

# Análise acústica das vogais: estudo comparativo de F1 e F2 em indivíduos glossectomizados parciais e no grupo controle

*Acoustic Analysis of Vowels: comparative study of F1 and F2 between subjects who have undergone to partial glossectomy with a control group*

Maíra Tavares Nassif<sup>1</sup>; Ana Cristina Côrtes Gama<sup>2</sup>; Chynthia Priscila Ferreira<sup>3</sup>; Jussara Leite Dolabella<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Fonoaudióloga Clínica; <sup>2</sup>Doutora em Distúrbios da Comunicação, Fonoaudióloga Clínica; <sup>3</sup>Fonoaudióloga do Hospital Mater Dei Belo Horizonte; <sup>4</sup>Especialista em Motricidade Oral, Fonoaudióloga Clínica do Centro de Diagnóstico Otorrinolaringológico Belo Horizonte

**Resumo** Introdução: O objetivo do presente estudo foi avaliar as mudanças acústicas do primeiro formante (F1) e do segundo formante (F2) nas vogais orais do português brasileiro de pacientes submetidos à glossectomia parcial, comparando-as com pacientes não submetidos à cirurgia. Materiais e Metodologia: Registram-se as emissões sustentadas das 5 vogais orais de 5 indivíduos do sexo masculino, com média de idade de 53,2 anos, sem histórico de cirurgia em região de cavidade oral, e comparou-as acusticamente com emissões de 5 indivíduos submetidos à glossectomia parcial. Para análise estatística das amostras vocais utilizou-se o teste não paramétrico de Mann-Whitney. Resultados: Verificou-se que os parâmetros acústicos do segundo formante (F2) apresentaram-se inferiores na vogal /i/ quando comparado ao grupo controle. Não houve diferença significativa na comparação dos valores do primeiro formante (F1) entre grupo controle e glossectomizados assim como nos valores do segundo formante (F2) para as demais vogais entre os grupos. Discussão: Mesmo sendo a língua de fundamental importância na produção da fala e voz, esses parâmetros podem apresentar-se satisfatórios após a realização da glossectomia parcial. Conclusão: Os indivíduos submetidos à glossectomia parcial, permanecem aptos a realizar elevação da língua devido à preservação da musculatura responsável por esta e/ou à compensação realizada pelas estruturas remanescentes. Devido a este, não foram verificadas alterações nos valores do primeiro formante (F1). Estando o segundo formante (F2) relacionado ao deslocamento antero-posterior da língua e o fato da vogal /i/ exigir um grau maior de anteriorização da língua em relação às demais vogais, os valores do segundo formante (F2) para esta, encontram-se significativamente inferiores.

**Palavras-chave** Glossectomia, Acústica, Distúrbios da Voz.

**Abstract** Introduction: The purpose of this paper was to measure the acoustical changes in the first formant (F1) and in the second formant (F2) in the vowels produced by the patients who have undergone the partial glossectomy and compare with the ones from the control group. Materials and Methods: Data from the speakers with partial glossectomy were compared with age-gender matched controls. For the analysis of F1 and F2 formant in the vocal sample was used the non-parametric test Mann-Whitney. Results: Speakers with partial glossectomy showed lower mean F2 in vowel /i/ when compared with the control speakers. Results indicated no significant difference in F1 in any of the vowels. Discussion: Despite the fact that the tongue has essential function in the process of the speaking and voice production, these parameters can still be satisfactory after the partial glossectomy. Conclusions: The subjects who have undergone a partial glossectomy are still able to achieve lingual height requirements, because either the muscles responsible for lingual elevation and depression have been preserved or the subjects have been able to develop compensation. Because of this fact, there was not any difference in the frequency of F1. Being F2 related to the anterior-posterior movement of the tongue and the fact that in the production of the vowel /i/ needs more anterior movement in comparison with the others, the numbers in these cases are significantly lower.

**Keywords** Glossectomy, Acoustics, Voice Disorders

## Introdução

O câncer possui etiologia multifatorial, integrando fatores endógenos, como a predisposição genética e fatores exógenos ambientais e comportamentais, como tabagismo, etilismo e uso de próteses dentárias mal adaptadas. A associação de fatores endógenos e exógenos pode resultar em conseqüências mais severas. A doença afeta preferencialmente pessoas com mais de 45 anos de idade na proporção de 5 homens para cada mulher.<sup>1</sup> O principal sinal do câncer de cavidade oral é o aparecimento de ferida na boca que não cicatriza em uma ou duas semanas. Essas feridas podem ser superficiais ou mais profundas, indolores no início, podendo sangrar ou não. Manchas esbranquiçadas ou avermelhadas nos lábios ou na boca também são suspeitas. Em geral, os primeiros sinais são ignorados porque não causam dor.

O carcinoma de língua pode envolver lesões do assoalho da boca e da língua propriamente dita. Em relação aos tratamentos possíveis para o câncer, podemos citar as glossectomias, quimioterapia e radioterapia.

Alterações de fala são comuns após glossectomia. Os fatores que influenciam nestas alterações são: a quantidade de tecido perdido, a localização da ressecção, a flexibilidade da porção restante da língua e o método de reconstrução desta.<sup>2</sup>

Dentre os métodos objetivos utilizados na avaliação da fala de pacientes glossectomizados destacam-se a eletropalatometria, videofluroscopia e a análise acústica. Este último tem despertado um interesse clínico crescente nos últimos anos, por ser uma técnica não-invasiva, de relativo baixo custo, além de oferecer conclusões consideráveis sobre a função articulatória e da nova configuração do trato vocal após a cirurgia.

Sendo as vogais de um idioma identificadas basicamente de acordo com a posição da língua no trato vocal, estas podem se apresentar alteradas diante de uma ressecção na língua.<sup>3</sup>

As características acústicas das vogais são geradas pela ação das propriedades de ressonância do trato vocal, os filtros do som, interagindo e modificando o conteúdo acústico do som quase periódico produzido pela laringe, o sinal da fonte. Vogais são então basicamente definidas pelas regiões de amplificação inseridas na energia glótica. Essas regiões representam o grupo de harmônicos amplificados no trato vocal que recebem o nome de formantes. O primeiro formante (F1) está relacionado ao grau de abertura de uma vogal, ou seja, o abaixamento da mandíbula e conseqüentemente o deslocamento da língua no plano vertical, que é tão mais agudo quanto maior for a abertura de boca e o grau de abaixamento da língua. O segundo formante (F2) está relacionado ao quanto a faringe está livre ou não, pelo deslocamento da língua ao plano horizontal, que é tão mais alto quanto maior for o espaço faríngeo, pela anteriorização da língua.<sup>4</sup>

Nas glossectomias há modificações na forma e mobilidade da língua, conseqüentemente levando às mudanças na configuração do trato vocal. Presume-se então, que possam ocorrer também variações na produção dos formantes nos pacientes glossectomizados.

Diante das modificações em termos acústicos aos quais os sujeitos submetidos à glossectomia parcial estão susceptíveis,

consideramos relevante, a mensuração deste comprometimento, assim como a avaliação se a análise acústica se mostra uma medida eficaz para tal.

## Objetivo

Avaliar as mudanças acústicas de F1 e F2 nas cinco vogais orais do português brasileiro de pacientes que foram submetidos à glossectomia parcial, comparando-as com pacientes não submetidos à cirurgia em cavidade oral.

## Metodologia

Participaram deste estudo 10 sujeitos do gênero masculino, sendo 05 indivíduos com faixa etária variando de 50 a 65 anos, com média de idade de 59,2 anos, submetidos à glossectomia parcial envolvendo ressecções de outras estruturas orofaríngeas conforme apresentado no Anexo 1. O tempo de pós-operatório variou de oito meses a cinco anos até a gravação do material de fala e, nenhum dos participantes foi submetido a fonoterapia neste período. O grupo controle foi composto por sujeitos com faixa etária variando de 50 a 65 anos, com a média de idade de 53,2.

O estudo é do tipo caso-controle, transversal. Foram considerados critérios de exclusão do grupo controle, para este estudo: indivíduos submetidos à ressecção cirúrgica de estruturas orais, ou que possuíam história de problemas de fala e audição. Em relação ao grupo dos glossectomizados, foram considerados critérios de exclusão: realização de ressecção cirúrgica associado a palato, mandíbula e/ou lábios e história de problemas de audição.

Todos os participantes assinaram o TCLE e concordaram em participar da pesquisa por meio da gravação de suas vozes para posterior análise acústica.

Para a coleta de dados vocais desta pesquisa, foi solicitado aos pacientes que emitissem, confortavelmente, em registro modal as vogais orais do português brasileiro (a, é, i, ó, u) de forma sustentada. Os registros das vozes foram gravados utilizando-se microfone profissional, do tipo condensador omnidirecional, sensibilidade de -20 dB, da marca EQUITEK E-100, ligado em uma fonte de eletricidade (Phantom Power) de uma mesa de som marca MACKIE 1202 VLZ-12 canais e um gravador digital DAT (Digital Audio Tape) da marca SONY com fita digital da marca PANASONIC. Para tais registros, os indivíduos estavam em pé, posicionados a 10 cm do microfone, com uma angulação de aproximadamente 45° da boca do paciente, para que o ruído respiratório não atrapalhe a gravação. Posteriormente, estas amostras foram analisadas pelo programa CSL da Kay Elemetrics®. As gravações foram realizadas em ambiente silencioso, com ruído inferior a 50 dBNPS (Nível de Pressão Sonora), medidas através de um medidor de nível de pressão sonora digital marca RÁDIOSHACK (cat. N° 33-2055).

As variáveis acústicas investigadas incluem frequência do primeiro formante (F1), frequência do segundo formante (F2), valores de mediana, mínimo e máximo do primeiro formante (F1) e valores de mediana, mínimo e máximo do segundo formante (F2).

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da

Universidade Federal de Franca sob o número 002/99 (em anexo). Resultados:

Na Tabela 1 apresentamos algumas estatísticas associadas aos valores F1 em cada uma das 5 vogais orais observados nos grupos controle e nos indivíduos submetidos à glossectomia parcial. Podemos observar que não parecem existir diferenças estatisticamente significativas entre os valores de F1 entre os dois grupos.

**Tabela 1 – VALORES DE F1 DAS VOGAIS /A/, /E/, /I/, /O/, /U/ DE PACIENTES GLOSSECTOMIZADOS E GRUPO CONTROLE.**

	Média		Desvio padrão		Mediana		Mínimo		Máximo		p-valor
	C	G	C	G	C	G	C	G	C	G	
/a/	829,9	818,4	116,8	133,9	802,3	818,0	697,5	658,0	987,4	1016,0	0,99
/é/	566,6	693,6	43,7	201,1	582,0	686,0	502,1	472,0	605,5	1003,0	0,40
<b>F1</b> /i/	308,4	334,4	49,4	70,2	309,7	346,0	259,9	249,0	385,9	420,0	0,68
/ó/	571,1	528,8	63,0	209,1	595,1	562,0	479,1	245,0	634,6	729,0	0,99
/u/	330,9	348,4	48,2	60,2	314,1	346,0	283,7	262,0	411,5	425,0	0,53

C = Grupo controle  
G = Glossectomizados

Na Tabela 2 apresentamos algumas estatísticas associadas aos valores de F2 em cada uma das 5 vogais orais observadas nos grupos controle e nos indivíduos submetidos à glossectomia parcial. Observam-se valores de F2 para a vogal /i/, significativamente ( $p < 0,05$ ) inferiores em indivíduos submetidos à cirurgia.

**Tabela 2 – VALORES DE F2 DAS VOGAIS /A/, /E/, /I/, /O/, /U/ DE PACIENTES GLOSSECTOMIZADOS E GRUPO CONTROLE.**

	Média		Desvio padrão		Mediana		Mínimo		Máximo		P-valor
	C	G	C	G	C	G	C	G	C	G	
/a/	1583,9	1521,4	223,5	451,5	1558,0	1402,0	1333,3	1138,0	1871,0	2298,0	0,40
/é/	1847,0	1785,2	200,9	294,1	1844,2	1687,0	1633,3	1596,0	2167,3	2301,0	0,40
<b>F2</b> /i/	2180,0	1838,4	225,9	89,8	2224,8	1802,0	1856,4	1755,0	2424,8	1981,0	0,04
/ó/	1035,6	1260,6	106,1	328,5	1026,7	1194,0	895,7	905,0	1187,5	1784,0	0,14
/u/	814,4	963,2	92,5	178,8	827,0	893,0	674,7	855,0	926,2	1278,0	0,06

C = Grupo controle  
G = Glossectomizados

## Discussão

A extração do tumor pode envolver outras estruturas como mandíbula e assoalho de boca dependendo de sua localização, estadiamento e da necessidade de retirada das margens susceptíveis ao aparecimento de metástase.<sup>5</sup>

Aproximadamente 10% dos tumores malignos que ocorrem no corpo humano estão localizados na boca sendo este, o sexto tipo de câncer mais incidente no mundo. Predominante no sexo masculino, 75% dos casos diagnosticados encontram-se na faixa etária dos 60 anos.<sup>6</sup>

Mesmo sendo a língua de extrema importância na produção de vogais e consoantes, a inteligibilidade de fala pode ser altamente

satisfatória após a realização de glossectomia devido ao desenvolvimento de técnicas compensatórias. Por outro lado, é importante ressaltar que, mesmo uma pequena ressecção na porção anterior da língua tende a afetar a produção de certas consoantes.<sup>7</sup>

Quando mudanças na configuração ântero-posterior e vertical da língua no trato vocal ocorrem, acarretam em alterações vocais, como voz pastosa, hipernasal e monótona. Além destas, outras importantes são as relacionadas à produção de vogais e consoantes, ocasionando imprecisão articulatória.<sup>3</sup>

Os formantes representam as frequências naturais de ressonância do trato vocal, na posição articulatória específica da vogal falada. Os formantes são geralmente expressos através do seu valor médio e designados de forma progressiva F1, F2, F3, sendo que a descrição das vogais, quase nunca ultrapassa a identificação dos três primeiros formantes, que determinam a qualidade vocal, em termos acústicos e sua identidade em termos auditivos.<sup>4</sup>

No presente estudo, avaliou-se as mudanças acústicas apresentadas por indivíduos submetidos à glossectomia e comparou-as com os valores encontrados no grupo controle. Esta pesquisa não controlou as variáveis relacionadas aos tipos de glossectomia parcial e o tipo de reconstrução realizada. Apesar de tais aspectos poderem interferir na dinâmica da fala destes indivíduos, a seleção de um grupo mais homogêneo não foi possível em decorrência da dificuldade de se encontrar indivíduos do mesmo gênero e que também não tivessem sido submetidos a cirurgias de ressecção de outras estruturas da cavidade oral. Dos pacientes glossectomizados que participaram deste trabalho, três (60%) realizaram pelveglossectomia parcial e dois (40%) glossectomia parcial. Com relação à reconstrução, três (60%) não realizaram e dois (40%) realizaram, sendo um de enxerto de pele de braço e um de rotação de retalho de peitoral maior.

Foram selecionados para este trabalho apenas indivíduos do sexo masculino, já que pesquisas com indivíduos sem alterações no trato vocal, mostram que existem diferenças entre os valores dos primeiros formantes com relação ao gênero.<sup>4,8,9</sup>

Os achados do estudo, explicitados na Tabela 1 mostram que não houve diferenças estatisticamente significantes nos valores de F1 nas cinco vogais orais do português brasileiro. É importante comentar que os valores de desvio padrão das medidas de F1 das vogais são altos, mostrando a variabilidade destas. Como a pesquisa trabalhou com apenas cinco indivíduos, pesquisas futuras são importantes para melhor entendermos o comportamento dos valores de F1 em indivíduos glossectomizados parciais.

Estudos corroboram os achados deste trabalho onde também não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas nos valores de F1 nas vogais de indivíduos glossectomizados parciais quando se comparou com o grupo controle.<sup>10,11,12</sup>

Uma pesquisa com 19 pacientes do gênero masculino glossectomizados parciais e 18 do grupo controle encontrou maiores valores de F1 para a vogal /i/ no grupo de indivíduos glossectomizados, com diferença estatisticamente significativa.<sup>9</sup>

Tais resultados são diferentes dos encontrados neste estudo (Tabela 1) e na literatura consultada.<sup>10,11,12</sup>

Vale ressaltar, porém, que a pesquisa que encontrou maiores valores de F1 para a vogal /i/ nos pacientes glossectomizados parciais também encontrou esta mesma diferença, quando se comparou os indivíduos submetidos à glossectomia parcial que tiveram ou não intercorrências no pós-operatório, sendo os maiores valores de F1 para os indivíduos com intercorrências, o que permite supor que este dado pode ter influenciado o valor de F1 da vogal /i/ dos glossectomizados parciais.<sup>9</sup>

Na Tabela 2 encontram-se os valores de F2 na vogal /i/ produzido por pacientes submetidos à cirurgia, estatisticamente inferiores aos produzidos pelo grupo controle. Em estudos de primeira linha, foram também encontrados valores de F2 na vogal /i/ produzido por pacientes submetidos à cirurgia, estatisticamente inferiores aos produzidos pelo grupo controle.<sup>9,10,11</sup> Na produção da vogal /i/, se faz necessário uma maior anteriorização da língua, quando comparada às demais vogais, devido a este fato, esta é a vogal que apresenta os menores valores de inteligibilidade, achados que concordam com a literatura.<sup>7,10</sup>

Estes achados nos levam a pensar que apesar de qualquer ressecção na língua causar conseqüências à inteligibilidade de fala, se analisamos do ponto de vista acústico, mais especificamente, dos valores de freqüência dos primeiros formantes, os achados são diferentes. Estando os primeiros formantes F1 e F2, relacionados respectivamente à altura e a posição horizontal da língua, os sujeitos submetido à glossectomia, permanecem aptos a realizar elevação da língua devido à integridade da musculatura responsável.

Estes resultados sugerem que, devido ao desenvolvimento eficaz de técnicas compensatórias como utilizando lábios e mandíbula, e/ou devido ao fato dos músculos responsáveis pela elevação e depressão desta estarem preservados, falantes submetidos à glossectomia parcial são capazes de atingir altura apropriada da língua o que explica os valores de F1 não apresentarem diferenças significativas entre os dois grupos.<sup>10,11</sup>

Para melhor entendermos os efeitos da glossectomia parcial na definição das freqüências dos formantes, são recomendáveis estudos que aliem a extração destas medidas com a avaliação videofluoroscópica durante a fala, para se obter maiores informações sobre a extensão do trato vocal e da posição da língua em glossectomizados parciais quando comparados a indivíduos sem alterações.

Em estudo realizado com glossectomizados, em condição pré e pós-cirúrgico, as únicas mudanças acústicas com valores significativos (p=0,05) foram no aumento nos valores de F1 na emissão da vogal /i/, e na diminuição nos valores de F2 na vogal /a/. Foi observado também que a vogal /u/ tende para a vogal /o/ (aumento de F1), enquanto a vogal /i/ tende para /y/ (diminuição de F2), e a vogal /e/ tende para /o/ (diminuição de F2). Se relacionarmos a qualidade da percepção de fala com as medidas acústicas encontradas esta relação só é significativa no aumento de F1 da vogal /u/ que se mostrou menos inteligível.<sup>7</sup> Estudos relacionados à inteligibilidade de fala aliados aos dados objetivos da análise acústica das vogais em emissões

sustentadas e com fala encadeada em pacientes submetidos à glossectomia são importantes para melhor compreendermos a produção articulatória neste grupo de indivíduos, direcionando mais adequadamente a conduta fonoaudiológica e seu papel no processo de reabilitação destes pacientes.

Trabalhos multicêntricos que possibilitem a análise de um maior número de sujeitos e com um melhor controle das variáveis relacionadas ao tipo de cirurgia e reconstrução são importantes e necessários para validar nossos achados. São necessárias também pesquisas que levem em consideração análises com diferentes metodologias das utilizadas nesta pesquisa como, por exemplo, a extração dos formantes em emissões de fala encadeada com várias repetições de um mesmo falante.

## Conclusões

Neste estudo, em que os valores de freqüência dos primeiros formantes, F1 e F2 de sujeitos glossectomizados e pertencentes ao grupo controle foram analisados e comparados, concluiu-se que: não foram observadas diferenças estatisticamente significantes em relação aos valores de F1 em quaisquer vogais; não se observou diferença estatisticamente significativa entre os valores de F2 das vogais /a/, /e/, /o/, e /u/ nos dois grupos estudados; os valores de F2 para a vogal /i/ dos glossectomizados, encontram-se significativamente inferiores aos valores encontrados no grupo controle.

## Anexo 1:

**Quadro 1** - Dados dos Pacientes Glossectomizados

Caso	Idade	TNM	Cirurgia	Reconstrução	Tratamento Complementar	Tempo de PO
1	65	T4NoMo	pgl parcial + ESOH D + md marginal monobloco	NR	Rxt	1 ano
2	65	T2N1Mo	gl parcial + EC funcional	NR	Rxt	4 anos
3	50	T2N1Mo	pgl parcial + ESOH D	enxerto de pele do braço	Rxt	08 meses
4	59	T4N2Mo	pgl parcial + EC funcional D	rot. Ret. de peitoral maior	Rxt	1 ano
5	57	T2NoMo	gl. Parcial D + EC funcional D	NR	Rxt	5 anos

Legenda:

PGL - pelveglossectomia	E - esquerdo
GL - glossectomia	D - direito
ESOH - esvaziamento supra omohióideo	RET - retalho
EC - esvaziamento cervical	ROT - rotação
MD - mandibulectomia	NR - não realizada
RXT - radioterapia	PO - pós-operatório

## Referências Bibliográficas

- 1-Instituto Nacional do Câncer. Estimativas de incidência e mortalidade por câncer no Brasil, 2006. [citado 2006 Nov 12]. Disponível em: <http://www.inca.gov.br/estimativa2006>
- 2-Terrai H, Shimahara M. Evaluation of speech intelligibility after a secondary dehiscence operation using an artificial graft in patients with speech disorders after partial glossectomy. Br J Oral Maxillofacial Surg. 2004;42:190-4.
- 3-Dolabella JL, Gama ACC. Avaliação da inteligibilidade de fala em sujeitos submetidos à glossectomia parcial. Rev Soc Bras Fonoaudiol. 2003;8(1):5-9

- 4-Behlau M, Madazio G, Feijó D, Pontes P, Azevedo R, Brasil O. Avaliação de voz. In: Behlau M. *Voz: o livro do especialista*. Rio de Janeiro: Revinter; 2004. p. 156-60.
- 5-Whitehill TL, Ciocca V, Chan JCT, Samman N. Acoustic analysis of vowels following glossectomy. *Clin Linguist Phon*. 2004;20:135-40.
- 6-Oliveira LR, Ribeiro-Silva A, Zucoloto S. Perfil da incidência e da sobrevida de pacientes com carcinoma epidermóide oral em uma população brasileira. *J Bras Patol Med Lab*. 2006;42(5):385-92.
- 7-Knuutila H, Pukander J, Määttä T, Pakarinen L, Vilkmán E. Speech articulation after subtotal glossectomy and reconstruction with a myocutaneous flap. *Acta Otolaryngol*. 1999;119:621-6.
- 8-Baken RJ, Orlikoff RF. Sound spectrography. In: Baken RJ, editor. *Clinical measurement of speech and voice*. San Diego: Singular; 2000. p. 258-66.
- 9-Kazi R, Prasad VM, Kanagalingam J, Georgalas C, Venkitaraman R, Nutting CM, et al. Analysis of formant frequencies in patients with oral or oropharyngeal cancers treated by glossectomy. *Int J Lang Commun Disord*. 2007;42(5):521-32.
- 10-Meyerson MD, Jonhson BH, Weizmam RS. Rehabilitation of a patient with complete mandibulectomy and partial glossectomy. *Am J Otolaryngol*. 1980;1: 256-61.
- 11-Skelly M, Spector DJ, Donaldson RC, Brodeur A, Paletta FX. Compensatory physiologic phonetics for the glossectomee. *J Speech Hear Disord*. 1971; 36:101-12.
- 12-Whitehill TL, Ciocca V, Chan JC, Samman N. Acoustic analysis of vowels following glossectomy. *Clin Linguist Phon*. 2006;20(2-3):135-40.

---

Correspondência:  
Rua Oscar Trompowski, 629/1301  
30430-060 Gutierrez  
Belo Horizonte – MG  
Tel: (31)3334-6173  
e-mail: oimaira@yahoo.com.br

---