

# Restauração Acentual

Leonardo Carneiro de Araújo

5 de dezembro de 2008

## Resumo

Este trabalho investigará a percepção do acento lexical em contextos nos quais existe uma deterioração total causada por ruído sobre um sinal de fala. Este fenômeno tem o seu nome aqui cunhado como ‘efeito de restauração acentual’. Este efeito é semelhante ao que ocorre no fenômeno de restauração fonêmica, e também correlato ao de fechamento perceptual estudado na teoria da Gestalt. O fenômeno da restauração fonêmica foi primeiramente identificado por R. M. Warren em seu trabalho “Perceptual restoration of missing speech sounds”, publicado na *Science* em 1970. A reconstrução fonêmica ocorre quando, sob certas condições, sons que não estão presentes no sinal acústico da fala são de alguma forma sintetizados pela mente humana para preencher uma lacuna, onde havia anteriormente um som da fala. Este fenômeno revela a sofisticação e o quão robusta é a percepção da fala em situações de degradação do seu sinal. Degradações como estas são muito comuns na vida cotidiana, quer seja pela presença de ruídos no ambiente, que muitas vezes mascaram partes do sinal de fala, quer seja por falhas no meio de comunicação, um problema corriqueiro na telefonia, principalmente na telefonia móvel. Observamos que mesmo havendo uma alta degradação do sinal é ainda possível encontrar inteligibilidade nele. Neste trabalho iremos investigar qual o efeito de restauração acentual e qual sua relação com a restauração fonêmica. Foram verificados os efeitos da restauração corrompendo o sinal em diferentes locais, na região da sílaba tônica, pré-tônica e pós-tônica, com diferentes níveis de degradação, chegando até mesmo a completamente substituir uma sílaba por um ruído. O efeito de restauração acentual é analisado sob a ótica da teoria do acento em português, considerando, para tanto, a teoria do pé troqueu.

# Sumário

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Acento</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>Proposta</b>	<b>9</b>
<b>4</b>	<b>Experimento</b>	<b>11</b>
<b>5</b>	<b>Resultados e Considerações</b>	<b>14</b>
<b>6</b>	<b>Conclusão</b>	<b>16</b>

# Capítulo 1

## Introdução

Richard Warren, em 1970, mostrou em um experimento o que ele viria a chamar de efeito de restauração fonêmica. Ele mostrou que quando um som bem diferente de um som da fala – como uma tosse ou um tom puro – substituída completamente um som da fala em um sentença gravada, os ouvintes muitas vezes não percebiam a existência desse som estranho e, mesmo aqueles que diziam perceber o som estranho, não eram capazes de localizar onde ocorreu tal som. Se ao invés substituirmos o som da fala por um silêncio, neste caso a ausência do som da fala é detectada e facilmente localizada pelo ouvinte[20].

É comum estabelecer comunicação falada em um ambiente ruidoso. Mesmo com toda a interferência presente, ainda sim a comunicação pode ser inteligível, mostrando que, embora exista o mascaramento de sons da fala, podemos, de alguma forma, reconstruir as informações perdidas. Esta restauração fonêmica estaria ligada a habilidades humana de comunicação. G. Sherman mostra que este fenômeno é influenciado pelos contextos antecedente e posterior[18].

A restauração fonêmica pode ser vista como um fenômeno similar ao da ‘continuidade percebida’ ou ‘fechamento perceptual’, que é abordado pela teoria da Gestalt. Os nossos sentidos, imersos em um mesmo mundo, muitas vezes experimentam problemas diferentes, e portanto não seria uma surpresa que estes obtivessem saídas semelhantes para os mesmos problemas. Os psicólogos que estudam Gestalt observaram uma certa tendência em se fechar certas formas ditas ‘fortes’, como por exemplo o círculo, cujo efeito de fechamento observamos na figura 1.1. Embora esta figura ilustre um círculo parcialmente coberto por outro objeto, temos a noção de que sob este objeto jaz a parte do círculo que não é visível, embora seja possível que o círculo esteja realmente incompleto.

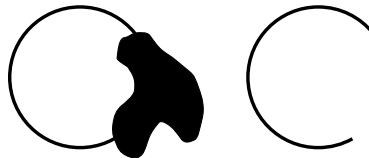


Figura 1.1: Exemplo de fechamento.

O efeito de fechamento ocorre de forma a completar evidências, o que é diferente do que alguns costumam dizer como sendo o efeito de fechar formas.

Se assim o fosse, não haveria como ver buracos, e obviamente sabemos que isto ocorre. Os psicólogos da Gestalt defendem que o fechamento ocorre quando existe um contorno ‘forte’ ou ‘bom’ no ponto de interrupção. A existência de similaridades nos extremos das interrupções é também um indício que fortalece a tendência de fechamento, pois é mais provável que exista uma continuidade, dado que as propriedades dos extremos são semelhantes.

O exemplo da figura 1.2 apresenta vários fragmentos que fazem parte de um objeto ou objetos familiares. Note que quando dispomos apenas dos buracos, os fragmentos não parecem juntar-se para formar algum objeto conhecido. Entretanto, quando sobrepomos uma máscara sobre os buracos – como ilustrado na figura 1.3 – passamos a ver os objetos formados pelos fragmentos, que até então eram apenas fragmentos sem ligação alguma de um com outro.



Figura 1.2: Figura em que não surge organização por não haver informação para oclusão. (Figura retirada de Bregman, 1981)

Ao se adicionar a máscara, passamos a ter uma informação adicional: agora sabemos quais contornos são contornos próprios dos objetos e quais contornos foram criados pela sobreposição de uma máscara. Desta forma, os buracos antes eram tratados simplesmente como buracos, podem agora ser tratados como evidências que estão ocultas pela máscara. Esta informação só se torna disponível quando temos em mãos (ou em vista) o objeto mascarador que ocluiu certas partes dos objetos mascarados. Com a presença da máscara, podemos facilmente identificar que os então fragmentos são as partes não cobertas pela máscara de várias letras ‘B’.

O mecanismo de fechamento é uma maneira eficiente de lidar com evidências ocultas, mas antes que nosso aparato perceptivo utilize esse mecanismo, é necessário mostrar-lhe que ele está lidando realmente com evidências que estão ocultas. Para tanto, é necessário que o objeto ocludente esteja presente.

De forma semelhante ao que ocorre na visão, também ocorre na percepção auditiva. O efeito de oclusão na visão corresponde ao efeito de mascaramento na audição. Este ocorre quando um som de maior intensidade está sobreposto, ou até mesmo próximo temporalmente a um som de menor intensidade. Existem dois tipos de mascaramento: mascaramento em tempo e em frequência. Para ocorrer o mascaramento, é necessário que o som mascarador possua uma intensidade maior que o som mascarado. O exemplo da figura 1.4 ilustra uma situação onde ocorre o mascaramento de um tom de frequência variada. Mesmo

que os trechos do tom sejam totalmente removidos, como ilustrado na figura à esquerda da figura 1.4 ocorrerá o efeito de fechamento quando nos buracos for inserido um ruído, que será entendido pelo aparato perceptivo como um som mascarador. Se não for adicionado o ruído, então os buracos tornam-se perceptivos e não ocorre o efeito de fechamento. Bregman[4] também demonstra esse efeito com um trecho de música, no qual os sons de vários instrumentos são removidos em determinados trechos e substituídos por ruídos. A presença do ruído cria, então, a noção de continuidade. Para que isto ocorra, o som mascarador deve ter uma determinada intensidade mínima e possuir as frequências corretas para que o efeito de mascaramento seja criado.

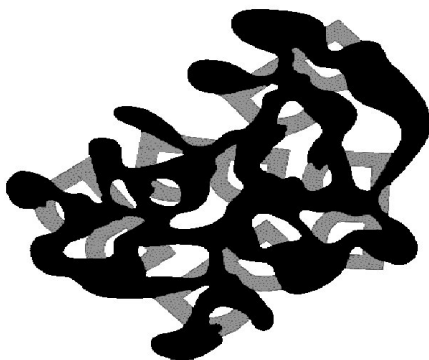


Figura 1.3: A mesma figura, mas agora com uma informação para criar a oclusão, fazendo com que os fragmentos nas bordas da forma mascaradora sejam agrupados. (Figura retirada de Bregman, 1981)

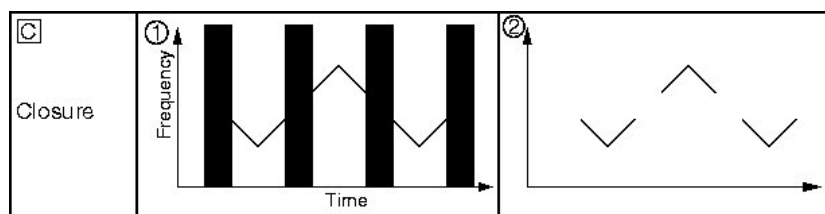


Figura 1.4: Efeito de fechamento ocorrendo em um tom puro de frequência variada (glide) usado por Dannenbring (1976). (Figura retirada de Bregman 1981)

A fala pode ser compreendida em situações adversas, na presença de ruídos de diversos tipos. Cherry[5] afirmava que a fala contém um número de pistas muito maior do que o necessário à sua compreensão, sendo assim um sistema de comunicação altamente redundante. Por este motivo, mesmo que muitas pistas sejam eliminadas por filtragem, distorção ou ruído, ainda podem sobrar pistas suficientes para uma compreensão eficaz da mensagem.

Trabalhos como os de Warren[20][21], Kashino[14], dentre outros, mostram o fenômeno da restauração fonêmica. No presente trabalho pretende-se verificar o efeito de restauração de acento, efeito semelhante ao efeito de restauração fonêmica. Deseja-se verificar o fenômeno da restauração quando diferentes tre-

chos do sinal de fala tornam-se ocluídos por ruídos. Analisar-se-á o efeito de oclusão em sílabas tônicas, pré-tônicas e pós-tônicas, utilizando para tanto diferentes tipos de ruídos, com durações variadas, ocluindo desde parte de um segmento até sílabas inteiras.

## Capítulo 2

# Acento

Para Matoso, o acento “é uma maior força expiratória, ou intensidade de emissão, da vogal de uma sílaba em contraste com as demais vogais silábicas. Ele pode incidir na última, penúltima, antepenúltima, ou mais raramente, quarta última sílaba de um vocábulo fonológico. A sua presença assinala a existência de um vocábulo. No registro formal da pronúncia padrão do português do Brasil, há a rigor uma pauta acentual para cada vocábulo” [13].

Matoso coloca o acento como um atributo fortemente correlacionado com o fenômeno acústico da fala. Se a fala é um fenômeno acústico de comunicação, não há como negar que a informação da colocação do acento está contida na forma de onda acústica da fala. Esta constatação, no entanto, não nos permite inferir que existe uma relação direta entre atributos acústicos como a intensidade, altura, duração, força expiratória, dentre outros, com a percepção de acento. Se existe uma relação entre esses parâmetros acústicos de forma tal a determinar univocamente o acento, então tal relação poderá ser inferida.

A correlação do acento lexical com a altura, ou com a intensidade ou com ambas simultaneamente, é muito fraca [17]. Havendo a necessidade de ser correlacionar o acento lexical com correlatos acústicos, uma possibilidade seria associar o acento na língua portuguesa à duração, no entanto estudos como o de Face [9] apontam para uma relação mais complexa entre o acento percebido e os correlatos acústicos.

Na fonologia métrica, o acento é visto como uma propriedade relacional, resultante da relação de proeminências de sílabas adjacentes dos constituintes prosódicos. A partir da sílaba, constrói-se uma estrutura acentual através de uma relação hierárquica. Desta forma, as sílabas se organizam em pés métricos, constituídos por um pé forte (elemento dominante) e um pé fraco (elemento subalterno).

O acento é uma propriedade relacional, que pode ser visto como um fruto da proeminência relativa entre as sílabas dos constituintes prosódicos. A partir da relação hierárquica construída entre sílabas, cria-se uma estrutura acentual. “O acento é uma marca nítida do vocábulo fonológico. Além desse valor demarcativo, que cria uma juntura supra-segmental, o acento em português é também distintivo, pois serve pela sua posição a distinguir palavras” [13].

O reconhecimento e o papel do acento são questões que merecem atenção no estudo de línguas acentuais como o português. O acento estabelece, em algumas situações, uma função distintiva de palavras (como no exemplo ‘sáb<sup>ia</sup>’, ‘sab<sup>ia</sup>’

e ‘sabiá’) e também função delimitativa, o que permite ao ouvinte delimitar as palavras no contínuo da fala (como no exemplo ‘a mala’ e ‘amá-la’)[17].

Trubetzkoy[19] estabelece as funções culminativa e não-culminativa. A primeira estabelece um pico máximo de saliência prosódica em cada vocábulo. Este pico máximo seria ao mesmo tempo culminativo e delimitativo, podendo ser usado distintivamente ou não, mas sempre tendo a função de delimitar o vocábulo como uma unidade prosódica. A segunda função, não-culminativa, não envolveria restrições de tal sorte, podendo ocorrer mais de um acento com diferenciados graus em um mesmo vocábulo, não havendo então função delimitativa.

Sobre o aspecto perceptivo, a segmentação de formas significativas envolve a análise de aspectos físicos como a intensidade e o *pitch* (altura), e ainda as possíveis combinações e durações relativas dos seus segmentos, caracterizando aspectos de mais alta ordem, como o timbre. Freqüência e intensidade são fenômenos independentes, como mostrado em [17].

O acento lexical é uma característica acústica dificilmente determinável, mas certamente é uma pista que contribui na tarefa de segmentação de palavras na fala contínua. Segundo Massini-Cagliari [15], duração, intensidade e qualidade vocálica são os principais correlatos na determinação do acento em português. “No nível frasal, o acento do português é caracterizado por uma variação do padrão entoacional que se sobrepõe a uma sílaba tônica em nível lexical” [15].

Fraisse [10] propôs a organização das estruturas rítmicas com a aplicação do princípio de distinção e do princípio de assimilação. Isto implicava o reconhecimento de padrões alternados que teriam como conseqüência o aparecimento do ritmo.

Existem três hipóteses que tratam da atribuição do acento na língua portuguesa: a hipótese do acento livre, a hipótese do molde trocaico e a hipótese do acento morfológico. A primeira hipótese define que o acento é previamente marcado no léxico da língua, não sendo possível então estabelecer uma regra de atribuição de acento. Não existem regras, tudo é exceção. É uma hipótese capaz de lidar com o acento em todos os inúmeros itens lexicais, mas não é uma hipótese que explica o acento e nem sequer explica a percepção de acento em casos deteriorados, como os casos objeto deste estudo. A segunda hipótese é aquela em que o acento é definido pela característica rítmica padrão[2, 16, 17]. Segundo a hipótese trocaica, a acentuação no português está vinculada à estrutura silábica da palavra. O fator condicionante para a atribuição do acento seria o peso silábico, que seria definido pela ramificação da rima. Segundo esta proposta, as sílabas pesadas que se localizassem nas três últimas posições da palavra atrairiam o acento para si. Quando não houver ocorrência de sílabas pesadas, o acento seria atribuído à penúltima sílaba da palavra. A terceira hipótese pressupõe que o acento está vinculado à estrutura morfológica da palavra. A colocação do acento se daria na última vogal do radical, excluindo-se a vogal temática, respeitando-se a restrição relativa às três últimas sílabas.

Segunda a teoria métrica de Hayes[11], os pés são responsáveis por explicar a alternância entre elementos fortes e fracos e também por determinar localização do acento. O pé troqueu é um pé métrico com a estrutura forte-fraco, enquanto o pé iambo é o pé com proeminência na sílaba mais à direita, ficando assim com a estrutura fraco-forte. O pé troqueu leva em consideração o peso silábico, e assim, uma sílaba pesada forma um pé sozinha, e duas sílabas leves juntas formam um único pé. No presente trabalho, assumiremos a hipótese do pé

troqueu para o português brasileiro, pois a sua hipótese explica facilmente as palavras paroxítonas, que constituem a grande maioria das palavras desta língua. A hipótese iâmbica, por outro lado, explica bem as oxítonas e, para explicar as paroxítonas, necessita utilizar artifícios. Por este motivo, é adotada a preferência pela hipótese troqueu.

Para Hayes[11], as unidades rítmicas fortes possuem uma tendência a coincidir com maior intensidade expiratória, maior duração silábica ou com ascensão tonal. O fenômeno fonológico poderia desconsiderar esses correlatos fonéticos e, desta forma, o ritmo é visto como um conceito abstrato, que não pode ser diretamente observado. Hayes[11] assume que o ritmo se estabelece a partir de alguns padrões previamente definidos. Na visão de Hayes, há uma dissociação entre o nível fonético e o nível fonológico.

Consoni[6] verificou que para o ouvinte existe a presunção de que a seqüência de duas sílabas, na ausência de uma sílaba acentuada, independente de pistas acústicas, ter-se-á a segunda sílaba como tônica, implicando uma seqüência ‘tônica-átona’, apontando para a formação de uma janela métrica que, no caso em questão, será considerado trocaico[15, 3].

Seguindo a proposta de Face [9], consideraremos quatro fatores como aqueles que potencialmente poderiam influenciar a percepção da colocação do acento; são eles: (1) o peso silábico, (2) subregularidades no léxico, (3) categoria morfológica da palavra e (4), no caso de logatomas ou palavras desconhecidas, a semelhança segmental com outras palavras conhecidas.

O peso silábico é um fator importante para a percepção da colocação do acento, como é mostrado por Face[8]. Face realiza um estudo sobre o a influência de alguns fatores isoladamente para a percepção da colocação do acento. Para tanto é necessário isolar a influência de cada fator, como o peso silábico, duração das vogais, intensidade sonora, semântica, sintaxe e morfologia.

No seu estudo para o espanhol, Face observou que, se a sílaba final for pesada, geralmente percebe-se um acento final. Quando a sílaba final for leve, é usual perceber a penúltima sílaba como tônica. A conclusão de Face é que o peso silábico leva à percepção de um acento não marcado[9]. “O peso silábico não é apenas uma questão abstrata a ser tratada pela teoria fonológica, mas é um fator cognitivo bem real que influencia a percepção do acento, indo até mesmo além, determinando acentos não marcados” [7].

Outros fatores também possuem papel na determinação do acento. Aske[1] mostra que a morfologia é capaz de influenciar a determinação da colocação do acento, através de uma consulta ao léxico por palavras similares. Em geral, tem-se que o acento em espanhol está relacionado ao aumento de F0 durante a sílaba tônica e uma extensão na duração da mesma. No entanto, Face (2006)[9] mostra a influência de outros fatores para a percepção do acento, são estes: palavras semelhantes no léxico, constituinte segmental da sílaba final, subregularidades lexicais, e categoria morfológica. Devido à natureza lexical desses fatores, Face conclui que um modelo psicológico para a percepção do acento, que seja baseado em exemplares, é o mais indicado para que seja possível levar em conta esses fatores. Um exemplo de tal modelo, apontado por Face[9] é o modelo do Johnson [12].

## Capítulo 3

# Proposta

Para verificar o efeito de percepção do acento, mesmo com degradação do sinal acústico da fala, foram selecionadas palavras, frases e não-palavras (logatomas), as quais seriam corrompidas por ruídos em trechos pré-determinados a fim de avaliar a percepção do acento sob estas condições, efeito esse que chamaremos aqui de restauração acentual, em alusão ao efeito correlato da restauração fonêmica, mas que acontece no nível acentual, e não no nível segmental. As palavras e logatomas devem ser apresentadas isoladamente, para avaliar o efeito de restauração acentual em palavras fora de contexto. Para averiguar o efeito de contexto, algumas das palavras escolhidas foram apresentadas compondo uma frase. Neste caso, foram selecionados os pares de palavras distintivos pelo acento e de mesma classe de palavras, mesma função sintática, para que não exista influência do papel sintático sobre o fenômeno de restauração. Os dois pares selecionados foram: cáqui e caqui, secretária e secretaria. Os pares foram apresentados em frases cujo contexto não era capaz de determinar qual seria a palavra em questão, ou seja, apenas a informação de colocação do acento seria capaz de fornecer ao ouvinte a informação necessária para distinguir qual das palavras do par ele estaria escutando. As mesmas palavras foram também apresentadas em frases cujo contexto era suficiente para determinar univocamente a palavra.

A seguir segue a lista de palavras e frases a utilizadas no experimento:

### Palavras isoladas:

---

sáb<sup>ia</sup>  
sab<sup>ia</sup>  
sabiá  
púb<sup>lica</sup>  
publica  
lera  
lerá  
achara  
achará  
cáqui  
caqui

Logatomas:

---

camala  
camála  
camalá  
resola  
resóla  
resolá  
taculu  
tacúlu  
taculú

Frases:

---

Ele gosta muito de caqui.  
Ele gosta muito de cáqui.  
Ele ligou para a secretária de educação.  
Ele ligou para a secretaria de educação.

Ele comeu caqui.  
Ele usa calça cáqui.

Ela é a secretária da escola.  
Ele trabalha na secretaria do estado.

Deve-se substituir alguns trechos do sinal acústico por ruídos, variando a forma, intensidade e duração, para averiguar a ocorrência do efeito de restauração acentual. Os sons com ruído devem ser apresentados ao ouvinte de forma aleatória, e o ouvinte deverá relatar o que escutou e qual a sílaba tônica.

O estudo do comportamento na presença de logatomas é interessante, pois adiciona uma nova perspectiva para as considerações sobre a percepção do acento. Os ouvintes algumas vezes se deparam com palavras desconhecidas, palavras estrangeiras, ou até mesmo palavras inventadas, e em todos os casos ele é capaz de perceber diferentes colocações de acento. Por este motivo, é de interesse determinar os fatores que colaboram no processo de percepção do acento de uma forma geral.

## Capítulo 4

# Experimento

Para realizar esse experimento, foram gravadas todas as amostras de som em um computador pessoal, utilizando-se um microfone convencional. Por este trabalho tratar-se de um estudo preliminar do efeito de restauração acentual, muitos cuidados não foram tomados, como por exemplo o de se ter uma boa gravação e um bom locutor.

Após gravadas as amostras de sons, foi utilizada uma inspeção visual da forma de onda e conteúdo espectral do sinal (veja figura 4.1) para marcar o início e fim dos segmentos de interesse na análise. Para cada amostra foi criado um arquivo de texto com as informações da segmentação (veja o exemplo da figura 4.2 que mostra a localização de cada segmento em milissegundos). A notação utilizada foi marcar a sílaba tônica entre colchetes (no exemplo da figura 4.2, sábia é grafada como [sa]bia para explicitar a sílaba tônica ‘sa’).

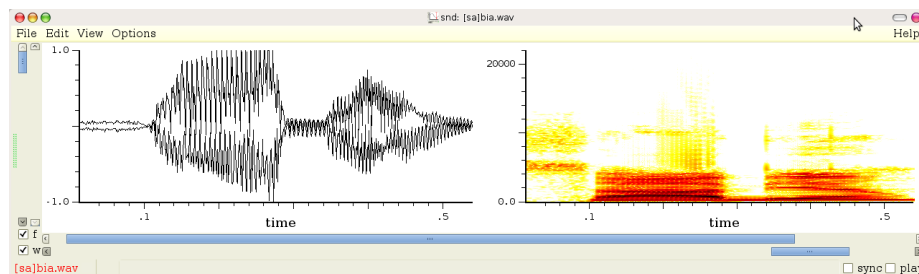


Figura 4.1: Inspeção visual (utilizando o Snd) para determinar os segmentos de interesse.

Em seguida, foi feito um script em Matlab para processar todas as amostras de áudio e gerar as respectivas amostras com os diversos tipos de ruído nos diferentes locais selecionados. Como a combinação de palavras, ruídos e pontos de inserção de ruído é demasiadamente grande, foram selecionados apenas os ruídos brancos de tamanho 50ms, 100ms e 200ms ou aqueles ruídos que compreendiam todo o segmento de interesse demarcado numa etapa descrita anteriormente. Foram selecionadas apenas as frases e palavras com: sábia, sabia, sabiá, résola, resola, resolá, pública, publica, lera, lerá, cáqui, caqui, secretária e secretaria. As posições de inserção de acento analisadas foram: tônica, pré-tônica e pós-tônica, quando existentes. Ao final desta seleção, restaram 321 amostras, que

```

1 [sa]bia
2 0 100 s
3 105 275 a1
4 280 335 b
5 340 400 i
6 400 520 a2

```

Figura 4.2: Inspeção visual (utilizando o Snd) para determinar os segmentos de interesse.

ainda assim é um número grande. Um exemplo de amostra pode ser visto na figura 4.3 abaixo, na qual é apresentada a forma de onda do sinal de fala, o seu espectrograma e, em seguida, o espectrograma do sinal corrompido por ruído.

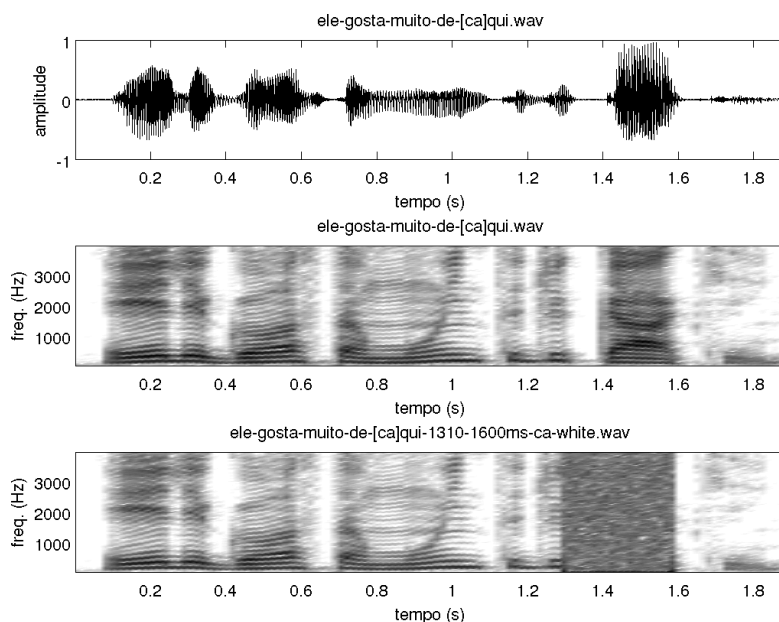


Figura 4.3: Exemplo de uma frase em que foi inserido ruído. Frase: Ele gosta muito de cáqui. Ruído branco inserido na sílaba ‘ca’ (1310 a 1600 ms).

A lista de frases e palavras foi embaralhada, e a tarefa do ouvinte consistia em escutar o áudio e transcrever o que foi escutado, marcando a sílaba tônica com colchetes. Para este fim, foi feita uma interface gráfica (GUI) em Matlab, que é mostrada na figura 4.4. Como a lista de palavras é demasiadamente extensa, o experimento foi realizado apenas com um ouvinte, o próprio autor. Os resultados coletados são desembaralhados e armazenados em um arquivo de texto, como pode ser visto na figura 4.5.

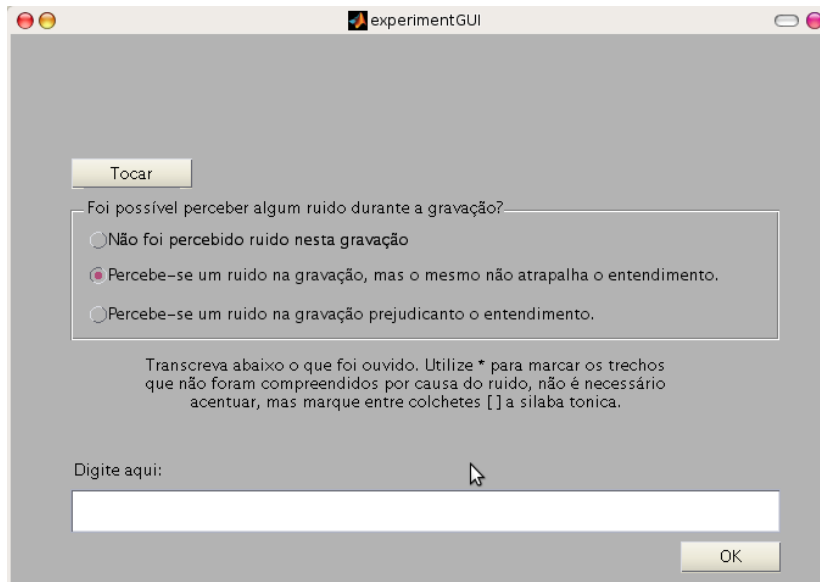


Figura 4.4: Interface gráfica para realização do experimento.

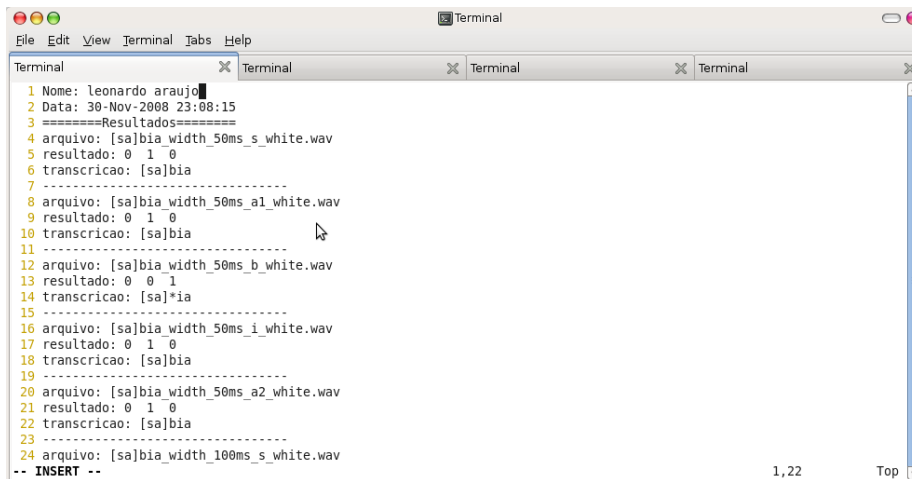


Figura 4.5: Exemplo dos resultados armazenados pelo programa durante a realização do experimento.

## Capítulo 5

# Resultados e Considerações

Após realizado o experimento, verificou-se que em apenas duas das 321 amostras houve erro na localização do acento. Verificou-se o efeito de restauração fonêmica e até mesmo a restauração de sílabas, mas mesmo em casos nos quais não ocorreu a restauração fonêmica foi possível detectar a colocação correta do acento, quer em frases, quer em palavras isoladas ou logatomas.

Apesar do experimento completo ter sido realizado por apenas um ouvinte, o autor apresentou algumas amostras selecionadas a algumas pessoas, apenas para certificar de que o efeito de restauração acentual estava realmente ocorrendo. Em alguns exemplos, mesmo quando não ocorria a interpretação correta da frase ou palavra, o ouvinte identificava corretamente a colocação do acento. Na sentença ‘Ele gosta muito de caqui’, quando a sílaba ‘ca’ era completamente corrompida por ruído, foi comum os ouvintes relatarem a percepção de ‘pequi’ ao invés de ‘caqui’. Este exemplo mostra uma situação em que não foi possível restaurar a informação segmental, mas a colocação do acento foi percebida corretamente.

Verificou-se que, nos casos em que era inserido um silêncio, com exceção dos casos em que tal trecho é o do segmento de uma oclusiva ou plosiva, não ocorria o fenômeno de restauração fonêmica, mas a informação acentual do contexto era suficiente para que o ouvinte inferisse corretamente qual era a palavra degradada pela inserção de silêncio.

Para a validação dos resultados obtidos neste experimento piloto, será necessário realizar o experimento com um grupo maior de ouvintes. Outro ponto importante é tentar evitar o *priming effect*, não é conveniente então que na lista de frases e palavras de cada ouvinte apareça mais de uma vez cada uma das palavras de interesse. Com esta restrição, impõe-se que cada ouvinte deverá apreciar apenas um conjunto pequeno de amostras. Para cobrir, com repetições, toda a gama de amostras necessárias para validar o experimento, será necessário um número muito grande de sujeitos. Se considerarmos apenas as palavras e logatomas utilizadas neste projeto piloto, teremos 9 grupos de palavras distintivas pelo acento, em que cada grupo é constituído por, no máximo, 3 palavras. Considerando que em cada uma dessas iremos analisar o efeito do ruído na sílaba pré-tônica, tônica e pós-tônica, e ainda que cada sílaba é constituída de 3 segmentos, sendo que iremos inserir ruído em cada um dos segmentos ou na sílaba inteira, então teremos um total de  $9 \times 3 \times 3 \times 4 = 324$  amostras a serem analisadas. Como cada ouvinte poderá analisar apenas 9 palavras, precisaremos

de 36 ouvintes para cobrir todas as amostras, sem repetição.

Para realizar o experimento com muitos usuários seria interessante utilizar uma plataforma *on line*, a qual seria acessada pelos sujeitos, que teriam uma instrução de como realizar o experimento, um pequeno treinamento, e depois o experimento propriamente dito. Durante o experimento o sujeito escutará uma amostra corrompida por ruído e deverá repetir o que ouviu. As respostas de cada sujeito serão gravadas e armazenadas para a análise do resultado do experimento. Esta abordagem aparentemente é a melhor encontrada, mas resultará em um trabalho muito dispendioso na análise dos resultados.

## Capítulo 6

# Conclusão

Se analisarmos a construção em pés troques de alguns dos exemplos utilizados no experimento, observaremos a estrutura ilustrada na figura 6.1.

pu.bli.ca .( * .)	pú.bli.<ca> (* .)	
sá.bia (* .)	sa.bi.a . (* .)	sa.bi.á (* .)(*)
se.cre.tá.ria (* .)(* .)	se.cre.ta.ri.a . (* .)(* .)	
cá.qui (* .)	ca.qui . (* )	
e.le . li.gou . pa.ra a . se.cre.tá.ria . de . e.du.ca.ção (* .)( * . )( * . )(* . .)( * .)( * . .)( * .)( * )		
e.le . li.gou . pa.ra a . se.cre.ta.ri.a . de . e.du.ca.ção (* .)( * . .)( * . . ) . (* . .)( * .)( * . .)( * .)( * )		

Figura 6.1: Análise de alguns itens da lista segundo a hipótese do pé troqueu.

É possível observar que em qualquer caso em que um trecho for corrompido por ruído é possível determinar pela informações remanescentes, e com base na estrutura de pés adotada, como deveria ser feita a construção dos pés e qual seria o lugar sobre o qual recairia o acento.

Nos exemplos utilizados no experimento, foi possível, quase em sua totalidade, determinar corretamente qual seria a colocação do acento, mesmo com a intervenção de ruídos de diferentes durações, posicionados em variadas regiões da amostra de fala. A informação remanescente, que não foi deteriorada pelo ruído, mostrou-se suficiente para determinar como seria a construção dos pés métricos.

Foi realizado um breve teste em um situação extrema para averiguar se o mesmo efeito ocorreria. Tomou-se a frase 'Ele ligou para a secre\*\*\*\*\* de educação', na qual '\*\*\*\*\*' indica o trecho que foi substituído por ruído. Neste

caso extremo, em que grande parte da palavra foi substituída por ruído, obtivemos um total de 12 acertos em 22 testes, realizado por 11 ouvintes. A chance de se obter 12 ou mais acertos em 22 testes é de 42%, ou seja, podemos considerar que a decisão do ouvinte foi praticamente aleatória com relação à escolha de ‘secretaria’ ou ‘secretária’ para completar a frase do experimento. Por outro lado, foi respondida ‘secretaria’ 13 das 22 realizações do teste. Se as duas respostas são consideradas igualmente prováveis, então existe uma chance de apenas 26% de que tenhamos 13 ou mais ocorrências de ‘secretaria’ em 22 realizações. É provável então que os ouvintes tenham escolhido ‘secretaria’ pelo fato do contexto ser mais sugestível para esta resposta.

Como, no breve experimento descrito logo acima, não se mostrou ser possível determinar a estrutura de pés com base apenas no sinal acústico remanescente de ‘se.cre’, então podemos concluir que esta estrutura só poderá ser derivada quando dispormos de mais uma informação. Talvez a dúvida surja devido à presença de algo que poderia vir a ser um pé degenerado, algo que não é muito comum na estrutura de pés, e como toda extrametricalidade, deve ser evitado, e até mesmo proibido como no latim. Acredita-se então, que num experimento como o anterior em que o contexto não influencie em absolutamente nada a decisão do ouvinte, este optará pela escolha que satisfaça a construção do pé métrico troqueu.

Analisando os resultados quando se insere um silêncio em trechos da fala, notamos que embora nesses casos não ocorra a restauração fonêmica, com exceção dos casos de consoantes oclusivas e plosivas, ainda é possível identificar a estrutura acentual e reconhecer a sílaba tônica, mesmo que seja esta a sílaba substituída pelo silêncio.

Com os resultados preliminares dos experimentos, podemos verificar que a percepção do acento não depende unicamente da percepção das características da sílaba tônica, mas que a relação existente entre as sílabas adjacentes é fator determinante para a percepção do acento e, conseqüentemente, da construção do ritmo da fala.

# Referências Bibliográficas

- [1] Jon Aske. Disembodied rules versus patterns in the lexicon: testing the psychological reality of spanish stress rules. In *Proceedings of the Sixteenth Annual Meeting of the Berkley Linguistics Society*, pages 30–45, Berkley, 1990. Berkley Linguistics Society.
- [2] L. Bisol. O acento e o pé métrico binário. *Cadernos de Estudos Lingüísticos*, 22:69–80, 1992.
- [3] L. Bisol. *Introdução a estudos de fonologia do português brasileiro*, volume 1, chapter Constituintes prosódicos, pages 319–330. LH, 1999.
- [4] Albert S. Bregman. *Auditory Scene Analysis: The Perceptual Organization of Sound*. The MIT Press, 1994.
- [5] C. Cherry. *A comunicação humana*. Cultrix/EdUSP, 1974.
- [6] F. Consoni. O acento lexical como pista para o reconhecimento de palavras. Master’s thesis, FFLCH/USP, São Paulo, 2006.
- [7] David Eddington. *Laboratory Approaches of Spanish Phonology*, chapter A computational approach to resolving certain issues in Spanish stress placement, pages 95–116. Mouton de Gruyter, Berlin and New York, 2004.
- [8] Timothy L. Face. *Hispanic Linguistics at the Turn of the Millennium*, chapter The role of syllable weight in the perception of Spanish stress, pages 1–13. Cascadilla, Somerville, MA, 2000.
- [9] Timothy L. Face. Cognitive factors in the perception of spanish stress placement: implications for a model of speech perception. *Linguistics*, 44(6):1236–1267, 2006.
- [10] P. Fraisse. *Les structures rythmiques: étude psychologique*. Publications Univesitaires de Louvain, Louvain, 1956.
- [11] B. Hayes. *Metrical Stress Theory, Principles and Case studies*. University of Chicago, 1995.
- [12] Keith Johnson. *Talker Variability in Speech Processing*, chapter Speech perception without speaker normalization: an exemplar model. Academic Press, 1997.
- [13] Joaquim Matoso Câmara Jr. *Estrutura da Língua Portuguesa*. Vozes, 2001.

- [14] Makio Kashino. Phonemic restoration: The brain creates missing speech sounds. *Acoustical science and technology*, 27(6):318–321, 2006.
- [15] G. Massini-Cagliari. *Acento e ritmo*. Contexto, São Paulo, 1992.
- [16] G. Massini-Cagliari. Do poético ao lingüístico no ritmo dos trovadores: três momentos da história do acento. *FCL*, 1999.
- [17] Waldemar Ferreira Netto. *O acento em português: abordagens fonológicas*, chapter O acento na língua portuguesa. Parábola, 2007.
- [18] G. Sherman. unpublished study.
- [19] N. Trubetzkoy. *Principios de Fonología*. Cincel, Madrid, 1970.
- [20] Richard Warren. Perceptual restoration of missing speech sounds. *Science*, 167(3917):392–393, Jan. 1970.
- [21] Richard M. Warren and Roslyn P. Warren. Auditory illusions and confusions. *Scientific American*, 223:30–36, 1970.