

Acento secundário e intensidade em português brasileiro

**Flaviane Romani Fernandes-Svartman¹, Maria Bernadete Marques Abaurre²,
Verónica Andrea González-López³**

¹Instituto de Estudos da Linguagem – Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)

²Instituto de Estudos da Linguagem – Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP),
CNPq

³Instituto de Matemática e Ciências da Computação – Universidade Estadual de
Campinas (UNICAMP)

flaviane@gmail.com, abaurre@iel.unicamp.br, veronica@ime.unicamp.br

Resumo. *Trabalhos de cunho acústico, como os trabalhos de Gama Rossi (1998), Arantes & Barbosa (2002), Moraes (2003) e Arantes (2005), têm buscado, em correlatos acústicos como duração, frequência fundamental, intensidade e configuração formântica, evidências para a existência do acento secundário em português brasileiro (doravante, PB). Tais trabalhos, com foco na implementação fonética da sílaba percebida como portadora de acento secundário, especificamente, e com base em dados experimentais constituídos por frases isoladas, afirmam não haver correlato estatisticamente robusto para a existência deste acento percebido pelos falantes de PB. Dado o fato de o acento secundário se constituir em um fenômeno de natureza suprasegmental, nossa hipótese é a de que os correlatos acústicos a ele associados se manifestam predominantemente em outra(s) sílaba(s) adjacentes à sílaba portadora de acento secundário e precedentes à sílaba portadora de acento primário (sílaba tônica) no âmbito da palavra prosódica. Os resultados preliminares deste trabalho, provenientes da análise de dados produzidos a partir de leitura de um mesmo texto por falantes de PB, trazem evidências de que a variação de intensidade manifestada na sílaba percebida como portadora de acento secundário, bem como nas outras sílabas a ela adjacentes, configura-se como um correlato robusto para a presença do acento secundário percebido auditivamente pelos falantes desta variedade de português. Há uma correlação entre os valores de intensidade da sílaba percebida como portadora de acento secundário e as outras no seu entorno e precedentes à tônica, o que permite postular que o valor médio da intensidade daquelas(s) sílaba(s) resulta em um preditor natural da intensidade da sílaba percebida como portadora de acento secundário. A metodologia deste trabalho consiste: (i) na análise do sinal acústico, em termos de intensidade dos núcleos silábicos precedentes à sílaba tônica de palavras prosódicas constantes de um corpus de PB nas quais foram identificadas perceptualmente ocorrências de acentos secundários por falantes nativos desta variedade; e (ii) na aplicação de análises estatísticas a estes dados, ajustando-se um modelo de regressão de efeitos fixos, cujos objetivos são: (i) extrair a influência do locutor; e (ii) estimar a intensidade média associada a ambos os processos:*

intensidade observada na sílaba percebida como portadora de acento secundário e intensidade média observada na(s) outra(s) sílaba(s) pretônica(s) no seu entorno. A análise do sinal acústico e as análises estatísticas dos dados foram realizadas, respectivamente, por meio do programa de análise de fala Praat (<http://www.fon.hum.uva.nl/praat/>) e do programa estatístico R-project, disponível na página: <http://www.r-project.org/>.

Abstract. *Acoustically-based works (Gama Rossi, 1998, Arantes & Barbosa 2002, Moraes, 2003, and Arantes 2005) have studied duration, fundamental frequency, intensity and formant structure in search for robust evidence of secondary stress in Brazilian Portuguese (BP). Such works have focused specifically on the phonetic implementation of syllables perceived as bearing secondary stress, and, based on experimental data consisting of isolated sentences, the authors claim that no robust acoustic correlate(s) can be associated to secondary stresses perceived by speakers of BP. Given that secondary stress is, by definition, a suprasegmental phenomenon, our hypothesis is that its acoustic correlates can be found predominantly in pretonic syllables adjacent to the one(s) that is(are) linguistically (i.e., rhythmically) assigned as bearers of secondary prominence within the prosodic word. The preliminary results presented in this work come from the analysis of data produced by speakers of BP when reading a text. The data bring evidence for the claim that variation in intensity in syllables perceived as bearing secondary stress, as well as in adjacent syllables, can be taken as a robust correlate for perception data regarding secondary stress placement in BP. The fact that there is a correlation between the intensity values of the syllable perceived as bearing secondary stress and the intensity values of adjacent pretonic syllables allows us to postulate that the intensity values of the latter can be taken as having a predictive value with respect to the intensity value of the syllable perceived by BP speakers as having secondary stress. The methodology of this work is based: (i) on the analysis of the acoustic signal, in terms of intensity of syllabic nuclei preceding the stressed syllable of prosodic words of a BP corpus previously presented to a group of subjects for perceptual identification of secondary stress occurrences; and (ii) on the application of statistical analyses to these data. We analyze two processes, the first one (denoted by Y) is the intensity observed in the syllable perceived as bearing secondary stress and the second one (denoted by X) is the mean intensity observed in other pretonic syllable(s). We fit a random effect model, assuming fixed effects, in order to extract the influence of the speakers, estimate the mean intensity of the processes and expose the truly random processes. We show that the fixed effect mean associated with the process Y is larger than the fixed effect mean associated with a process X and finally we expose the tendency of the two processes. Praat software (<http://www.fon.hum.uva.nl/praat/>) was used in the analysis of the acoustic signal. The statistical analyses were conducted with the statistical program R-project (<http://www.r-project.org/>)*

Palavras-chave: acento secundário; intensidade; correlatos acústicos; português brasileiro

1. Introdução

Entre as proeminências que participam da construção de unidades rítmicas das línguas, encontram-se os acentos primários e os acentos secundários. O acento primário corresponde à proeminência principal da palavra e, segundo Hulst (1997), faz parte da informação lexical da mesma. Já o acento secundário, derivado claramente do ritmo, consiste em uma proeminência diferente do acento primário. Enquanto a implementação dos acentos primários é categórica, uma vez que estes acentos já viriam marcados do léxico, a implementação de acentos secundários não é categórica, mas pode se dar de maneira variável, conforme os diversos modos de implementação do ritmo.

O foco deste trabalho é o acento secundário em português brasileiro (doravante, PB). Abordaremos especificamente a relação entre a percepção do acento secundário por falantes nativos de PB e a identificação de correlatos acústicos possivelmente associados a esta percepção. Dado o caráter suprasegmental do acento secundário, nossa hipótese é a de que os correlatos acústicos relacionados à percepção de tal acento podem estar associados não exclusivamente à sílaba percebida como portadora de proeminência secundária (como é pressuposto nos trabalhos prévios sobre os correlatos acústicos do acento secundário em PB – cf. Gama Rossi, 1998; Arantes & Barbosa, 2002, 2008; Moraes, 2003; Arantes, 2005), mas ao seu entorno, no âmbito da palavra prosódica (ω).¹ Quanto à análise dos correlatos acústicos do acento secundário, restringir-nos-emos aqui apenas à análise da intensidade.

O presente trabalho será apresentado nas próximas quatro seções. Na seção intitulada “2. Trabalhos prévios sobre correlatos acústicos do acento secundário em PB” são descritos os resultados de pesquisas anteriores sobre os correlatos acústicos do acento secundário nesta variedade de português. Por sua vez, na seção “3. *Corpus* e metodologia”, são apresentados o *corpus* e a metodologia empregados neste trabalho. Já na seção “4. Resultados e análise”, são apresentados e discutidos nossos resultados, submetidos à modelagem estatística, relativos às medidas de intensidade de sílabas pretônicas de palavras prosódicas nas quais foram percebidos acentos secundários pelos falantes de PB. Finalmente, na última seção, apresentamos nossas considerações finais e os encaminhamentos futuros de nossa pesquisa.

2. Trabalhos prévios sobre correlatos acústicos do acento secundário em PB

A investigação dos correlatos acústicos do acento secundário em PB tem sido foco de importantes pesquisas acústicas nesta variedade de português, dentre as quais: Gama Rossi (1998), Arantes & Barbosa (2002, 2008), Moraes (2003) e Arantes (2005). Tais trabalhos, com foco na implementação fonética do acento secundário na sílaba percebida como portadora deste acento e com base em análises de dados inseridos em frases isoladas e descontextualizadas, têm buscado, através da análise de correlatos

¹ Sobre a palavra prosódica, ver Selkirk, 1984, 1995; Nespor & Vogel, 1986. Sobre a palavra prosódica em português, ver Vigário, 2003 para o português europeu (PE) e Schwindt, 2000, 2001 para o PB.

acústicos, evidências estatisticamente significativas para a existência do acento secundário, bem como para a confirmação (ou não) da afirmação, de base intuitiva, sobre sua atribuição binária em PB presente em trabalhos de cunho fonológico (cf. Carvalho, 1989; Collischonn, 1993, 1994; Galves & Abaurre, 1996; Abaurre & Galves 1998; Frota & Vigário, 2000; Sandalo et al., 2006; entre outros). Os resultados obtidos pelos trabalhos de cunho acústico nem sempre se têm mostrado estáveis quanto ao tipo de correlato associado à percepção do acento secundário pelos falantes de PB e quanto à sua atribuição binária pressuposta pelos trabalhos fonologicamente orientados citados acima.

No estudo de Gama Rossi (1998), embora não seja analisada a intensidade (foco deste nosso trabalho) na identificação dos correlatos acústicos associados ao acento secundário em PB, são analisados outros correlatos, também associados ao mesmo acento, como: medidas de duração, qualidade vocálica (F1) e frequência fundamental (F₀). Estes correlatos são analisados em palavras variando de duas a três sílabas pretônicas (como “macacada”, “palhaçada”, “palhacinha”, “cachorrada”, “cachorrinho” e “elefantinho”) e contidas em sentenças de um *corpus* elaborado pela autora com a finalidade inicial de comparação apenas entre medidas de duração de sentenças produzidas por adultos e crianças da faixa etária de quatro anos, todos falantes nativos de PB. O subconjunto de dados utilizados por Gama Rossi refere-se exclusivamente a sentenças produzidas pela própria pesquisadora, também falante nativa de PB. Conforme os resultados desta autora: 1) a duração não se mostrou um correlato acústico consistente para a presença de uma alternância binária na implementação de acentos secundários, uma vez que os valores de duração normalizados se mostram ascendentes, da sílaba inicial até a sílaba portadora de acento primário; 2) F₀ traz evidências esparsas (estatisticamente significativas para alguns casos) para tal alternância; e 3) a qualidade vocálica traz evidências consistentes em favor da alternância binária. Quanto aos resultados relativos à frequência fundamental, Gama Rossi encontra resultados estatisticamente significativos quanto à diferença dos valores de F₀ entre a primeira e a segunda sílaba pretônicas da palavra “cachorrinho”. A sílaba “ca” apresenta valores mais altos de F₀ do que a sílaba “cho”, resultados estes que a autora associa à evidência para a alternância binária na implementação de acento secundário nesta palavra, sendo “ca” a sílaba portadora de tal acento. No que diz respeito à qualidade vocálica, a mesma autora mostra que nas palavras “palhaçada” e “macacada”, os núcleos vocálicos das segundas sílabas pretônicas (respectivamente, “pa” e “ma”) possuem valores de F1 que as diferenciam consistentemente, em termos de qualidade vocálica (por fechamento ou por abertura de timbre) dos núcleos vocálicos das sílabas subseqüentes (respectivamente, “lha” e “ca”). Para a autora, estes resultados podem ser considerados evidência robusta para a alternância binária na implementação de acentos secundários nas sílabas “pa” e “ma” das palavras “palhaçada” e “macacada” respectivamente.

Arantes & Barbosa (2002) tratam especificamente da análise da duração como correlato para presença de acento secundário em PB. Os autores verificam o comportamento dos padrões de duração em uma palavra polissilábica como “macacada” inserida em um conjunto de sentenças-veículo e para a qual se esperava encontrar alternância de duração entre unidades portadoras e não portadoras de acento

secundário.² As análises estatísticas aplicadas pelos autores aos dados de duração mostraram a não existência de alternância de duração, na medida em que não foi encontrada diferença significativa entre as durações médias da primeira e da segunda sílaba da palavra. A duração se configurou em um padrão ascendente até a realização do acento principal no grupo acentual, sem que se observasse qualquer padrão alternante. Os resultados apresentados por Arantes & Barbosa parecem indicar que somente a duração não constitui um correlato suficientemente consistente para a presença de um padrão rítmico binário em PB, construído a partir da implementação dos acentos secundários.

No trabalho de 2008, os mesmos autores investigam a abertura vocálica (F1) e a ênfase espectral (variação da frequência das bandas) como possíveis correlatos do acento secundário em PB. Arantes & Barbosa (2008) extraem medidas de F1 e de diferenças entre as frequências das bandas para a vogal /a/ nas sílabas tônicas e pretônicas das palavras prosódicas “a jaratacaca” e “a patarata” inseridas em um conjunto de sentenças-veículo. A partir dos resultados obtidos através de análises estatísticas aplicadas por Arantes & Barbosa aos dados, estes autores sugerem que a abertura vocálica e a variação de ênfase espectral também apresentam o mesmo padrão culminativo observado para a duração acústica (cf., por exemplo, Arantes & Barbosa, 2002). Ou seja, os resultados obtidos para F1 e para a variação da frequência das bandas revelam um padrão ascendente do início até o acento principal do grupo acentual.

Por sua vez, até onde sabemos, o trabalho de Moraes (2003) é o único, além deste trabalho ora apresentado, que leva em conta a intensidade na análise dos correlatos acústicos do acento secundário em PB. Com o objetivo de investigar se a alternância forte/fraco na implementação do acento secundário em PB apresenta um correlato fonético consistente ou se esta alternância é um conceito apenas justificado fonologicamente, sem uma contraparte fonética, Moraes (2003) realiza um estudo perceptual e acústico sobre o acento secundário em PB com base em dados desta variedade de português. No estudo deste autor, foram gravadas sentenças-veículo, lidas por quatro falantes nativos de PB, contendo palavras que variavam de duas a cinco sílabas pretônicas (ex.: canibal/canibalismo/canibalizar/canibalização) e quanto à posição no sintagma entoacional: posição final (posição forte, nos termos do autor) e interna (posição fraca, nos termos do autor).³ Dos dados produzidos foram extraídas medidas acústicas de duração, F_0 e intensidade e, com base nestes mesmos dados, foi realizado um estudo perceptual. No estudo perceptual, dez sujeitos ouviram os conjuntos gravados e foi pedido a eles que apontassem, dentre as sílabas pretônicas das palavras, quais carregavam acento secundário. Os resultados das medições acústicas e do experimento perceptual obtidos por Moraes foram os seguintes: (i) um acento secundário é percebido regularmente em palavras com mais de uma sílaba pretônica; (ii) em palavras de duas a cinco sílabas, há uma tendência forte de identificação de um

² A expectativa dos autores de encontrar alternância de duração entre unidades portadoras e não portadoras de acentos baseia-se em descrições acústicas do acento primário em PB (cf. Moraes, 1984; Massini-Cagliari, 1991). Segundo estas descrições, a duração é o correlato acústico mais robusto na realização do acento primário.

³ Sobre o sintagma entoacional, cf. Nespor & Vogel (1986), entre outros e, sobre o sintagma entoacional em português, cf. Frota (2000) para o PE e Tenani (2002) para o PB.

único acento secundário por palavra (o primeiro mais à esquerda da palavra), bloqueando a realização fonética de um segundo; (iii) a localização da sílaba percebida como proeminente admite variação, seguindo dois padrões básicos: o acento secundário segue uma alternância binária, ou o acento secundário recai na sílaba inicial da palavra; (iv) o número de sílabas que compõem as palavras interfere na presença de acento secundário, uma vez que em palavras curtas (compostas por duas sílabas pretônicas) a presença de acento secundário é pouco consistente; (v) a posição da palavra no sintagma entoacional não interfere na manifestação do acento secundário; (vi) embora haja uma clara correspondência entre acento secundário percebido e modificações no sinal acústico, o correlato para acento secundário não é estável, posto que pode ser a frequência fundamental ou uma combinação de duração e intensidade.

Já o trabalho de Arantes (2005) tem como um de seus objetivos principais a descrição fonética do acento secundário em PB em termos de correlatos acústicos, particularmente: duração, F_0 e configuração formântica. No estudo deste autor são extraídas medidas acústicas de sílabas pretônicas em palavras-chave variando de duas a cinco sílabas pretônicas (ex.: “arataca”, “arapabaca”, “colonoscopia”, “dirigibilidade”) e inseridas em sentenças-veículo produzidas por falantes nativos de PB. Segundo este autor, para o parâmetro duração, seus resultados não dão sustentação para um padrão alternante na implementação de acentos secundários a sílabas pretônicas, mas indicam aumento progressivo da duração das sílabas até a realização da sílaba tônica, conforme também afirmam Gama Rossi (1998) e Arantes & Barbosa (2002). Para F_0 , Arantes reafirma a inexistência do padrão binário na implementação de acentos secundários. O autor relata uma subida de F_0 na primeira sílaba das palavras compostas por duas sílabas pretônicas e uma subida de F_0 também na primeira sílaba das palavras compostas por mais de duas sílabas pretônicas, podendo esta subida, neste caso, se estender até a segunda sílaba da palavra. Arantes relaciona a subida de F_0 encontrada em seus dados de PB não a um padrão alternante na implementação de acentos secundários, como faz Gama Rossi (1998), mas à marcação de uma proeminência inicial de palavra. Assim como afirma para o parâmetro duração, Arantes também afirma que a configuração formântica das vogais, nas palavras por ele analisadas, parece ser evidência para o caráter culminativo da construção das proeminências ao longo do grupo acentual. Arantes acrescenta que a abertura diferenciada ($F1$) que possui a primeira vogal da palavra em seus dados é um resultado que se soma às evidências fornecidas pelos resultados de duração e F_0 em favor de uma proeminência inicial de palavra, que se manifesta através de durações maiores na primeira unidade v-v (vogal-vogal) das sentenças-veículo e pelas grandes taxas de variação positiva de F_0 na primeira vogal das palavras-chave.⁴

As considerações apresentadas acima quanto à negação da existência de acentos secundários seguindo um padrão binário em PB e sobre a não-estabilidade dos correlatos acústicos deste acento são feitas com base em uma análise focada na busca de parâmetros acústicos relacionados à realização fonética de acento secundário percebido

⁴ A extração de medidas de duração a partir da unidade vogal-vogal (unidade que compreende todos os fones entre dois *onsets* de vogal consecutivos), também chamada ‘grupo entre *p-centers*’, é baseada na afirmação de que esta unidade é o local de culminância acentual (cf. Vassière, 1983; Barbosa, 1994, 1996; entre outros).

em determinada sílaba. Entretanto, cabe notar que, dado o caráter suprasegmental do acento secundário, é possível que os correlatos acústicos associados à percepção deste tipo de acento pelos falantes não se manifestem apenas de maneira direta na sílaba percebida como portadora de acento secundário, mas também em outra(s) sílaba(s) a ela adjacente(s), no contexto.

Levando em conta o exposto, o objetivo do presente trabalho é a análise do correlato acústico “intensidade” em sílabas pretônicas de palavras prosódicas de um *corpus* de PB, nas quais foram percebidos acentos secundários por falantes nativos desta mesma variedade. Nosso estudo se baseia na hipótese de que os correlatos acústicos relacionados à percepção do acento secundário podem estar associados não exclusivamente à sílaba percebida como portadora, como é pressuposto pelos trabalhos anteriormente apresentados, mas ao seu entorno, no âmbito da palavra prosódica (ω).

3. *Corpus* e metodologia

3.1. *Corpus*

O *corpus* utilizado no desenvolvimento deste trabalho é constituído por um conjunto de dados de fala de PB anotado quanto à percepção de acentos secundários por falantes nativos desta mesma variedade de português.⁵

Este conjunto de dados refere-se a: (i) gravações digitais de leituras da crônica “Complicabilizando”, de autoria de Ricardo Freire e publicada na revista brasileira semanal *Época*, em 25 de setembro de 2003, realizadas por 5 falantes nativos de PB, de mesma faixa-etária, mesmo grau de escolaridade e provenientes do estado de São Paulo (falantes: ACS, CTY, FMD, LM e PA); e (ii) arquivos de texto referentes a estas leituras, contendo anotações de acentos secundários percebidos auditivamente também por falantes nativos de PB.

3.2. Metodologia

A metodologia aqui empregada consiste:

- i. na análise do sinal acústico, em termos de mensuração de intensidade (em decibéis (dB)) dos núcleos silábicos precedentes à sílaba tônica de palavras prosódicas, constantes do *corpus* mencionado, nas quais foram identificadas perceptualmente ocorrências de acentos secundários por falantes nativos de PB; e
- ii. na aplicação de análises estatísticas a estes dados, ajustando-se um modelo de regressão de efeitos fixos.

⁵ Este *corpus* faz parte do banco de dados dos projetos: (i) projeto temático Fapesp/Pronex 03/09930-9 “Comportamento estocástico, fenômenos críticos e identificação de padrões rítmicos nas línguas naturais” (coordenado pelo Prof. Dr. Antonio Galves, IME/USP, desenvolvido na Universidade de São Paulo e na Universidade Estadual de Campinas); (ii) projeto de Bolsa de Produtividade em Pesquisa nível 1A CNPq 306564/2007-6, “A implementação do ritmo do português brasileiro em textos orais: relação com a aplicação de processos segmentais” (desenvolvido na Unicamp pela Profa. Dra. Maria Bernadete Marques Abaurre).

Quanto à mensuração da intensidade dos núcleos silábicos, destaca-se que foram obtidas medidas de intensidade tanto para os núcleos da(s) sílaba(s) pretônica(s) percebida(s) como portadora(s) de acento secundário, quanto para os núcleos das demais sílabas pretônicas no âmbito da palavra prosódica. A mensuração da intensidade foi realizada sempre na porção mais estável dos núcleos silábicos, ou seja, na porção medial, como exemplificado pela Figura 1. (cf. marcação do cursor na porção medial da vogal “o” da sílaba pretônica “po” da palavra prosódica (em disponibilizar)ω):

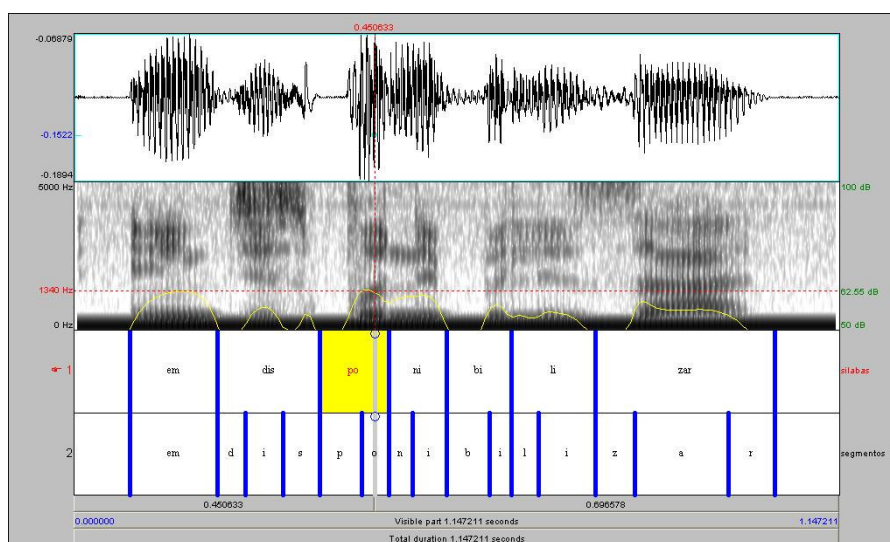


Figura 1. Intensidade na palavra prosódica “em disponibilizar” produzida pelo falante PA de PB.

Por sua vez, o ajuste de um modelo de regressão de efeitos fixos aos dados de intensidade obtidos teve como objetivos extrair a influência do locutor e de possíveis imprecisões na obtenção das medidas de intensidade e estimar a intensidade média associada a dois processos: (a) intensidade observada na sílaba percebida como portadora de acento secundário; e (b) intensidade média observada nas outras sílabas pretônicas no entorno da sílaba percebida como portadora de acento secundário.

A análise do sinal acústico e as análises estatísticas dos dados foram realizadas, respectivamente, através do uso do programa de análise de fala *Praat*, disponível na página <http://www.fon.hum.uva.nl/praat/>, e do programa estatístico *R-project*, disponível na página: <http://www.r-project.org/>.

4. Resultados e análise

Foram percebidos acentos secundários pelos falantes de PB em 200 palavras prosódicas de nosso *corpus*. Destas, 33 foram produzidas por ACS, 53 por CTY, 54 por FMD, 29 por LM e 31 por PA. Estas palavras variam de 2 (ex.: implemento) a 7 sílabas pretônicas (ex.: desincompatibilizar). Na totalidade dos dados, o falante ACS produziu 35 sílabas pretônicas nas quais foi percebida ocorrência de acentos secundários e 119 sílabas pretônicas sem esta característica; CTY produziu 69 sílabas pretônicas percebidas como portadoras de acento secundário e 140 sílabas pretônicas não percebidas como portadoras de tal acento; por sua vez, FMD produziu 80 sílabas

pretônicas percebidas como portadoras de acento secundário e 141 pretônicas sem esta característica; já LM produziu 29 sílabas pretônicas nas quais foram percebidos acentos secundários e 123 pretônicas desprovidas desta característica; e, finalmente, PA produziu 31 sílabas pretônicas percebidas como portadoras de acento secundário e 125 sílabas pretônicas nas quais não foram percebidos acentos desta natureza. De todos os núcleos silábicos destas sílabas pretônicas foram extraídas medidas de intensidade.

Os resultados obtidos a partir das medidas de intensidade dos referidos núcleos se distinguem em dois grupos para cada palavra prosódica analisada: (i) medidas de intensidade dos núcleos de sílabas pretônicas nas quais foi percebida a ocorrência de acento(s) secundário(s); e (ii) medidas de intensidade dos núcleos das demais sílabas pretônicas.

Estes dois grupos de resultados foram submetidos a análises estatísticas a fim de verificarmos se havia alguma dependência entre eles. Primeiramente, para cada palavra prosódica do conjunto de dados analisado, foram realizados cálculos de média dos valores de intensidade dos núcleos das sílabas pretônicas que não foram percebidas como portadoras de acento secundário e dos valores de intensidade dos núcleos das sílabas pretônicas percebidas como portadoras deste acento, mas, com relação a estas últimas, somente nos casos de palavras nas quais foi percebido mais de um acento secundário. Para as palavras nas quais apenas um acento secundário foi percebido, foi considerado o valor absoluto de intensidade do núcleo da sílaba percebida como portadora.

Os valores obtidos para cada um dos dois tipos de núcleos silábicos foram dispostos inicialmente em gráficos independentes para cada falante. Estes gráficos aparecem agrupados na Figura 2. abaixo, nos quais: (a) 1 corresponde ao informante ACS; 2 corresponde ao informante CTY; 3, ao informante FMD; 4, ao informante LM e 5, ao informante PA; (b) nas ordenadas (eixos Y) se encontram os valores de intensidade (em dB) dos núcleos das sílabas percebidas como portadoras de acento secundário; (c) nas abscissas (eixos X) se encontram os valores da intensidade média dos núcleos das outras sílabas pretônicas das palavras prosódicas nas quais foram percebidos acentos secundários; e (d) os pontos dos gráficos correspondem a cada palavra prosódica na qual foi(ram) percebido(s) acento(s) secundário(s).

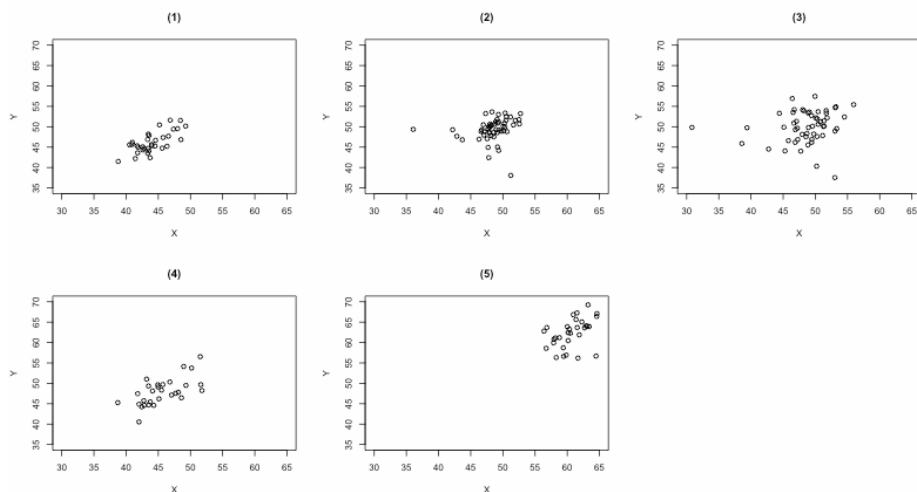


Figura 2. Intensidade das sílabas percebidas como portadoras de acento secundário (eixo Y) versus intensidade média das outras sílabas pretônicas (eixo X), nas produções dos 5 informantes de PB.

Nos 5 gráficos da Figura 2., cada ponto corresponde a dois valores: (i) um na coordenada das ordenadas (eixo vertical Y), onde foram dispostos os valores da intensidade dos núcleos das sílabas pretônicas percebidas como portadoras de acento secundário; e (ii) o outro na coordenada das abscissas (eixo horizontal X), onde foram dispostos os valores da intensidade média dos núcleos das outras sílabas pretônicas. Como é possível constatar pela observação dos gráficos, existe uma tendência crescente apresentada pelos pontos para cada um dos informantes: à medida que os pontos correspondem a um valor mais alto de intensidade no eixo X, também correspondem a um valor alto no eixo Y. Cabe salientar que, para cada realização do processo de produção da intensidade média dos núcleos das sílabas pretônicas não percebidas como portadoras de acento secundário, podemos associar um ponto disposto no eixo horizontal e, com base nesta associação, é possível constatar uma tendência crescente na disposição dos 2 processos: o processo de produção de intensidade dos núcleos das sílabas pretônicas percebidas como portadoras de acento secundário (eixo vertical) e o processo de produção de intensidade média dos núcleos das demais sílabas pretônicas (eixo horizontal). Tal fato sugere a possibilidade de deduzir o valor do processo disposto no eixo vertical, uma vez conhecido o valor da realização do processo disposto no eixo horizontal.

Cada informante contribui de uma forma própria na distribuição dos dados, provocando uma maior ou menor concentração dos pontos, ou induzindo um deslocamento da massa de pontos, a depender, respectivamente, da uniformidade e do grau de intensidade empregados na produção dos dados. Por exemplo, comparando os gráficos (2) e (3), nota-se que os pontos do gráfico (2) se encontram muito mais concentrados do que os pontos do gráfico (3), o que significa que o falante 2 (CTY) emprega uma intensidade mais uniforme na produção dos dados do que o falante 3 (FMD). Por outro lado, ao compararmos os gráficos (1) e (5), percebemos que a massa de pontos do gráfico (5) encontra-se deslocada para as regiões de maior intensidade (o que o diferencia bastante dos demais gráficos), enquanto a massa de pontos em (1) se encontra reunida em uma região mais central do gráfico. Isto indica que o falante 5 (PA) emprega maior intensidade uniformemente na produção de seus dados; já o falante 1 (ACS) emprega uniformemente uma intensidade média na produção de seus dados. Esta intensidade maior empregada pelo falante PA, que diferencia bastante seu gráfico em relação ao dos demais falantes, pode ser explicada pela diferença de gênero entre os falantes: ACS, CTY, FMD e LM são falantes de PB do sexo feminino, enquanto PA é falante do PB do sexo masculino.

Uma vez que nosso objetivo é investigar se, globalmente, o comportamento da intensidade nas sílabas pretônicas que não foram percebidas como portadoras de acento secundário pode também estar relacionado à percepção de acento secundário nas outras sílabas pretônicas, buscamos o ajuste de um modelo inferencial, cujo propósito é o de eliminar a influência dos informantes e de possíveis imprecisões dos valores de intensidade na massa de dados observados.

O modelo ajustado é o seguinte: $W^1_{ij(i)} = W0^1 + L^1_i + e^1_{ij(i)}$, $j(i)=1, \dots, J(i)$ - ver Chambers (1992) para uma explicação detalhada sobre este modelo; e <http://stat.ethz.ch/R-manual/R-patched/library/stats/html/lm.html> sobre a função do programa de análise estatística *R-project*, a qual usamos para aplicar o modelo aos dados. No modelo:

(I) “1” representa o tipo de variável: variável Y - intensidade de núcleos de sílabas pretônicas percebidas como portadoras de acento secundário; variável X - intensidade dos núcleos das sílabas pretônicas desprovidas desta característica. Se $l = 1$, então $W^1_{ij(i)} = X$, se $l = 2$, então $W^2_{ij(i)} = Y$. Ou seja, ajustamos um modelo para os dados do tipo Y e outro modelo para os dados do tipo X.

(II) “i” representa o informante: $i = 1$ corresponde ao informante ACS; $i = 2$, ao informante CTY; $i = 3$ corresponde ao informante FMD, $i = 4$, ao informante LM e, finalmente, $i = 5$, ao informante PA.

(III) “J(i)” representa o total de palavras prosódicas produzidas pelo falante rotulado por “i” nas quais foi(ram) percebido(s) acento(s) secundário(s). Isto é, $J(1) = 33$, $J(2) = 53$, $J(3) = 54$, $J(4) = 29$ e $J(5) = 31$.

(IV) “ $W0^1$ ” representa um efeito global característico da variável que está sendo ajustada e independente do falante. Este efeito corresponde, por exemplo, a imprecisões dos valores de intensidade relativas ao processo de gravação (qualidade do microfone e do gravador), a possíveis erros cometidos pelos falantes de PB na tarefa de identificação perceptual das sílabas portadoras de acento secundário, ou ainda a possíveis imprecisões obtidas na extração automática de intensidade pelo programa computacional de análise de fala *Praat*.

(V) “ L^1_i ”, por outro lado, pode ser interpretado como a contribuição do informante na produção da palavra prosódica (ex.: influência do gênero do falante na produção dos dados; influência de fatores como ênfase presente ou não na produção dos falantes; diferenças de produções entre os informantes durante a tarefa de gravação dos dados, no que tange a possíveis variações quanto à distância entre o microfone e a fonte emissora (boca)).

(VI) “ $e^1_{ij(i)}$ ” representa o verdadeiro processo aleatório que está sendo observado, usualmente denominado “resíduo”. Especificamente, neste caso, corresponde ao processo de interesse. Por exemplo, se em $e^1_{ij(i)}$, $l = 2$, isto é, $e^2_{ij(i)}$, o resíduo “ $e^2_{ij(i)}$ ” representa o processo estocástico (aleatório) de produção, pelo falante “i”, da intensidade dos núcleos das sílabas pretônicas percebidas como portadoras do acento secundário na palavra prosódica “j(i)” sem o efeito próprio do falante “i” (L^1_i) e excluindo-se o efeito global característico do processo “1”, ou seja, “ $W0^1$ ”.

Isto posto, os efeitos “ $W0^1$ ” e “ L^1_i ” são assumidos como fixos e, portanto, podem ser estimados. Desta forma, a verdadeira componente aleatória do processo se encontra nos termos $e^1_{ij(i)}$ e $e^2_{ij(i)}$. Estes termos são estimados simplesmente definindo $e^1_{ij(i)} = W^1_{ij(i)} - W0^1 - L^1_i$, sendo que, $W^1_{ij(i)}$ é observado (valor de intensidade obtido), $W0^1$ é estimado e L^1_i é estimado.

Podemos, então, reformular o problema, observando apenas a tendência entre $e^1_{ij(i)}$ e $e^2_{ij(i)}$. Esta tendência pode ser visualizada na Figura 3., na qual temos o gráfico de

resíduos padronizados pelo desvio padrão produzido respectivamente por $e^1_{ij(i)}$ no eixo horizontal e por $e^2_{ij(i)}$ no eixo vertical. Na Figura 3. (notação do gráfico): RY corresponde à intensidade residual das sílabas percebidas como portadoras de acento secundário; RX representa a intensidade média residual das outras sílabas pretônicas; os pontos em vermelho correspondem aos resíduos do informante ACS; os pontos em azul, aos resíduos do informante CTY; os em verde, aos resíduos do informante FMD; os pontos em rosa correspondem aos resíduos do informante LM; finalmente, os pontos em laranja correspondem aos resíduos do informante PA.

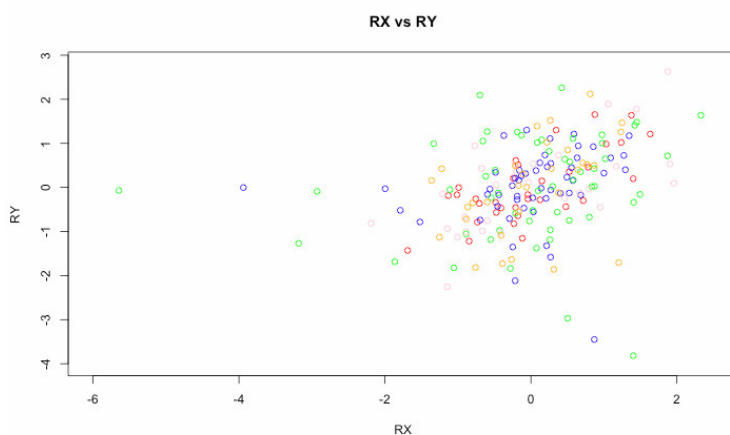


Figura 3. Intensidade residual das sílabas percebidas como portadoras de acento secundário (eixo vertical) versus intensidade média residual das outras sílabas pretônicas (eixo horizontal).

Cada ponto do gráfico equivale ao ponto de correspondência, no plano, entre o valor do resíduo da variável X corrigido pelo desvio padrão observado e o valor do resíduo da variável Y corrigido pelo desvio padrão observado (cf. (I), acima, nesta mesma seção).

Com este procedimento, obtivemos um processo aleatório bidimensional, denotado por (RX, RY) que carece da influência dos informantes, tanto no que se refere à posição central de deslocamento das medidas de intensidade obtidas, quanto à escala dessas medidas.⁶

⁶ Verificamos a adequação do modelo expondo estatísticas simples que servem de controle dos resíduos dos modelos. Apresentamos na Tabela 1. as estatísticas das intensidades residuais padronizadas. Na Tabela 1.: RIND = resíduo inferior não discrepante; Med = mediana; 1Q = primeiro quartil; 3Q = terceiro quartil; RSND = resíduo superior não discrepante; ND = número total de resíduos discrepantes; IC = intervalo de confiança para a mediana dos resíduos.

Resíduo	RIND	1Q	Med	3Q	RSND	ND	IC(95%)
RX	-1.9970	-0.4841	0.0258	0.6114	1.9593	6	[-0.0966,0.1482]
RY	-2.1170	-0.5535	0.0017	0.5703	2.1215	6	[-0.1239,0.1272]

Tabela 1. Estatísticas das intensidades residuais padronizadas.

Ao se observar a Figura 3., constata-se a confirmação da hipótese deste trabalho, uma vez que nesta figura a tendência crescente na disposição dos pontos indica que Y (intensidade dos núcleos das sílabas pretônicas, nas quais foram percebidos acentos secundários) pode efetivamente ser visto como consequência das realizações de X (intensidade média das sílabas pretônicas nas quais não foram percebidos estes acentos no âmbito da palavra prosódica). Para ressaltar melhor este fato, apresentamos a Figura 4, onde: RTY (linha em vermelho) corresponde à intensidade residual das sílabas percebidas como portadoras de acento secundário + $W0^2$ (cf. (IV), acima, nesta mesma seção); RTX (linha em azul) representa a intensidade média residual das outras sílabas pretônicas + $W0^1$ (cf. (IV), acima, nesta mesma seção); no eixo horizontal, encontram-se indicadas todas as observações disponíveis (de 1 a 200 – palavras prosódicas produzidas e nas quais foram percebidos acentos secundários); no eixo vertical, encontram-se indicados os valores de intensidade obtidos para todas as sílabas pretônicas das palavras prosódicas nas quais foi percebida a ocorrência de acentos secundários.

Os resíduos discrepantes detectados para RX são os seguintes: -5.6450, -3.9396, -3.1824, -2.9297, -2.1896, 2.3293. Já os resíduos discrepantes detectados para RY são: -3.8158, -3.4500, -2.9697, -2.2565, 2.2604, 2.6263.

Como pode ser constatado, os resíduos determinados pelos ajustes propostos (cf. Figura 3') concentram-se por volta do zero, admitindo eventuais discrepâncias (*outlier*) detectadas pela construção das medidas robustas prévias (primeiro quartil, terceiro quartil e mediana). Mais ainda, os resíduos resultantes mostram indícios de simetria, evidenciados por dispersões inferiores e superiores muito próximas (note que Med-1Q é próximo de 3Q-Med, Med-RIND é próximo de RSND-Med em ambos os tipos de resíduos). A simetria e a concentração por volta do zero são características desejáveis nos resíduos para garantir propriedades de adequação de ajuste nas estimativas dos efeitos fixos usados nos modelos. Por conta disso, podemos afirmar que o modelo escolhido absorveu a variabilidade exposta pelos dados de intensidade apresentados neste trabalho.

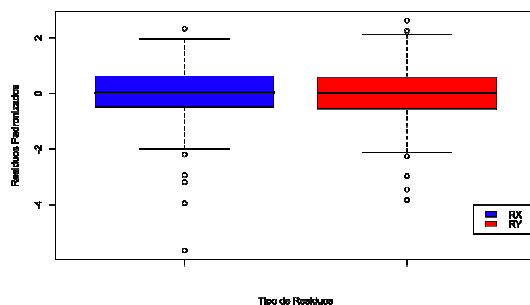


Figura 3'. Resíduos de RX e RY padronizados.

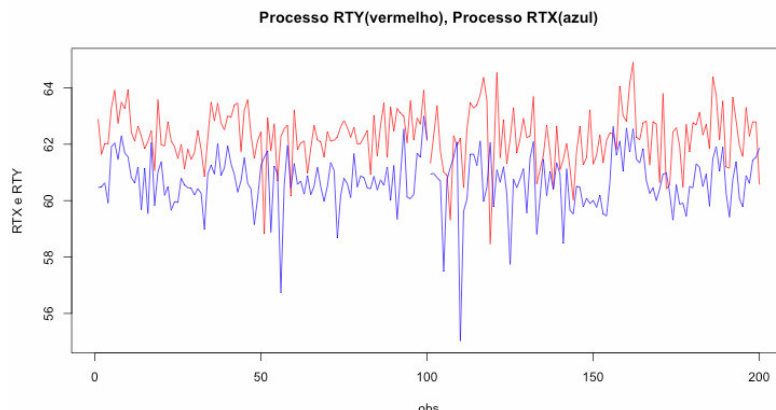


Figura 4. Intensidade residual das sílabas percebidas como portadoras de acento secundário + $W0^2$ versus intensidade residual média das outras sílabas pretônicas + $W0^1$.

Os valores de intensidade estimados dos efeitos fixos globais $W0^1$, $l = 1, 2$ aparecem na Tabela 2. Nesta tabela, o valor 60.67 estimado a partir do efeito fixo global $W0^1$ ($l = 1$; variável X) corresponde ao valor global (em decibéis) estimado para a intensidade média de todas as sílabas pretônicas não percebidas como portadoras de acento secundário e produzidas por nossos 5 falantes de PB. Já o valor 62.28 estimado do efeito fixo global $W0^2$ ($l = 2$; variável Y) corresponde ao valor global (em decibéis) estimado para a intensidade de todas as sílabas pretônicas percebidas como portadoras de acento secundário e também produzidas pelos mesmos 5 falantes já referidos.

Isto significa que, no universo completo de nossos 5 falantes, o ponto central onde estão todas as produções de intensidade média das sílabas pretônicas não percebidas como portadoras de acento secundário é o ponto correspondente ao valor 60.67 dB. Por outro lado, o ponto central onde estão todas as produções de intensidade das sílabas pretônicas percebidas como portadoras de acento secundário é o correspondente ao valor 62.28 dB. Ou seja, há uma diferença de 1.61 dB ($62.28 - 60.67 = 1.61$) entre o valor de intensidade global das sílabas percebidas como portadoras de acento secundário e o valor de intensidade média global das outras pretônicas nos dados de PB. Esta diferença será sempre aproximadamente a mesma, independentemente da influência dos informantes (gênero, produção enfática ou neutra, etc.) e da escala de intensidade (valores variáveis a depender da gravação realizada – qualidade do gravador e do microfone, distância entre a fonte emissora do falante e o microfone –; ou valores variáveis decorrentes de imprecisões na extração automática da intensidade pelo programa computacional de análise de fala). Isto posto, se tomarmos um outro conjunto de dados relativos à percepção de acento secundário em PB (falantes diferentes, tipo de *corpus* diferente, número de dados diferentes), esperamos encontrar uma diferença aproximada de 1.61 dB entre os dois tipos de valores já referidos. Se o valor encontrado para a intensidade média global das sílabas pretônicas não percebidas como portadoras de acento secundário for, por exemplo, 50 dB, o valor global das outras sílabas pretônicas percebidas como portadoras deste acento será 51,61 dB, sendo sempre mantida uma diferença aproximada de 1.61 dB entre os dois tipos de valores.

l	Variável	Efeito W0 ¹
1	X	60.67
2	Y	62.28

Tabela 2. Valores (em dB) das intensidades globais estimadas a partir do efeito W0¹ e W0².

Através da observação da Figura 4., é possível acompanhar o processo de interesse, processo RTY (processo que descreve a produção da intensidade das sílabas percebidas como portadoras de acento secundário) a partir do processo RTX (processo que descreve a produção da intensidade média das outras sílabas pretônicas no âmbito da palavra prosódica). Nota-se que, quando o processo RTX manifesta uma tendência crescente, o RTY manifesta também uma tendência crescente. Da mesma forma, quando o processo RTX manifesta uma tendência decrescente, o processo RTY manifesta também uma tendência decrescente. Portanto, em termos gerais, bastaria conhecer o processo RTX para deduzir o comportamento do processo RTY. Com base na modelagem estatística aqui apresentada, é possível afirmar categoricamente não só que o comportamento do correlato acústico intensidade observado nas sílabas percebidas como portadoras de acento secundário está relacionado à percepção deste tipo de acento pelos falantes de PB, mas também que o comportamento da intensidade observado nas outras sílabas pretônicas no entorno daquelas no âmbito da palavra prosódica pode também estar relacionado a este mesmo fato.

5. Considerações finais e encaminhamento de futuros trabalhos

Dada a natureza suprasegmental do acento secundário, este trabalho buscou verificar a hipótese segundo a qual os correlatos acústicos a ele associados se manifestam não só nas sílabas pretônicas percebidas como portadoras de acento secundário, mas também em outra(s) pretônica(s) a elas adjacente(s), no âmbito da palavra prosódica.

Na investigação de tal hipótese, primeiramente, foram extraídas medidas de intensidade das sílabas pretônicas de palavras prosódicas de um *corpus* de PB nas quais foi percebida a ocorrência de acento(s) secundário(s). Os valores de intensidade obtidos foram modelados estatisticamente com a finalidade de comprovar (ou não) nossa hipótese, tendo-se buscado uma fundamentação em termos de significância estatística. Os resultados decorrentes da modelagem estatística confirmam nossa hipótese. Isto nos permite afirmar efetivamente que a percepção de acentos secundários pelos falantes de PB pode estar relacionada não só à variação de intensidade associada às sílabas percebidas como portadoras deste tipo de acento, mas também à variação de intensidade associada às outras sílabas pretônicas que ocorrem no seu entorno, no âmbito da palavra prosódica.

Cabe ainda acrescentar que outros correlatos acústicos, como frequência fundamental (F_0), configuração formântica (particularmente, F_1) e duração também devem ser analisados em nossos dados, com a finalidade de investigar se nossa hipótese também se sustenta para estes outros correlatos. Em trabalhos futuros, não só

contemplaremos a análise destes outros correlatos acústicos nos mesmos dados, como também incluiremos, para posteriores comparações, a análise de todos os correlatos acústicos supracitados relativa a novos dados de um *corpus* experimental, especificamente elaborado para o estudo do acento secundário no PB.

Agradecimentos

Agradecemos à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro que possibilitou o desenvolvimento deste trabalho (Projeto Temático Fapesp/Pronex 03/09930-9, “Comportamento estocástico, fenômenos críticos e identificação de padrões rítmicos nas línguas naturais”; Projeto de pós-doutorado Fapesp 06/61737-7 “Implementação rítmica e domínios prosódicos em português brasileiro e europeu contemporâneos”; Bolsa de Produtividade em Pesquisa nível 1A CNPq 306564/2007-6, projeto “A implementação do ritmo do português brasileiro em textos orais: relação com a aplicação de processos segmentais”).

Referências bibliográficas

ABAURRE, M. B. M.; GALVES, C. M. C. As diferenças rítmicas entre o Português Europeu e o Português Brasileiro: uma abordagem otimalista e minimalista. *D.E.L.T.A.*, n. 14 (2), 1998.

ARANTES, P. *Acentuação secundária em português brasileiro: fundamentos de produção e percepção do ritmo da fala*. Texto apresentado para o exame de qualificação de Mestrado em Lingüística na Universidade Estadual de Campinas. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, ms., 2005.

_____.; BARBOSA, P. A. Acentuação secundária em Português Brasileiro à luz do modelo dinâmico do ritmo: um estudo piloto. *Anais do I Congresso Internacional de Fonética e Fonologia/VII Congresso Nacional de Fonética e Fonologia*. Belo Horizonte (MG), 2002.

_____. F_1 and Spectral Correlates of Secondary Stress in Brazilian Portuguese. In: BARBOSA, P. A.; MADUREIRA, S.; REIS, C. (eds.). *Proceedings of the Speech Prosody 2008 Conference*. Campinas, Brazil: Editora RG/CNPq, 2008, p. 559-562.

BARBOSA, P. *Catactérisation et génération automatique de la structuration rythmique du français*. 1994. Tese (Doutorado) - Université Stendhal, Grenoble, 1994.

_____. At least two macrorhythmic units are necessary for modeling Brazilian Portuguese duration. *Proceedings of the 1st ESCA Tutorial Research Workshop on Speech Production Modeling and 4th Speech Production Seminar*, 1996, p. 85-88.

CARVALHO, J. B. Phonological conditions on Portuguese clitic placement: on syntactic evidence for stress and rhythmical patterns. *Linguistics*, n. 27, p. 405-436, 1989.

CHAMBERS, J. M. Linear models. In: CHAMBERS, J. M.; HASTIE, T. J. (Eds.). *Statistical Models in S*. Pacific Grove, California: Wadsworth & Brooks/Cole, 1992.

COLLISCHONN, G. *Um estudo do acento secundário em português*. 1993. Dissertação (Mestre) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1993.

_____. Acento secundário em português. *Letras de hoje*, v. 29, n. 4, p. 43-53, 1994.

FROTA, S. *Prosody and focus in European Portuguese. Phonological phrasing and intonation*. New York: Garland Publishing, 2000.

_____.; VIGÁRIO, M. Aspectos de prosódia comparada: ritmo e entoação no PE e no PB. In: CASTRO, R. V.; BARBOSA, P. (eds.). *Actas do XV Encontro Nacional da Associação Portuguesa de Linguística*. Coimbra: APL, 2000, v.1, p. 533-555.

GALVES, C. M. C.; ABAURRE, M. B. M. Os clíticos no português brasileiro: elementos para uma abordagem sintático-fonológica. In: CASTILHO, A. T.; BASÍLIO, M. (orgs.). *Gramática do Português Falado*. Campinas: Editora da Universidade Estadual de Campinas, 1996, v. 4, p. 273-320.

GAMA ROSSI, A. J. Qual é a natureza do acento secundário no português brasileiro? *Cadernos Centro Universitário São Camilo*, n. 4, p. 77-92, 1998.

HULST, H. V. D. Primary accent is non-metrical. *Rivista di Linguistica*, n. 8 (1), [guest editor: Irene Vogel], 1997.

MASSINI-CAGLIARI, G. *A duração no estudo do acento e ritmo do português*. 1991. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1991.

MORAES, J. A. *Recherches sur l'intonation modale du portuguais parlé a Rio de Janeiro. Analyse acoustique, perceptive et fonctionnelle*. 1984. Tese (Doutorado) - Université de La Sorbonne Nouvelle Paris III, Paris, 1984.

_____. Secondary stress in Brazilian Portuguese: perceptual and acoustical evidence. *Proceedings of the 15th International Congress of Phonetic Sciences*, p. 2063-2066, 2003.

NESPOR, M. & VOGEL, I. *Prosodic Phonology*. Dordrecht: Foris Publications, 1986.

SANDALO, M. F.; ABAURRE, M. B. M.; MANDEL, A.; GALVES, C. M. C. Secondary stress in two varieties of Portuguese and the Sotaq optimality based computer program. *Probus*, v. 18. n. 1, p. 97-125, 2006.

SELKIRK, E.O. *Phonology and Syntax: The Relation between Sound and Structure*. Cambridge: The M.I.T. Press, 1984.

_____. The prosodic structure of function words. In: BECKMAN, J. N.; DICKEY, L. W.; URBANCZYK, S. (Eds.). *Papers in Optimality Theory*. University of Massachusetts, Amherst, GLSA, 1995, p. 439-470.

SCHWINDT, L. C. *O prefixo do português brasileiro: análise morfofonológica*. 2000. Tese (Doutorado) - PUCRS, Rio Grande do Sul, 2000.

_____. O prefixo no Português Brasileiro: análise prosódica e lexical. *D.E.L.T.A.*, v. 17, n. 2, 2001.

TENANI, L. E. *Domínios prosódicos no Português*. 2002. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

VAISSIÈRE, J. Language-independent prosodic features. In: CUTELER, A.; LADD, D. R. (eds.). *Prosody: models and measurements*. Berlin: Springer-Verlag, 1983, p. 53-66.

VIGÁRIO, M. *The Prosodic Word in European Portuguese*. Berlin-New York: Mouton de Gruyter, 2003.