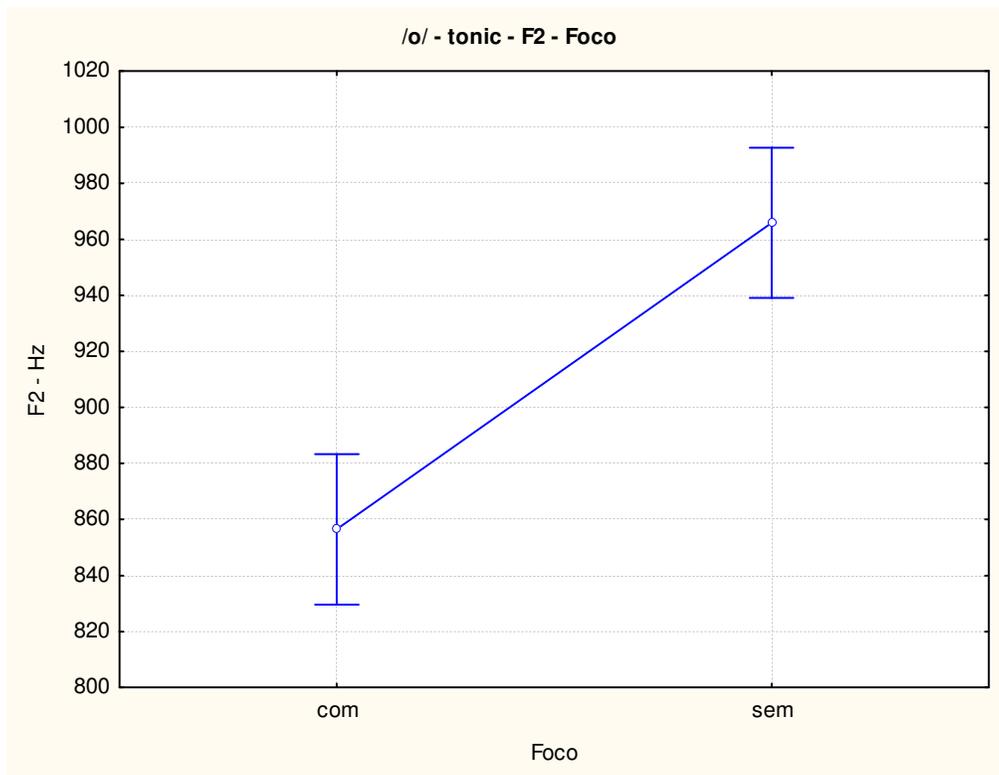
Graf. viii. . Médias de F2 de /u/ *com* e *sem* foco em posição pretônica.



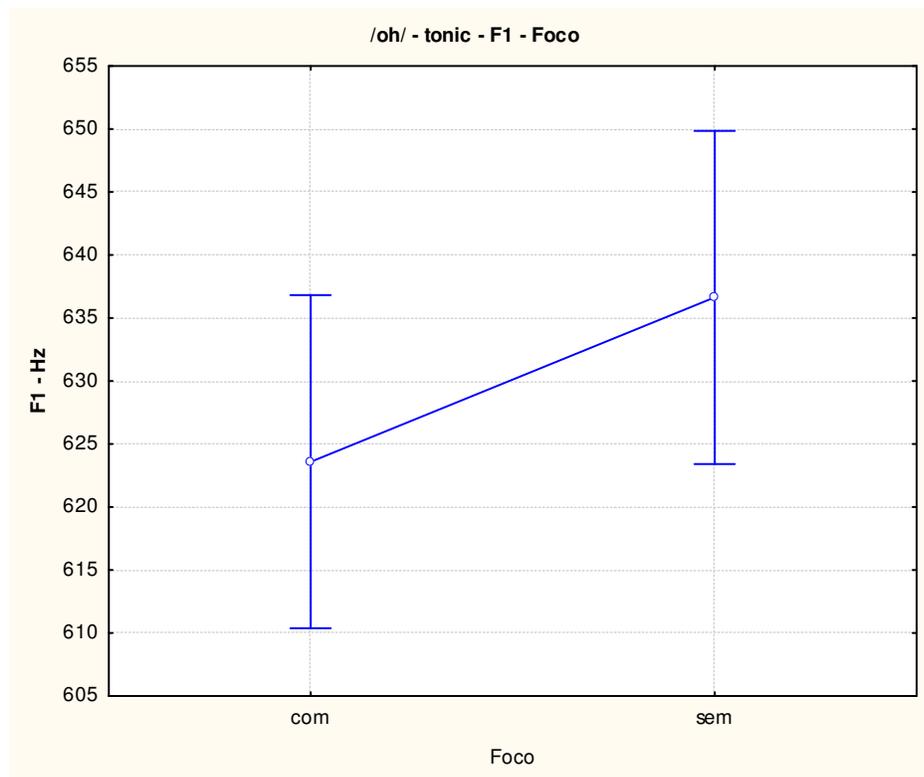
Graf. ix. Médias de F1 de /e/ *com* e *sem* foco em posição tônica



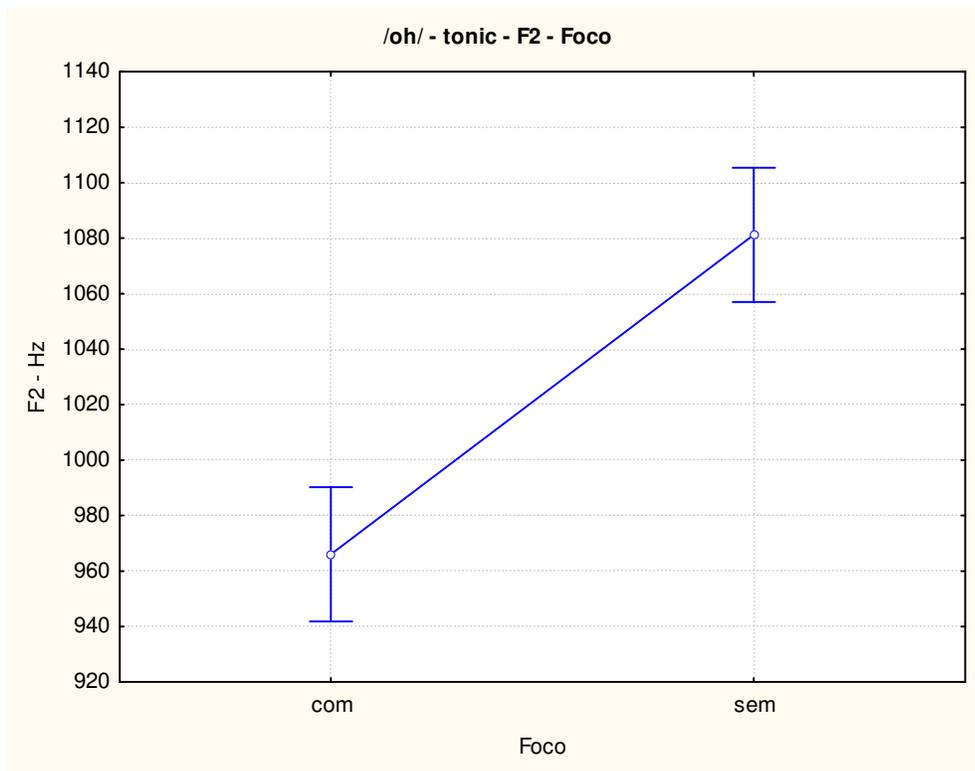
Graf. x . Médias de F1 de /o/ *com* e *sem* foco em posição tônica.



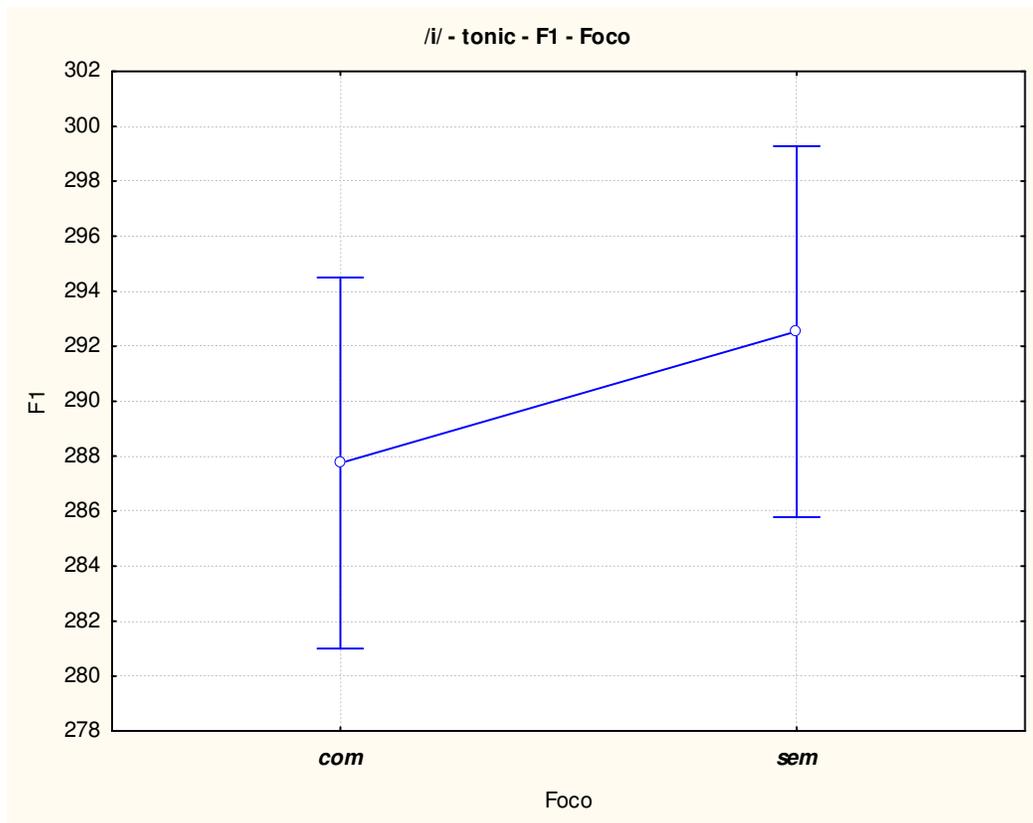
Graf. xi. Médias de F2 de /o/ *com* e *sem* foco em posição tônica.



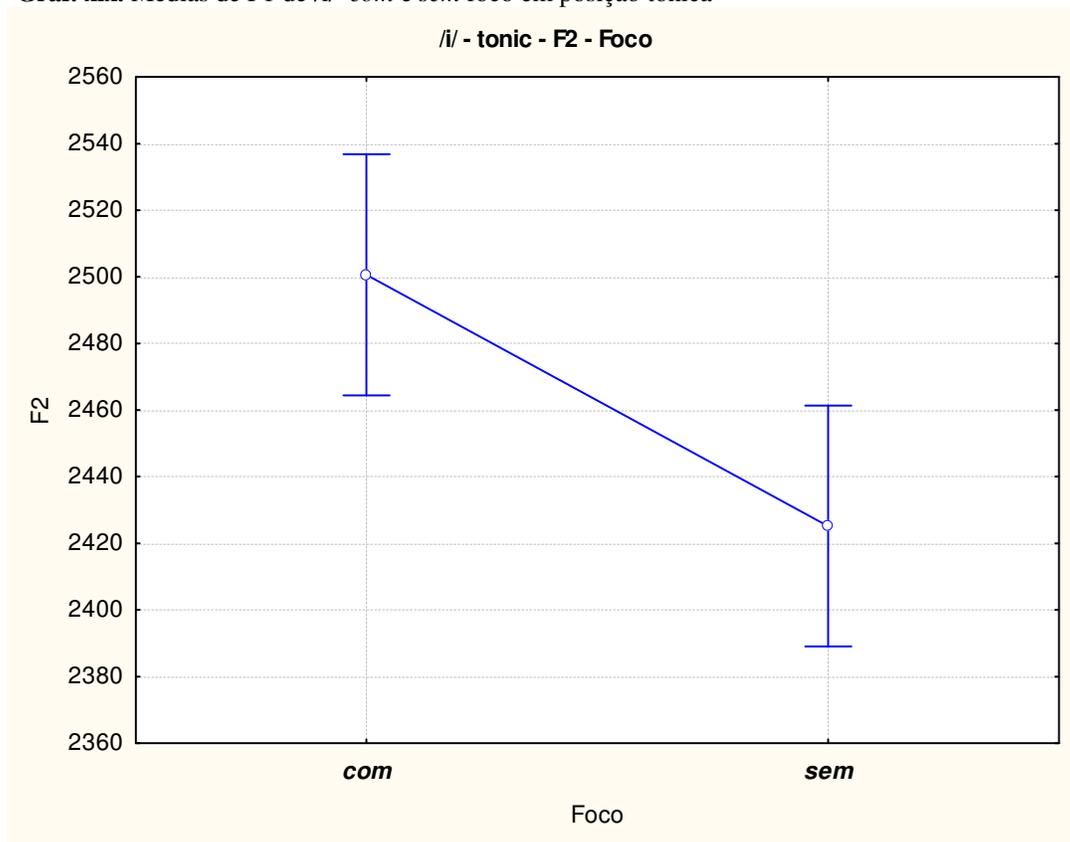
Graf. xii . Médias de F1 de /o/ *com* e *sem* foco em posição tônica.



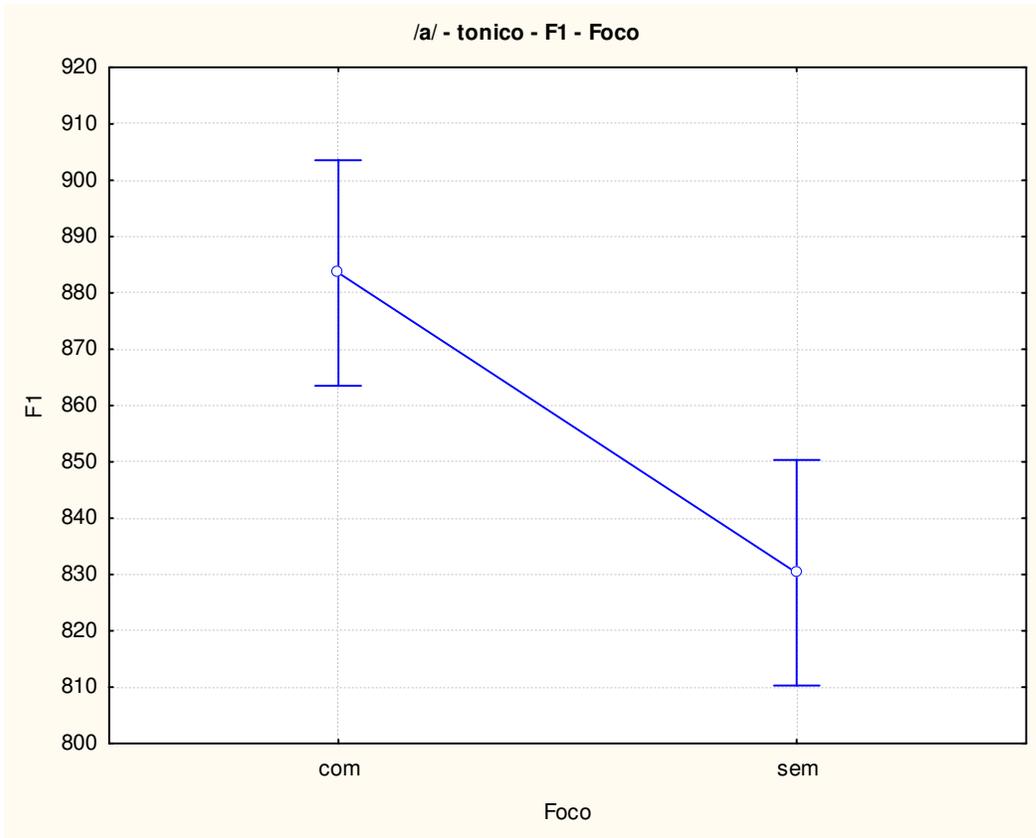
Graf. xiii . Médias de F2 de /ɔ/ *com* e *sem* foco em posição tônica.



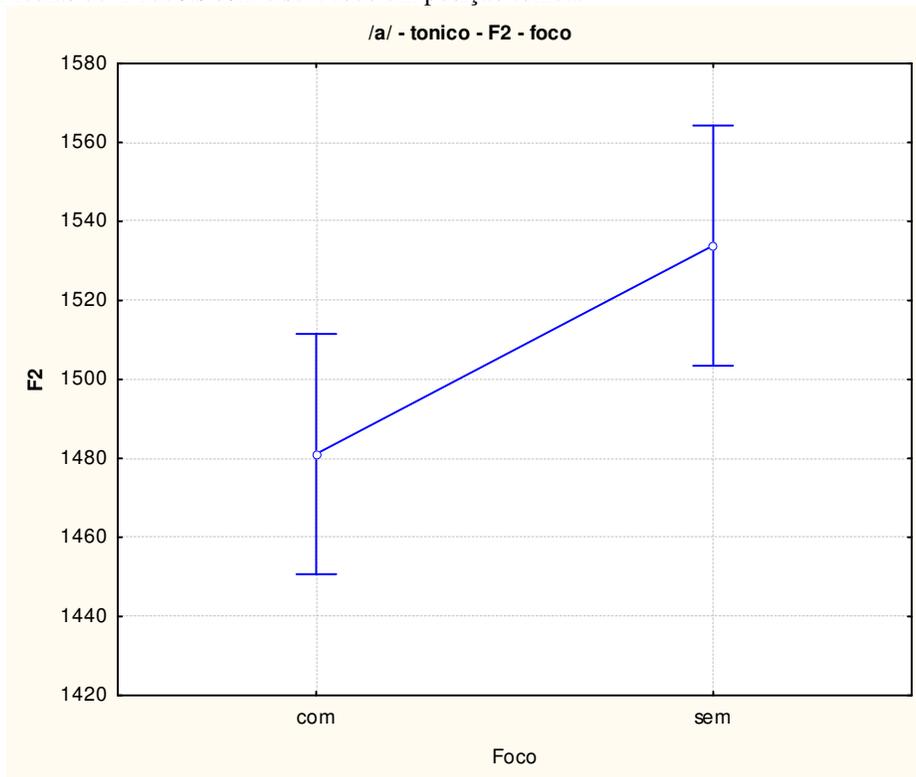
Graf. xix. Médias de F1 de /i/ *com* e *sem* foco em posição tônica



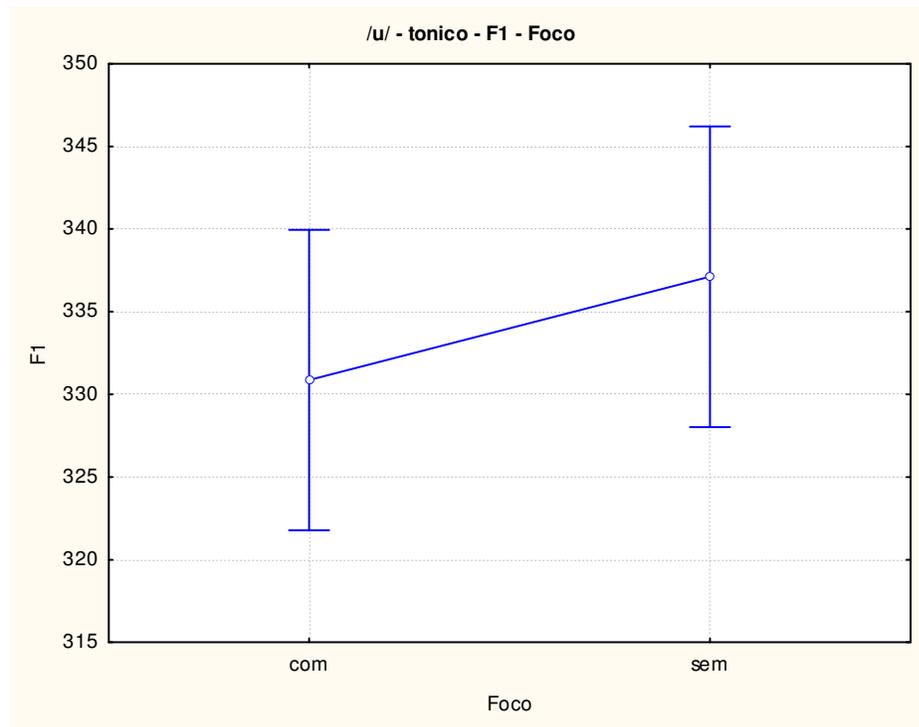
Graf. xx. Médias de F2 de /i/ *com* e *sem* foco em posição tônica.



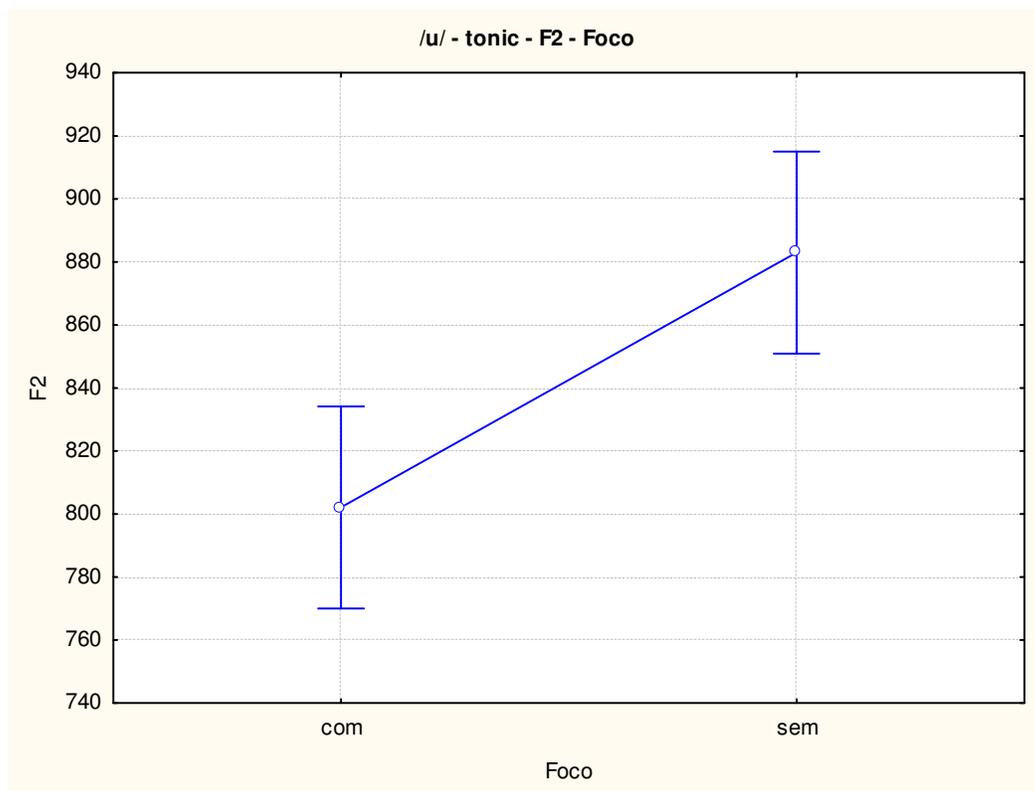
Graf. xxi Médias de F1 de /a/ com e sem foco em posição tônica.



Graf. xxii. Médias de F2 de /a/ com e sem foco em posição tônica.

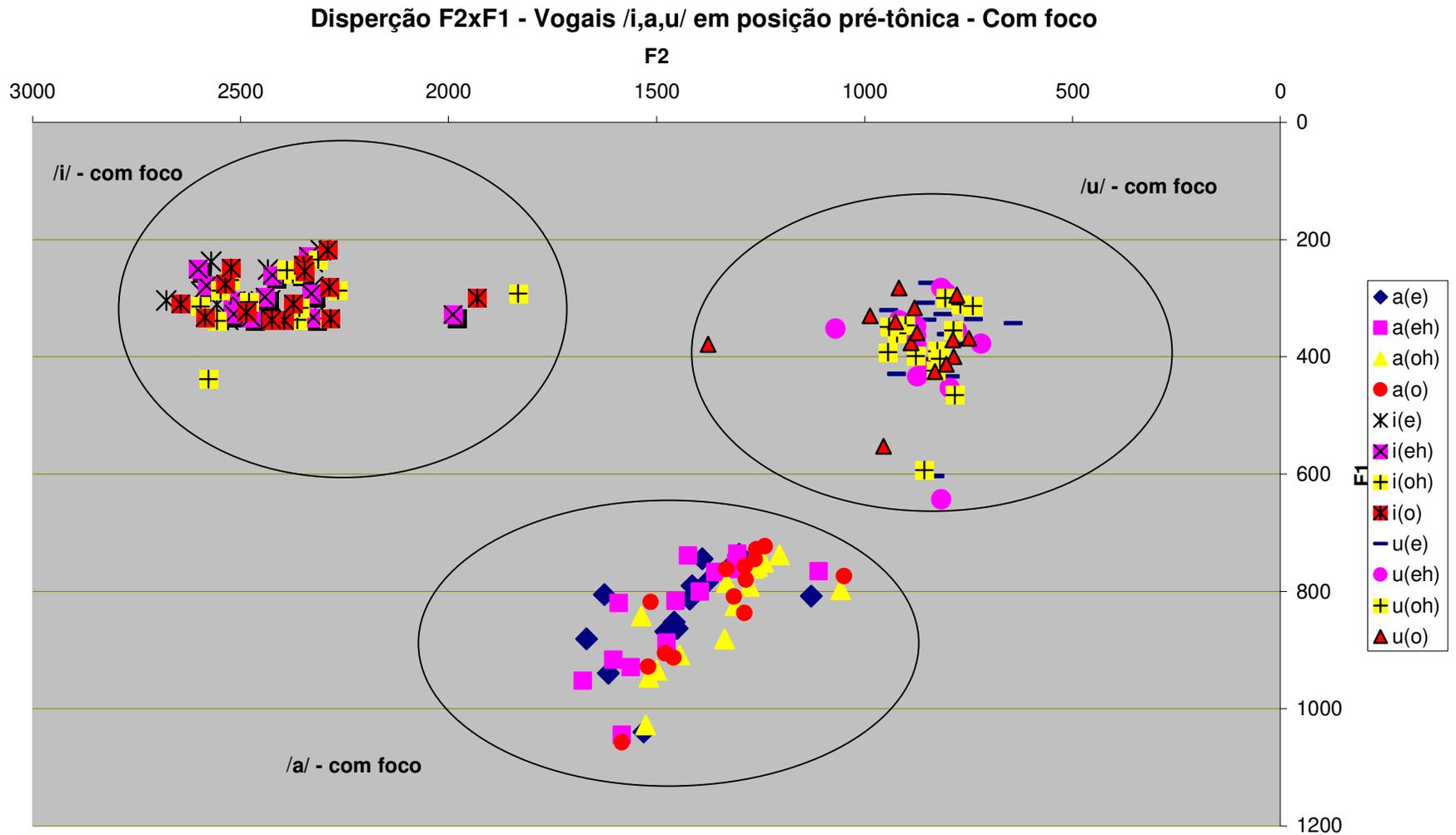


Graf. xxiii. Médias de F1 de /u/ em posição tônica - *com* e *sem* foco.

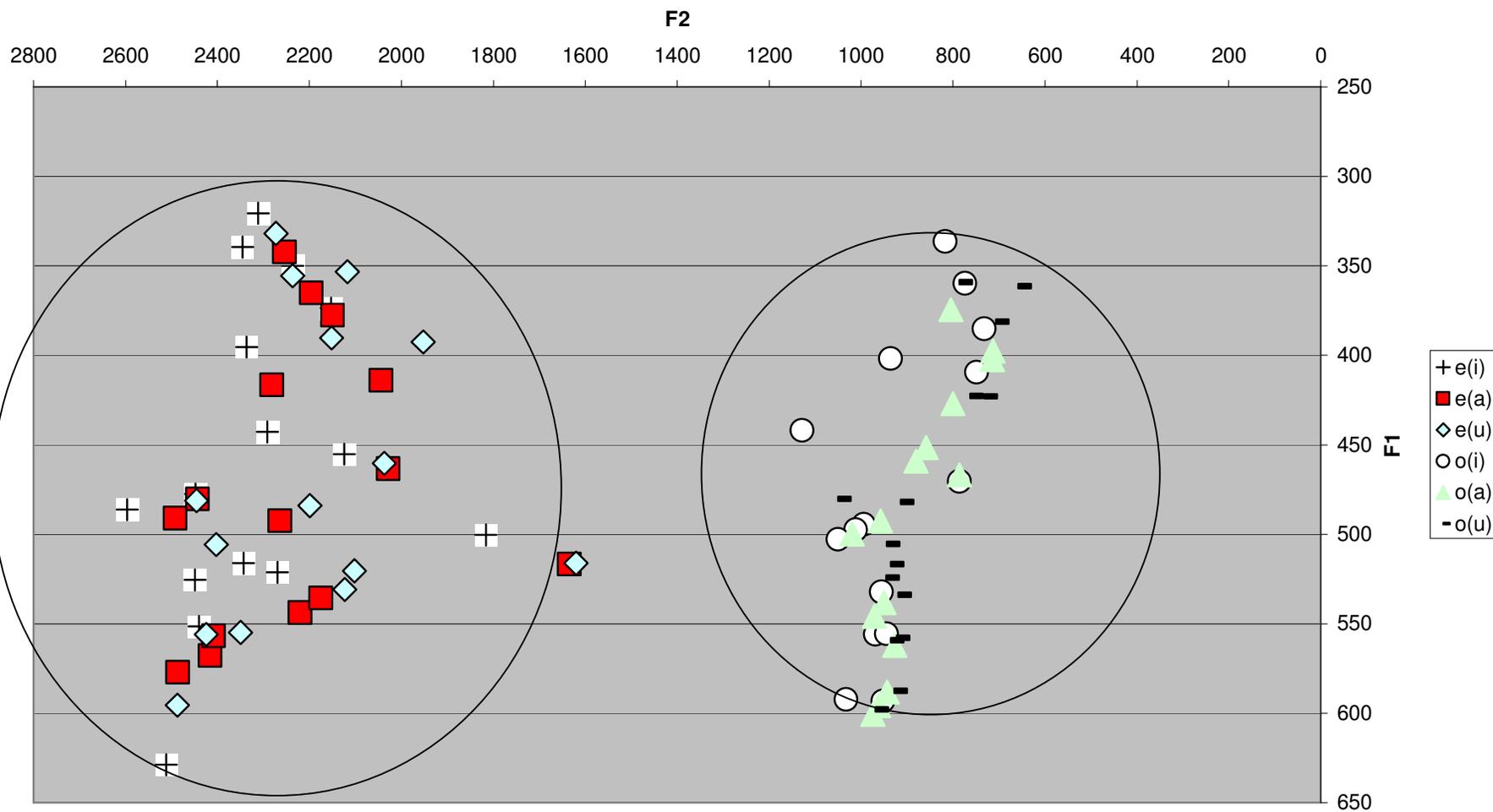


Graf. xxiv. Médias de F2 de /u/ em posição tônica - *com* e *sem* foco.

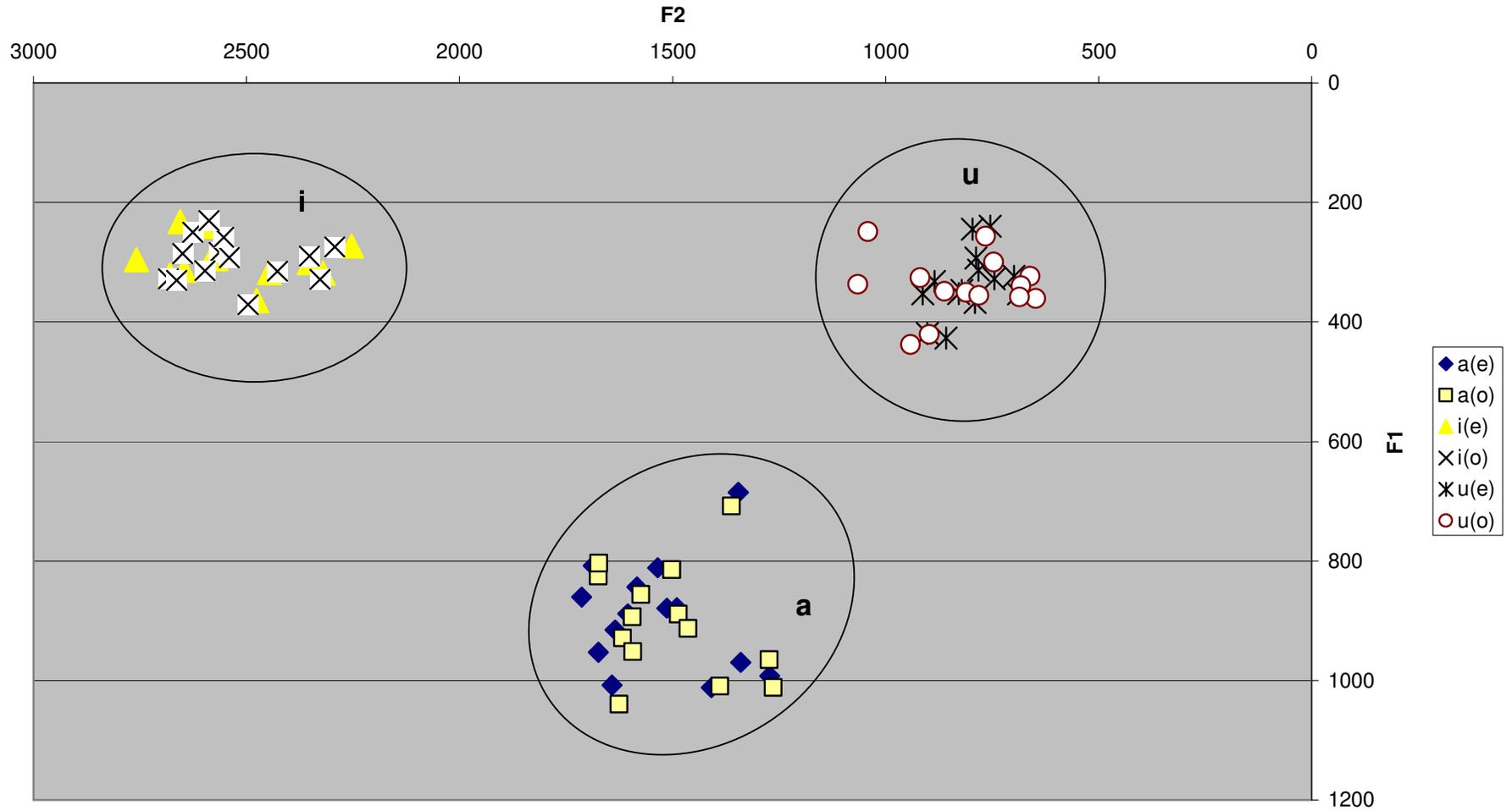
I.4 – Espaços Vocálicos com a médias de todos is sujeitos



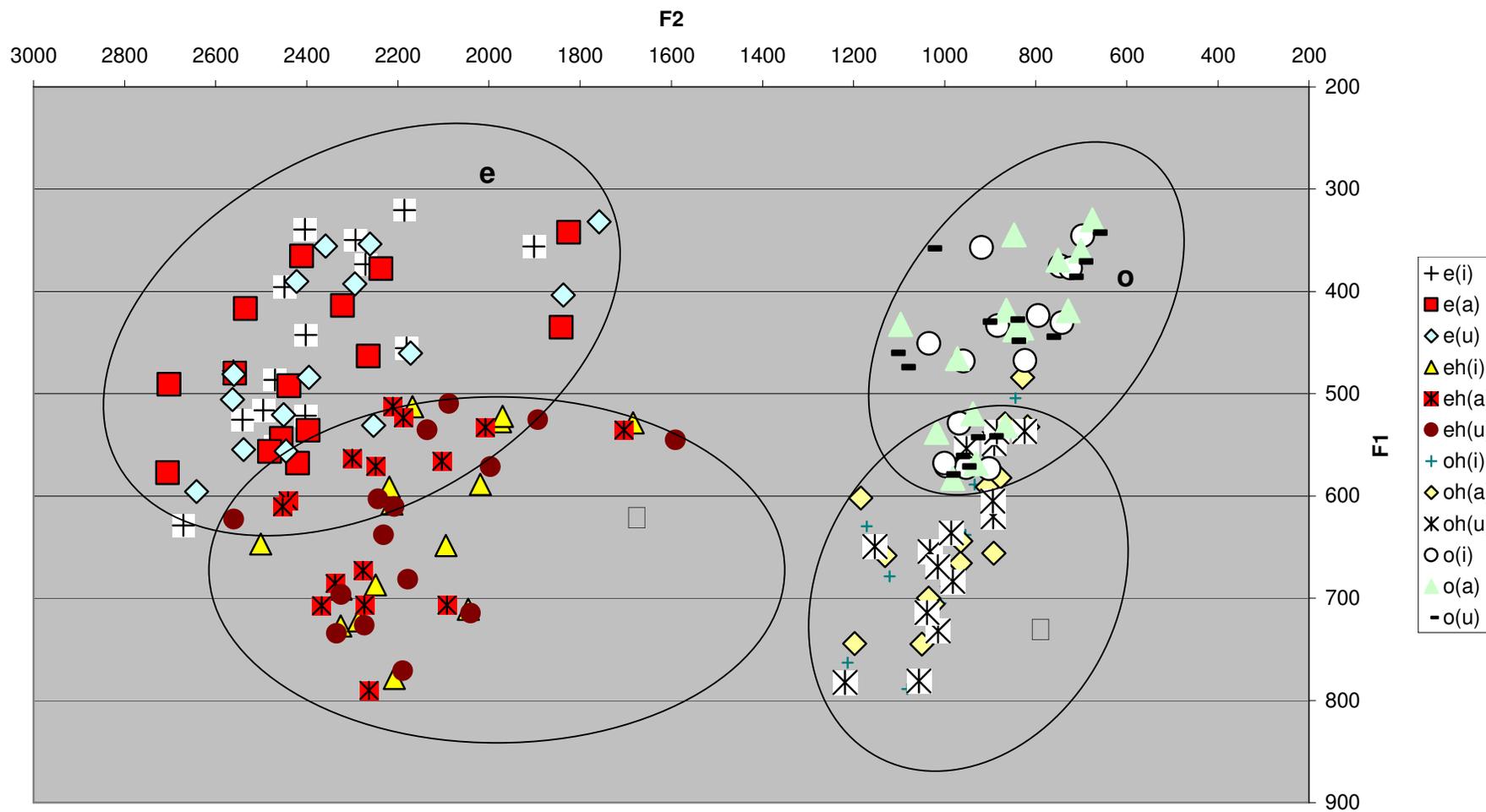
Vogais médias - posição pré-tônica – com foco



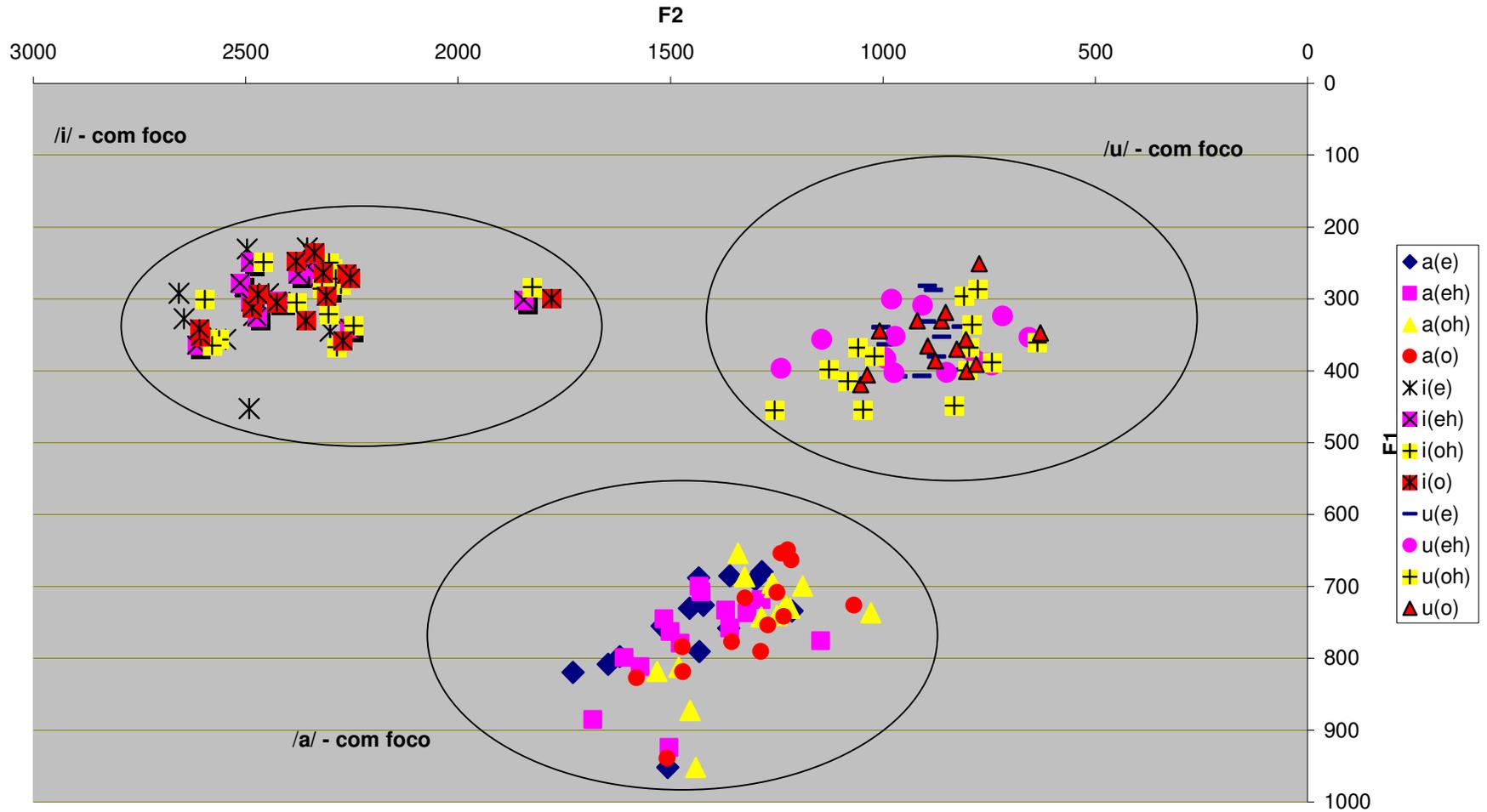
/i, a, u/ - posição tônica - Com foco



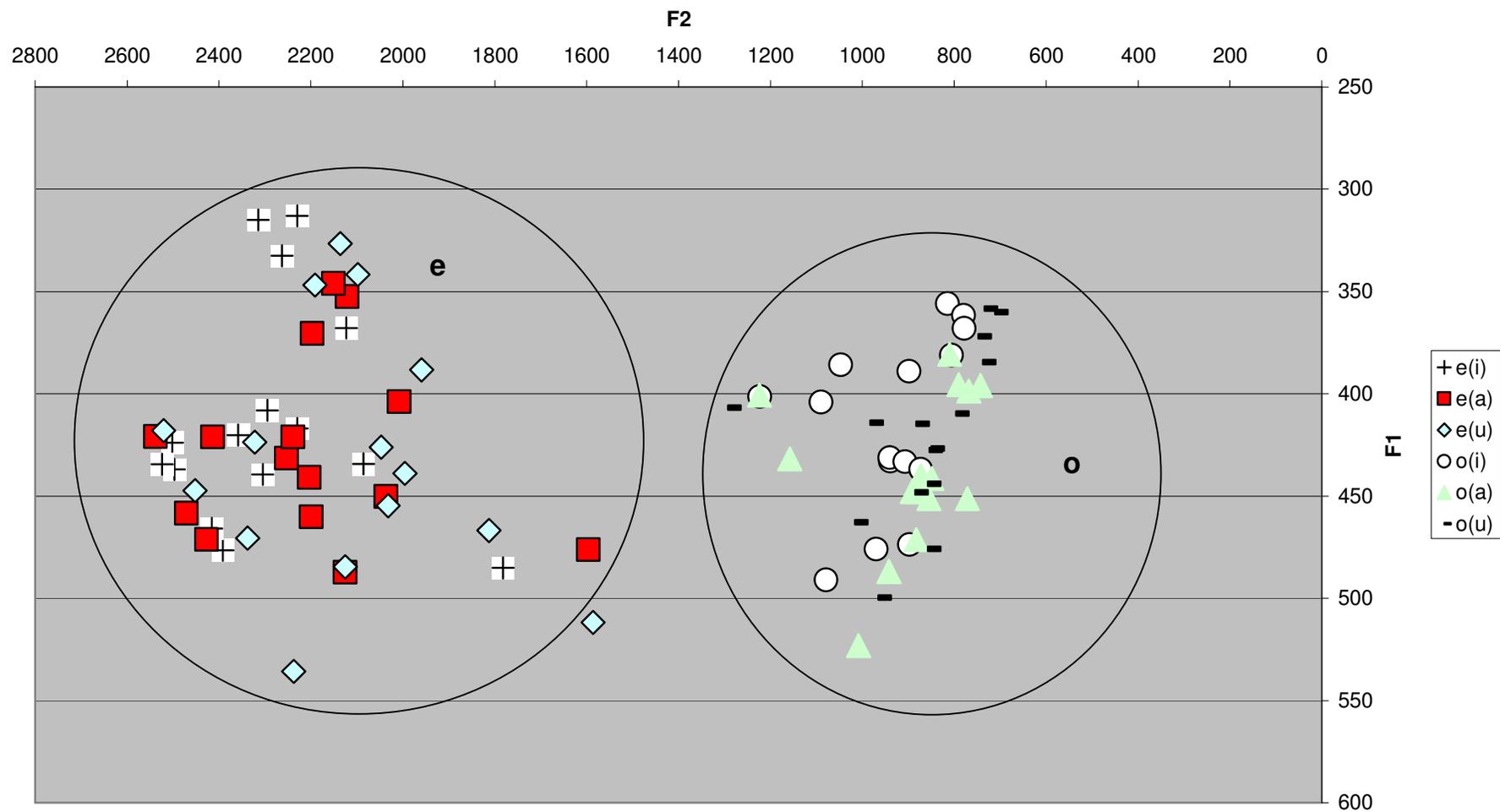
Vogais médias - posição tônica - Com foco



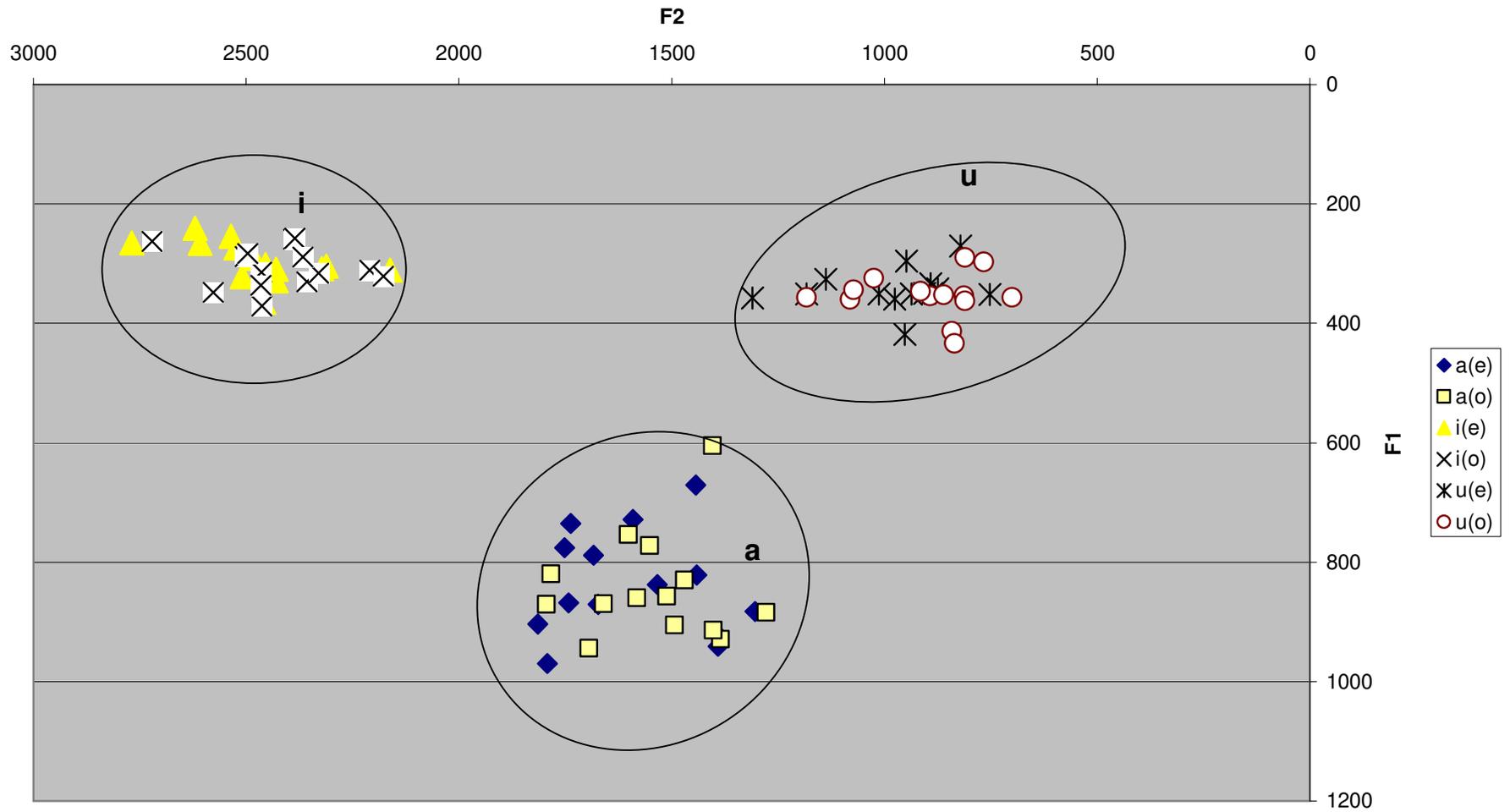
Disperção F2xF1 - Vogais /i,a,u/ em posição pré-tônica - sem foco



Vogais médias - posição pretônica - sem foco



/i, a, u/ - posição tônica - sem foco



Vogais médias - posição tônica - sem foco

