

Renata Maria Moreira Moraes Furlan

AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DA FORÇA AXIAL DA LÍNGUA EM INDIVÍDUOS  
COM GRAVE DIMINUIÇÃO DA FORÇA LINGUAL

Trabalho apresentado à banca  
examinadora para conclusão do Curso de  
Fonoaudiologia da Faculdade de Medicina  
da Universidade Federal de Minas Gerais.

Belo Horizonte

2008

Renata Maria Moreira Moraes Furlan

AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DA FORÇA AXIAL DA LÍNGUA EM INDIVÍDUOS  
COM GRAVE DIMINUIÇÃO DA FORÇA LINGUAL

Trabalho apresentado à banca  
examinadora para conclusão do Curso de  
Fonoaudiologia da Faculdade de Medicina  
da Universidade Federal de Minas Gerais.

Orientadora: Andréa Rodrigues Motta -  
Mestre em Fonoaudiologia

Belo Horizonte

2008

Furlan, Renata Maria Moreira Moraes

**Avaliação quantitativa da força axial da língua humana em indivíduos com grave diminuição da força lingual**/Renata Maria Moreira Moraes Furlan.--Belo Horizonte, 2008.  
xiii, 48f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal de Minas Gerais. Faculdade de Medicina. Curso de Fonoaudiologia.

Título em inglês: Objective evaluation of the axial tongue strength in individuals with tongue severely weak.

1. Língua. 2. Força muscular. 3. Hipotonia Muscular.  
4. Biomecânica. 5. Instrumentação

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**  
**FACULDADE DE MEDICINA**  
**DEPARTAMENTO DE FONOAUDIOLOGIA**

Chefe do Departamento: Prof.<sup>a</sup> Ana Cristina Côrtes Gama

Coordenador do Curso de Graduação: Prof.<sup>a</sup> Letícia Caldas Teixeira

**Renata Maria Moreira Moraes Furlan**

**Avaliação quantitativa da força axial da língua em indivíduos com grave  
diminuição da força lingual**

Parecerista: Tatiana Vargas de Castro Perilo

Aprovada em:

## **Agradecimentos**

Agradeço a Deus pela presença constante, pela força e imenso amor;  
À minha mãe pelo incentivo e motivação;  
Ao Rivaldo pela paciência, compreensão e cumplicidade;  
À minha orientadora Andréa Motta pela dedicação, compromisso, conhecimento proporcionado e suporte teórico durante toda a trajetória;  
Às professoras Laélia Vicente e Patrícia Marques pela ajuda na coleta de dados, pelas críticas e sugestões;  
À Thais e Jéssica pela ajuda na análise dos resultados;  
Ao Estevam por me acolher no Grupo de Biomecânica;  
Ao Cláudio, Márcio e Jorge pela disponibilidade, atenção e por fornecerem a base deste trabalho;  
Aos pacientes e voluntários pela colaboração e boa vontade;  
Aos colegas pelas dúvidas e conhecimentos compartilhados;  
Às amigas Ana Carolina, Tatiana Mayrink e Tatiana Mota, em especial, à Tatiana Silveira pela revisão do abstract e à Marina que tantas vezes assumiu meus compromissos para que eu pudesse coletar os dados.  
E a todos aqueles que contribuíram para a realização deste trabalho.

“Nós, homens do conhecimento, não nos conhecemos; de nós mesmos somos desconhecidos – e não sem motivo. Nunca nos procuramos: como poderia acontecer que um dia nos encontrássemos? Com razão alguém disse: “onde estiver teu tesouro, estará também teu coração”. Nosso tesouro está onde estão as colméias do nosso conhecimento. Estamos sempre a caminho delas, sendo por natureza criaturas aladas e coletoras do mel do espírito, tendo no coração apenas um propósito – levar algo “para casa”.” (Nietzsche, 1887)

## Sumário

Agradecimentos.....	v
Listas.....	viii
Resumo.....	xiii
1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Objetivos.....	2
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	3
2.1 Métodos de avaliação da força muscular.....	3
2.2 Avaliação objetiva da força de língua em indivíduos adultos saudáveis.....	4
2.3 Avaliação objetiva da força de língua em indivíduos adultos com disfunções.....	8
3 MÉTODOS.....	20
4 RESULTADOS.....	24
5 DISCUSSÃO.....	32
6 CONCLUSÕES.....	40
7 ANEXOS.....	41
8 REFERÊNCIAS.....	47
Abstract	
Bibliografia Consultada	

## Lista de figuras

Figura 1. Distribuição gráfica dos valores de força máxima em newtons: grupo de estudo x grupo controle.....	25
Figura 2. Distribuição gráfica dos valores de força média em newtons: grupo de estudo x grupo controle.....	25
Figura 3. Distribuição gráfica dos valores médios de força máxima e média em newtons do grupo de estudo e do grupo controle.....	26
Figura 4. Distribuição gráfica dos valores médios de força máxima em newtons do grupo de estudo e do grupo controle nos sexos masculino e feminino.....	27
Figura 5. Distribuição gráfica dos valores médios de força média em newtons do grupo de estudo e do grupo controle nos sexos masculino e feminino.....	27
Figura 6. Distribuição gráfica dos valores médios de força máxima em newtons do grupo de estudo e do grupo controle nos indivíduos adultos e idosos.....	28
Figura 7. Distribuição gráfica dos valores médios de força máxima em newtons do grupo de estudo e do grupo controle nos indivíduos adultos e idosos.....	28
Figura 8. Distribuição gráfica dos valores médios de força máxima em newtons do grupo de estudo e do grupo controle nos indivíduos classificados pelo índice de massa corporal.....	30
Figura 9. Distribuição gráfica dos valores médios de força média em newtons do grupo de estudo e do grupo controle nos indivíduos classificados pelo índice de massa corporal.....	30

Figura 10. Distribuição gráfica dos valores médios de força  
máxima e média em newtons do grupo de estudo  
de acordo com o tempo de doença.....31

## Lista de tabelas

Tabela 1. Média dos valores de força máxima e média em newtons do grupo de estudo e do grupo controle.....	26
Tabela 2. Média dos valores de força máxima e média em newtons do grupo de estudo e do grupo controle por sexo.....	27
Tabela 3. Média dos valores de força máxima e média em newtons do grupo de estudo e do grupo controle por faixa etária.....	28
Tabela 4. Média dos valores de força máxima e média em newtons do grupo de estudo e do grupo controle de acordo com o índice de massa corporal.....	29
Tabela 5. Média dos valores de força máxima e média em newtons do grupo de estudo de acordo com o tempo de doença.....	31

## **Lista de quadros**

Quadro 1. Média dos valores de força máxima e média em newtons de cada participante do grupo de estudo e do grupo controle.....	24
Quadro 2. Comparação dos valores de força máxima no grupo de estudo de acordo com o índice de massa corporal.....	29
Quadro 3. Comparação dos valores de força máxima no grupo controle de acordo com o índice de massa corporal.....	29

## Lista de abreviaturas e símbolos

cm	Centímetro
CPC	Conjunto pistão-cilindro
EMG	Eletromiografia
F	Força
g	Gramas
Kg	Quilograma
KPa	Quilopascal
m	Metro
mL	Mililitros
mm	Milímetro
min	Minuto
N	Newton
P	Pressão
PVC	Policloreto de vinila
s	Segundo
S	Área

## Resumo

**Objetivo:** Quantificar e comparar as forças axiais produzidas pela língua de indivíduos com grave diminuição da força lingual e de indivíduos com força de língua normal.

**Métodos:** Um estudo transversal foi realizado no Ambulatório de Fonoaudiologia do Hospital das Clínicas da UFMG. A amostra foi constituída por 11 indivíduos com grave diminuição da força de língua e 11 indivíduos com força de língua normal, maiores de 18 anos, pareados por sexo, faixa etária e índice de massa corporal. Os indivíduos foram submetidos à avaliação fonoaudiológica miofuncional orofacial, realizada por dois avaliadores, tendo sido verificados tensão, mobilidade, postura habitual observada e relatada pelo participante e aspecto morfológico da língua, além das características do frênulo lingual. A avaliação quantitativa da força de língua foi realizada por meio do instrumento desenvolvido pelo Grupo de Engenharia Biomecânica da Universidade Federal de Minas Gerais em parceria com a Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais – CETEC, em que foram obtidos os valores de força máxima e média de cada indivíduo. Somente foram submetidos à avaliação quantitativa os participantes que obtiveram a mesma classificação de força de língua segundo a avaliação dos dois examinadores na avaliação clínica. A análise dos dados foi realizada por meio do teste t-Student, considerando-se o nível de significância de 5%.

**Resultados:** A média das forças máximas dos indivíduos com grave diminuição da força lingual foi de  $3,56 \pm 1,77$  N e a média das forças médias do mesmo grupo foi de  $2,09 \pm 1,18$  N. As médias das forças máximas e médias dos indivíduos com força de língua normal foram  $18,91 \pm 7,95$  N e  $13,08 \pm 5,91$  N, respectivamente. Verificou-se diferença significativa entre as médias dos grupos tanto na variável força máxima ( $p < 0,001$ ) quanto força média ( $p < 0,001$ ). As variáveis sexo, faixa etária e índice de massa corporal não apresentaram relação significativa com a força axial da língua.

**Conclusões:** Foi possível quantificar as forças média e máxima dos indivíduos com grave diminuição da força de língua e dos indivíduos com força de língua normal, tendo-se observado diferença significativa entre os grupos nos dois parâmetros avaliados.

## 1 INTRODUÇÃO

A língua é um órgão muscular situado na cavidade oral. Divide-se em corpo e raiz, sendo o corpo formado pelo ápice, dorso e superfície inferior. A musculatura da língua divide-se em extrínseca e intrínseca. Os músculos que se inserem em ossos próximos e permitem à língua mover-se em todas as direções são denominados extrínsecos. São eles: genioglosso, estiloglosso, palatoglosso e hioglosso. Os músculos intrínsecos são próprios da língua e responsáveis pelas mudanças de sua forma. São eles longitudinal superior, longitudinal inferior, vertical e transverso. A língua é dividida em duas metades pelo septo lingual e toda a sua musculatura é considerada aos pares sendo que cada metade recebe inervação e irrigação sanguínea de maneira individualizada. É graças à alta inervação e à complexa organização das fibras musculares que a língua assume diversas conformações e posições em curtos períodos de tempo (Zemlin, Oppido, 2000).

A língua está envolvida nas funções de mastigação, deglutição, sucção, respiração e fonoarticulação. Seu correto posicionamento na cavidade oral possibilita uma respiração adequada; na sucção realiza movimentos rítmicos e repetitivos e assume uma posição que favorece a pressão necessária ao ato de sugar; na mastigação permite que o alimento seja triturado e misturado à saliva; na deglutição é responsável pela ejeção do alimento; na fala permite a produção de cada fonema; e ainda, por modificar sua forma dentro da cavidade oral, é responsável também por mudanças nas características de ressonância da voz. Portanto é fundamental que a tensão e mobilidade da língua estejam adequadas para que tais funções sejam desempenhadas de maneira harmoniosa.

Na prática clínica fonoaudiológica, a tensão lingual é avaliada de maneira subjetiva. Uma das maneiras de se verificar este aspecto é solicitando ao paciente que protrua a língua e empurre-a contra o dedo enluvado do avaliador e/ou contra uma espátula. Este método clínico de avaliação da força de contra-resistência da língua depende da experiência do examinador e está, portanto, sujeito a discordâncias.

A avaliação objetiva elimina a subjetividade do avaliador, aumenta a probabilidade de diagnóstico apropriado da tensão da língua nos casos de leve alteração da força e é mais sensível para detectar pequenas diferenças de força observadas com a progressão da terapia ou da doença. Por outro lado, a avaliação subjetiva é mais

prática e não requer instrumentação. Logo, a avaliação objetiva não deve ser utilizada para substituir a subjetiva, mas sim, para complementá-la.

Diante da necessidade de uma avaliação precisa da força de língua, o Grupo de Engenharia Biomecânica da UFMG desenvolveu um aparelho que mede as forças axiais produzidas pela língua baseando-se na transformação da força em pressão e sua posterior reconversão em força. O instrumento mostrou-se eficaz nas medições realizadas com indivíduos normais (Motta et al., 2004); e as respostas obtidas na avaliação objetiva foram compatíveis com os resultados da avaliação subjetiva em pesquisa realizada com indivíduos com tensão de língua adequada e com hipotensão de língua de leve a moderada (Perilo et al., 2007). Entretanto, nenhum estudo foi realizado com a finalidade de avaliar as forças axiais de língua em indivíduos com grave hipotensão de língua empregando-se o referido instrumento.

A obtenção de medidas objetivas em casos de grande comprometimento da força lingual auxiliará na avaliação de motricidade orofacial e no acompanhamento de pacientes, uma vez que o terapeuta poderá registrar e analisar diminuições da força de língua em casos degenerativos, bem como o aumento decorrente da intervenção fonoaudiológica.

### **1.1 Objetivos**

1. Quantificar as forças axiais produzidas pela língua de indivíduos com grave hipotensão lingual.
2. Quantificar as forças axiais produzidas pela língua de indivíduos com normotensão lingual.
3. Comparar as forças axiais produzidas pela língua de indivíduos com grave hipotensão lingual e indivíduos com normotensão lingual.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 Métodos de avaliação da força muscular

A força muscular pode apresentar-se de duas maneiras: como força estática ou como força dinâmica. A força dinâmica é aquela que se desenvolve voluntariamente durante movimentos específicos. A força estática é a tensão que um músculo ou grupo muscular desempenha numa posição determinada, voluntariamente, contra uma resistência imóvel. Em outras palavras é a força exercida pelo músculo durante a contração isométrica. A força muscular estática pode ser medida por meio de métodos subjetivos, semiobjetivos ou objetivos. Os métodos subjetivos baseiam-se na palpação da musculatura e não garantem uma afirmação segura, uma vez que dependem da experiência clínica do avaliador. Os métodos semiobjetivos incluem a dinamometria e a tensiometria. Já os métodos objetivos para avaliação da força muscular podem ser diretos ou indiretos. A avaliação objetiva indireta pode ser realizada por meio da avaliação do perímetro do membro, da determinação da área transversal do músculo, ou da eletromiografia, enquanto a avaliação objetiva direta se dá por meio da mensuração da força exercida pelo tendão (Hollmann, Hettinger, 1989).

A dinamometria é um método semiobjetivo de avaliação da força muscular que emprega dinamômetros, manuais ou isocinéticos. O dinamômetro manual mede a força muscular máxima isométrica de acordo com o princípio de compressão, na qual a aplicação de uma força externa ao instrumento resulta na compressão de uma mola que movimenta um ponteiro. Sabendo-se o valor da força necessária para deslocar o ponteiro a uma certa distância, pode-se determinar com exatidão o valor da força que foi aplicada ao dinamômetro. O fator que torna semiobjetiva esta avaliação é a dependência da aplicação da força pelo avaliador. O dinamômetro isocinético computadorizado mede a contração muscular máxima realizada em uma posição padronizada, é empregado com frequência em pesquisas, porém, requer muito tempo e espaço, além do alto custo, enquanto o dinamômetro manual é mais acessível e prático. A tensiometria é um método que utiliza o tensiômetro com cabo para medir a força muscular. O instrumento consiste em um cabo, que é ligado ao membro, e um espelho contendo um ponteiro que indica o escore de força do indivíduo. À medida em que a força exercida no cabo aumenta, o espelho sobre o qual o cabo passa é deprimido produzindo a deflexão do ponteiro que indica o valor da força exercida pelo indivíduo (McArdle et al., 1992).

No procedimento de determinação da área transversal do músculo são realizadas secções perpendiculares à orientação das fibras musculares com o objetivo de estimar a força muscular. O método parte do princípio de que a capacidade do músculo de produzir força está relacionada com a área de secção transversa do músculo, sendo que o músculo pode gerar 30 N de força por centímetro quadrado de área de seção transversa. Tais medidas são obtidas em cadáveres ou pelo processamento de imagens (ultra-som, tomografias computadorizadas, ressonância magnética). Este método pouco se aplica aos músculos orais e da face, os quais geralmente apresentam secções extremamente reduzidas e entrecruzamentos de fibras musculares, como acontece na língua. Para medir direta e objetivamente a força muscular deve-se medir a força exercida pelo tendão. Em experiências com músculo isolado essa medição é realizada conectando-se um transdutor de força diretamente no tendão. Porém, nas experiências que envolvem seres humanos, em que o tendão não está separado do osso, conecta-se o transdutor ao tendão por meio de procedimento invasivo (Enoka, 2000).

A eletromiografia (EMG) mede a atividade elétrica do músculo por meio de eletrodos que podem ser de superfície, colocados sobre a pele, ou de profundidade, colocados no interior do músculo. A força desenvolvida por um músculo em contração está diretamente relacionada com a excitação neural que lhe é aplicada. Assim, uma vez que a EMG, mede o nível de excitação, pode também ser utilizada para indicar força (Malta et al., 2006).

A exatidão da predição da força muscular utilizando-se a eletromiografia de superfície ainda é um desafio, uma vez que seus sinais representam o somatório de potenciais de ação de unidades motoras ativadas dentro da área de detecção do eletrodo. Assim podem ocorrer superposições de potenciais, o que provoca variação na amplitude dos sinais e diminui a confiabilidade da medição (Staudenmann et al., 2006).

## **2.2 Avaliação objetiva da força de língua em indivíduos adultos saudáveis**

Em um estudo, a força máxima da língua na direção anterior foi medida em cinco indivíduos do sexo masculino com idades entre 21 e 36 anos e peso corporal entre 59 e 84 Kg, sem história pregressa de distúrbios musculares, respiratórios ou do sono e sem alterações de fala. Foi utilizado um transdutor de força, posicionado entre os dentes incisivos centrais superiores e inferiores, capaz de transmitir as forças de

compressão diretas geradas pela língua a um extensômetro que media forças de 50 a 1.000 g. Durante o procedimento os participantes permaneciam sentados em uma cadeira de dentista com a cabeça posicionada em ângulo de 30°. Feedback visual era fornecido por meio de um osciloscópio. Os indivíduos deveriam exercer a máxima força que conseguissem contra o transdutor e manter por 5 s. O procedimento era repetido em intervalos de 5 min até que a variação de força fosse menor que 5%. Os resultados revelaram que a força máxima de língua dos indivíduos variou entre 950 g e 1.633 g, sendo o valor médio de  $1.267 \pm 125$  g (Scardella et al., 1993).

Com o objetivo de comparar a pressão máxima exercida pela língua na direção cranial durante contração isométrica e a pressão exercida durante a deglutição em diferentes regiões da superfície da língua de indivíduos saudáveis, foi realizado um estudo do qual participaram 14 indivíduos com idades entre 67 e 83 anos e 10 indivíduos com idades entre 22 e 33 anos. O instrumento utilizado para medir a pressão da língua foi o *Iowa Oral Performance Instrument* (IOP), o qual é composto de um balão de ar ligado a um transdutor de pressão e posicionado no palato duro. A pressão do ápice da língua foi obtida com o aparelho posicionado a 10 mm posteriormente ao ápice lingual, a pressão do dorso à 10 mm anteriormente à papila circunvalada mais posterior. Também foi medida a pressão da língua na região entre estas duas posições. Para avaliação da pressão máxima na direção cranial, os participantes pressionavam o bulbo contra o palato usando a maior força que conseguissem. Para cada posição do aparelho na cavidade oral foram realizadas três medições sendo que na última era permitido ao indivíduo visualizar a pressão máxima gerada instantaneamente e a pressão gerada nos ensaios anteriores para que pudessem superá-la. Na pesquisa da pressão de língua durante a deglutição, os indivíduos realizavam deglutição de saliva três vezes para cada posição do bulbo na cavidade oral. Entre as medições havia períodos de descanso. Os resultados revelaram que, durante a contração isométrica, a média da pressão máxima da língua, entre o ápice e o dorso, em indivíduos jovens foi 64,5 KPa e em indivíduos idosos de 49,5 KPa. No dorso da língua a pressão máxima foi de 55,2 KPa e 45,2 KPa em indivíduos jovens e idosos, respectivamente. No ápice lingual a pressão foi de 50,3 KPa nos jovens e 46,8 KPa nos idosos. Durante a deglutição, a média da pressão máxima exercida entre o ápice e o dorso da língua foi de 20,9 KPa nos indivíduos idosos e 37,8 KPa nos indivíduos jovens (Robbins et al., 1995).

Outro estudo foi realizado, com o objetivo de investigar se há um decréscimo na força da musculatura da língua com o aumento da idade. Participaram deste estudo 99 indivíduos saudáveis, sendo 52 do sexo masculino e 47 do sexo feminino, com idades entre 19 e 96 anos. Os participantes foram distribuídos em quatro grupos de acordo com a faixa etária: grupo I entre 19 e 39 anos, grupo II entre 40 e 59 anos, grupo III entre 60 e 79 anos e grupo IV entre 80 e 96 anos. O instrumento utilizado foi o *Iowa Oral Performance Instrument*. A pressão máxima foi obtida solicitando-se aos sujeitos que pressionassem a língua no palato com a maior força que conseguissem empregar enquanto um feedback visual era fornecido em um visor por meio de uma luz que deveria ser mantida em um determinado nível. A pressão máxima de língua foi medida três vezes com períodos de um minuto de descanso entre as medições. Os valores encontrados foram  $75,7 \pm 17,3$  KPa para o primeiro grupo,  $75,2 \pm 23,6$  KPa para o segundo,  $69,5 \pm 17,3$  KPa para o terceiro e  $53,7 \pm 13,3$  KPa para o quarto grupo. Concluiu-se que a pressão exercida pela língua foi menor em indivíduos acima de 80 anos de idade quando comparados aos indivíduos mais novos e menor no sexo feminino ( $64,7 \pm 19,6$  KPa) do que no sexo masculino ( $74,8 \pm 18,9$  KPa) (Crow, Ship, 1996).

Realizou-se uma pesquisa, com o objetivo de avaliar a força da língua durante a protrusão em 86 mulheres (entre 42 e 61 anos) e 81 homens (entre 43 e 62 anos), saudáveis, que não roncavam e não usavam drogas, incluindo hormônios, que poderiam influenciar a função neuromuscular. Para a obtenção das medidas foi utilizado um transdutor de força composto por uma alça de nylon e um bocal. O bocal consistia de uma placa de nylon de 1 cm de diâmetro atrás da qual encontrava-se uma célula de carga com capacidade de 0-6 Kg. Atrás da placa, havia um sulco de aproximadamente 2 mm de profundidade e 2 mm de largura onde os indivíduos posicionavam os incisivos superiores e inferiores a fim de manter o aparelho fixo na boca. O transdutor foi conectado a uma escala linear visual que mostrava o valor real da força em newton ou a porcentagem da força em relação ao valor máximo do indivíduo. Para a obtenção das medidas de força máxima solicitou-se aos participantes que empurrassem a língua contra o transdutor o mais forte que conseguissem. Foi considerado o maior valor produzido em dois ou mais testes, com duração de 2 segundos, desde que tais valores fossem idênticos. Os resultados revelaram que a força máxima declinou com o aumento da idade em ambos os sexos. O valor médio da força máxima nos homens foi de  $26 \pm 8$  N e nas mulheres  $20 \pm 7$  N, indicando valores

maiores de força de língua no sexo masculino. Entretanto, quando foi considerado o índice de massa corporal livre de gordura, não houve diferenças significantes de força máxima de língua entre os sexos (Mortimore et al., 1999).

Foi realizado um estudo com o objetivo de obter a relação entre comprimento e força do músculo genioglosso em 11 indivíduos do sexo masculino com idades entre 19 e 41 anos, sem história progressiva de comprometimentos neuromusculares, do sono ou infecção de vias aéreas superiores. A força de protrusão do músculo genioglosso foi medida utilizando-se um instrumento composto de um tubo de poli cloreto de vinila (PVC) de 10 cm de comprimento e 1,9 cm de diâmetro contendo um balão de látex de catéter fixado por material de impressão dentária no tubo. Quando inflado com 4 ml de solução de cloreto de sódio e água, o balão ultrapassava em 1,0 cm a extremidade final do tubo. O catéter conectava-se a um transdutor de pressão e a saída era amplificada, gravada e mostrada em um computador. A força era medida em newton dentro de uma escala de 0 a 40 N. A superfície do tubo possuía sete marcas destinadas ao posicionamento dos incisivos centrais. Tais marcas encontravam-se entre 0,5 e 3,5 cm de distância da extremidade do tubo que continha o balão e possuíam 0,5 cm de incremento. Dessa maneira, a força de protrusão do músculo genioglosso foi medida em diferentes comprimentos. O indivíduo posicionava o transdutor dentro da cavidade oral, mantinha os incisivos superiores e inferiores alinhados em determinada marca do tubo, encostava a ponta da língua no balão e o empurrava na direção ântero-posterior com a maior força que conseguisse. Em seguida aumentava-se o comprimento do tubo dentro da cavidade oral e em conseqüência variava-se o comprimento das fibras do músculo genioglosso. Cada participante foi submetido a medições de força nas sete posições diferentes do transdutor e para cada posição foram realizadas três medições nas quais o indivíduo produzia a força máxima por três segundos. Após cada medição havia um período de repouso de 20 s. A força máxima da língua desconsiderando o comprimento muscular foi  $28,0 \pm 2,0$  N (Sha et al., 2000).

Em outro estudo, mediu-se a pressão exercida pela língua contra o palato em 41 indivíduos, sendo 16 do sexo masculino e 25 do sexo feminino, com idade entre 24 e 85 anos. Utilizou-se uma sonda composta por uma seringa cilíndrica de 10 mL, um tubo inoxidável e um pequeno balão. O balão foi preenchido com ar até adquirir um diâmetro de aproximadamente 18 mm. Durante o procedimento, os sujeitos seguravam o cilindro e posicionavam o balão na boca, entre a língua e a porção anterior do palato, com os incisivos centrais tocando suavemente o tubo inoxidável e os lábios fechados como no

ato de sugar com um canudinho. A pressão exercida pela língua sobre o balão era transmitida pelo tubo e cilindro a um transdutor de pressão conectado a um amplificador e a um gravador digital. Foi solicitado aos sujeitos que pressionassem o balão contra o palato o mais forte possível por aproximadamente 2 segundos, a fim de obter a pressão máxima da língua. Estas medidas foram gravadas três vezes com intervalos de um minuto entre elas. A pressão máxima encontrada variou entre 10 a 41 KPa. Observou-se a diminuição dos valores com o aumento da idade. Não foi encontrada relação entre as medidas e o gênero dos indivíduos ou com o tipo de dentadura (natural, completamente ou parcialmente removível) (Hayashi et al., 2002).

Um estudo foi conduzido com um instrumento desenvolvido pelo Grupo de Engenharia Biomecânica da UFMG para a medição das forças axiais produzidas pela língua humana. Tal método é baseado na transformação da força em pressão e sua posterior reconversão em força e consiste de um conjunto pistão-cilindro (CPC) com um protetor oral duplo, de silicone, do mesmo tipo utilizado pelos boxeadores. O método foi testado em quatro indivíduos aparentemente saudáveis, todos pesquisadores do Laboratório Isaac Newton do CETEC, sendo dois homens com idades de 23 e 29 anos e duas mulheres de 32 e 31 anos. O CPC foi acoplado à boca dos indivíduos e, após um período de acomodação de aproximadamente 15 segundos, foi solicitado aos indivíduos que impulsionassem o êmbolo com a maior força que fossem capazes de imprimir mantendo por 10 segundos. O procedimento foi realizado por mais duas vezes com intervalos de dois minutos de descanso entre as medições. Os resultados obtidos na mensuração da força máxima de língua foram 25,7 N, 21,7 N, 21,6 N e 21,1 N e da força média 20,6 N, 18,2 N, 17,4 N e 18,6 N para o homem de 23 anos, o de 29 anos, a mulher de 32 anos e a de 31 anos, respectivamente. Os resultados mostraram-se condizentes com os trabalhos desenvolvidos por outros pesquisadores (Motta et al., 2004).

### **2.3 Avaliação objetiva da força de língua em indivíduos adultos com disfunções**

Foi realizado um estudo com o objetivo de comparar a aplicabilidade dos métodos subjetivo e objetivo de avaliação da força da língua em indivíduos portadores de esclerose lateral amiotrófica e indivíduos sem a doença. Na avaliação qualitativa o paciente deveria protruir a língua e empurrá-la contra a superfície de uma espátula, depois pressionar a parede interna da bochecha com a maior força que fosse capaz de

empregar enquanto o examinador realizava resistência com o dedo na superfície externa da bochecha. A avaliação quantitativa era realizada por meio de instrumentação que incluía um pequeno extensômetro soldado em uma haste tubular de fácil acomodação em diferentes regiões da cavidade oral e um gravador de um canal, portátil, calibrado em gramas. A força axial da língua em direção anterior foi avaliada posicionando a haste entre os incisivos centrais superiores e inferiores. O paciente deveria pressionar a superfície do transdutor com a ponta da língua com a maior força que conseguisse e manter por 7 segundos. O mesmo procedimento era realizado nas medições laterais direita e esquerda estando o transdutor posicionado entre os caninos e premolares superiores e inferiores. Os resultados das medições qualitativas e quantitativas revelaram que a força da língua é maior na direção anterior do que na lateral, sendo que, na avaliação quantitativa, a força média máxima da língua em indivíduos normais foi de aproximadamente 2.000 g na direção anterior e 1.600 g na direção lateral, enquanto em indivíduos portadores de esclerose lateral amiotrófica os valores foram de 1.000 g e 700 g nas direções anterior e lateral respectivamente (Dworkin, 1980).

A força da língua foi medida de maneira objetiva em 125 indivíduos sadios, sendo 67 homens e 58 mulheres, com idades entre 20 e 72 anos, sem alterações de fala, neurológicas ou auditivas e em 19 indivíduos disártricos, portadores de esclerose lateral amiotrófica, sendo 11 homens e oito mulheres, com idades entre 20 e 77 anos. Para tanto, foi utilizado um instrumento que consistia de um transdutor de força da marca Entran, modelo ELF-S500-10, sensível a forças de compressão diretas, que operava com sinais de 15 V, e possuía escala de sensibilidade com alcance de 4.530 g. O transdutor foi conectado a um sistema de gravação portátil, de um canal, da marca Sanborn, modelo 100 que gravava os resultados através do deslocamento da agulha no papel, sendo que uma força de 90,7 g provocava a deflexão da agulha em 1 mm. A superfície da célula de carga era de aço inoxidável e possuía 0,15 polegadas de espessura, 0,5 polegadas de diâmetro, e, no centro, encontrava-se uma depressão de 0,18 polegadas de diâmetro onde havia uma haste através da qual passava um fio de Teflon que proporcionava isolamento elétrico. A haste era coberta por um tubo de polietileno a fim de prevenir danos aos dentes. Um disco de plástico de 1,18 polegadas de espessura e 1,5 polegadas de diâmetro foi fixado no verso da célula de carga a fim de evitar a geração de pressões negativas pelo contato da mesma com a superfície interna dos dentes. A força da língua foi medida nas direções anterior estando a haste

do aparelho posicionada entre os incisivos centrais superiores e inferiores, lateral direita com a haste posicionada entre o canino direito e o primeiro pré-molar direito e lateral esquerda com a haste na mesma posição, porém, do lado esquerdo. Aos sujeitos foi solicitado pressionar a língua contra o transdutor com a maior força que conseguissem e manter durante 7 segundos. Foram realizadas três medições para cada posição do instrumento com períodos de descanso de um minuto entre cada uma. Como foram insignificantes as diferenças entre os três ensaios, apenas o primeiro de cada direção foi analisado. Nos indivíduos saudáveis, a média da força máxima da língua na direção anterior foi de 3.356 g para os homens e 2.812 g para as mulheres, na direção lateral esquerda de 2.993 g para os homens e 2.419 g para as mulheres e na direção lateral direita de 3.235 g para os homens e 2.932 g para as mulheres. Já no grupo de indivíduos portadores de esclerose lateral amiotrófica os valores médios de força máxima na direção anterior foram de 1.754 g para os homens e 2.268 g para as mulheres, na direção lateral esquerda de 1.572 g para os homens e 1.844 g para as mulheres, e, na direção lateral direita de 1.542 g e 1.693 g para homens e mulheres, respectivamente (Dworkin et al., 1980a).

Foi realizado um outro estudo, com o propósito de quantificar a força da língua de dez indivíduos laringectomizados totais, do sexo masculino, com idades entre 43 e 75 anos, que utilizavam a voz esofágica como principal meio de comunicação. Destes, seis realizaram esvaziamento cervical, quatro radioterapia e oito usavam prótese dentária completa ou parcial. Todos os indivíduos foram submetidos à avaliação da estrutura e função da língua apresentando espessura satisfatória, bom controle motor fino e ausência de atrofia ou fasciculações. Para fins de comparação, a força da língua foi mensurada em 15 indivíduos do sexo masculino, com idades entre 46 e 72 anos, que utilizavam o código lingüístico oral como meio principal de comunicação e que não apresentavam alterações auditivas, neurológicas ou musculares. O instrumento utilizado para as medições consistia de um extensômetro sensível a forças de compressão diretas, com uma célula de carga de 150 polegadas de espessura e 5 de diâmetro fixada a uma haste de aço inoxidável de 6,6 cm de comprimento, coberta por um tubo de polietileno, através da qual passava um fio de teflon que conectava a célula de carga ao sistema de gravação. Para evitar a gravação de medidas negativas de pressão, um disco de plástico foi fixado atrás da célula de carga. Para proteger a superfície do transdutor da umidade e assegurar a esterilização do instrumento, uma dedeira foi posicionada sobre a célula de carga e a haste. Durante o procedimento os

indivíduos permaneciam sentados de frente para a mesa onde se encontrava o aparelho e podiam visualizar o gráfico de força gerado durante o teste. O paciente acomodava o instrumento na cavidade oral entre os incisivos centrais superiores e inferiores e era orientado a morder levemente a haste de maneira que a superfície da célula de carga ficasse de frente para a ponta da língua e o verso em contato com a superfície lingual dos incisivos centrais. Cada participante deveria exercer na superfície da célula de carga a maior força que conseguisse e manter por 7 segundos sendo avisado sobre o início e final do teste por meio de um sinal sonoro. O mesmo procedimento era utilizado para medir a força da língua nas posições laterais direita e esquerda, porém, nestas posições, o instrumento era acomodado entre os primeiros pré-molares e os caninos superiores e inferiores de cada lado. Para cada indivíduo foram realizadas duas medições em cada direção sendo a ordem aleatória, com um período de um minuto de descanso após cada medição. Os resultados revelaram que a média da força máxima de língua em indivíduos laringectomizados totais foi de 1.791 g na direção anterior, 1.379 g na direção lateral esquerda e 1.550 g na direção lateral direita, e, nos indivíduos normais foi de 2.068 g, 1.641 g e 1.708 g nas direções anterior, lateral esquerda e lateral direita, respectivamente. Embora os indivíduos laringectomizados totais tenham alcançado valores de força menores do que os sujeitos normais, tais diferenças não foram significativas e não possuíam relações com idade, tempo entre a realização da cirurgia e as medições, radioterapia ou uso de prótese dentária (Dworkin et al., 1980b).

O mesmo instrumento e procedimento citados acima foram empregados para quantificar a força da língua de 13 indivíduos laringectomizados totais do sexo masculino, com idades entre 49 e 74 anos, que não conseguiram desenvolver a voz esofágica, mas que apresentavam ótima inteligibilidade de fala usando a laringe eletrônica. Destes, 10 foram submetidos ao esvaziamento cervical, oito realizaram radioterapia e oito utilizavam prótese dentária. Para fins de comparação a medida de força de língua foi obtida em 15 indivíduos do sexo masculino, com idades entre 46 e 72 anos, que utilizavam o código lingüístico oral como meio principal de comunicação e que não apresentavam comprometimento auditivo, neurológico ou muscular. Os resultados revelaram que, no grupo de indivíduos laringectomizados totais, a média da força máxima da língua foi de 1.566 g na direção anterior, 1.283 g na direção lateral esquerda e 1.416 g na direção lateral direita e, no grupo controle, foi de 2.068 g, 1.641 g e 1.708 g para as direções anterior, lateral esquerda e lateral direita respectivamente.

Os autores concluíram que os sujeitos laringectomizados totais usuários de laringe eletrônica produziram valores de força máxima de língua significativamente menores do que indivíduos normais nas direções anterior e lateral esquerda e que, embora as diferenças entre esses grupos não tenham sido significativas na direção lateral direita, os valores de força de língua foram menores nos indivíduos laringectomizados. Não foi encontrada relação significativa entre força máxima de língua e idade, extensão e tempo de decorrência da cirurgia, radioterapia ou uso de prótese dentária (Hartman et al., 1980).

Em um estudo, investigou-se a força e a velocidade de movimentação da língua em 18 indivíduos com disartria e em 50 indivíduos com articulação de fala adequada utilizando um transdutor de força do tipo semicondutor do tamanho de uma moeda, sensível a forças de compressão direta, com fundo de escala de 4.530 g. Na parte de trás do transdutor, havia uma lâmina de aço inoxidável de 6,6 cm x 6 mm, através da qual passavam fios de teflon ligando o transdutor a um sistema de gravação de gráficos. Na avaliação da força da língua, foi solicitado aos indivíduos que pressionassem a língua o mais forte que conseguissem contra o aparelho e sustentassem a pressão por 7 segundos. Tal procedimento foi realizado nas direções anterior, lateral direita e lateral esquerda. Era apresentado um sinal acústico que marcava o início e o final do procedimento. As medidas foram coletadas três vezes, com intervalo de um minuto de descanso entre as medições. Na avaliação da velocidade de movimentação da língua, os sujeitos pesquisados deveriam repetir as sílabas /pa/, /ta/ e /ka/ o mais rápido possível e de maneira contínua. Não foi observada diferença significativa quanto à força de língua entre os indivíduos disártricos. Já no grupo controle, observou-se que os homens alcançaram valores maiores de força de língua do que as mulheres. Comparando os grupos, observou-se que os indivíduos com articulação adequada alcançaram valores maiores de força de língua do que os indivíduos disártricos em todas as direções pesquisadas. O pico de força máxima produzido por um sujeito com boa articulação foi de 2.475 g e por um sujeito disártrico de 1.800 g. Não foi encontrada relação significativa entre força de língua e velocidade de fala, nem entre força de língua e inteligibilidade de fala. Quanto às direções de medição da força, observou-se que os indivíduos que apresentaram valores mais altos de força de língua em uma direção atingiram valores altos em todas as direções e aqueles que atingiram valores baixos de força de língua, o fizeram também em todas as direções (Dworkin, Aronson, 1986).

Um outro estudo foi realizado com a finalidade de quantificar a força da língua nas direções vertical, lateral direita e lateral esquerda. Participaram deste estudo seis indivíduos sadios, sendo cinco homens e uma mulher, com idades entre 22 e 34 anos e dois indivíduos portadores de alterações na fase oral da deglutição, sendo uma mulher de 65 anos com hemiparesia à esquerda e um homem de 57 anos com hemiparesia à direita. O instrumento utilizado nas medições era composto por uma viga de alumínio com uma das extremidades livre onde se encaixavam dois extensômetros em lados opostos, sendo capazes de medir a força da língua no sentido vertical e, quando a viga era rotacionada em 90°, podia-se medir no sentido lateral direito e lateral esquerdo. O transdutor era revestido por um bocal de polipropileno, moldado individualmente a fim de acomodar as arcadas dentárias de cada indivíduo, que permitia uma abertura de boca de aproximadamente 40% do limite máximo. A língua entrava em contato apenas com o transdutor. O sinal gerado era amplificado e transmitido a um conversor analógico-digital. Por meio de um computador os participantes visualizavam o gráfico força x tempo instantaneamente e escutavam um apito sonoro indicando o início e o final do teste. Os participantes foram orientados a pressionar a língua contra o transdutor até ultrapassar um determinado nível no gráfico e manter por 7 segundos. O procedimento foi repetido três vezes em cada direção durante cinco dias consecutivos havendo um período de descanso de 30 segundos após cada medição. As forças máxima e média de língua de um indivíduo sadio foram 14,1 N e 13,03 N na direção lateral esquerda, enquanto em um indivíduo disfágico, nesta mesma direção, foram de 1,75 N e 0,91 N, respectivamente. Nos indivíduos disfágicos hemiparéticos, a força de língua no lado não comprometido foi maior do que no lado oposto e menor do que a força produzida por indivíduos saudáveis (Robinovitch et al., 1991).

A atividade eletromiográfica do músculo genioglosso foi examinada e comparada com a força máxima de protrusão da língua em cinco indivíduos portadores da síndrome da apnéia/hipopnéia do sono e cinco indivíduos sem a síndrome pareados por idade, sendo a idade média de 42,2 anos no grupo com a síndrome e 41,2 anos no grupo controle. A força de protrusão da língua foi obtida usando um transdutor de força e a atividade eletromiográfica, expressa em porcentagem, foi comparada em ambos os grupos a 75% e 50% da força máxima. Os resultados revelaram que a força média máxima da língua foi de 26 N e 32 N para indivíduos portadores da síndrome da apnéia/hipopnéia do sono e para indivíduos sem a síndrome, respectivamente. Verificou-se que não houve diferenças na atividade eletromiográfica a 75% ou 50%. Os

autores concluíram que os dois grupos possuem a mesma relação entre eletromiografia e força em termos relativos e que esta relação não é linear (Mortimore, Douglas, 1996).

A pressão exercida pela língua foi avaliada de maneira objetiva em uma pesquisa da qual participaram 16 indivíduos portadores de esclerose múltipla, com idades entre 33 e 73 anos, sendo 5 disártricos e 11 com inteligibilidade de fala adequada, e 16 indivíduos sem comprometimento neurológico pareados por idade, sexo e nível de escolaridade. Foi utilizado um transdutor de pressão idêntico a um balão de borracha. A pressão máxima da língua foi medida pedindo-se a cada participante que empurrasse o balão contra o palato usando a ponta da língua com a maior força que conseguisse. O procedimento era repetido três vezes com aproximadamente um minuto de descanso entre as medições e apenas o melhor dos três ensaios era analisado. O valor médio da pressão máxima exercida pela língua em indivíduos sem alterações neurológicas foi  $32,7 \pm 6,6$  KPa, enquanto em indivíduos portadores de esclerose múltipla observou-se valores de  $26,1 \pm 10,2$  KPa. Dentre estes, os indivíduos disártricos tiveram a média da pressão máxima de língua igual a  $22,9 \pm 5,7$  KPa e os indivíduos com boa inteligibilidade de fala igual a  $27,52 \pm 11,64$  KPa (Murdoch et al., 1998).

Um outro estudo mediu a força axial máxima de língua em 98 indivíduos com síndrome da apnéia/hipopnéia do sono e 15 indivíduos sem a síndrome, pareados por idade e índice de massa corporal. Utilizou-se um transdutor de força composto por um bocal e uma alça de nylon. O bocal consistia de uma placa de nylon de 1 cm de diâmetro, atrás da qual foi posicionada uma célula de carga. Atrás da placa, a peça possuía um sulco de 2 mm de profundidade e 2 mm de largura onde os participantes posicionavam os incisivos superiores e inferiores a fim de manter o transdutor fixo enquanto seguravam a alça com as mãos. O transdutor foi conectado a uma escala linear visual que mostrava a força em Newton ou a porcentagem de força máxima do indivíduo. A força máxima foi obtida solicitando aos indivíduos que empurrassem a língua contra o transdutor de força o mais forte que conseguissem. Foi registrada a maior força produzida em duas testagens desde que a diferença entre elas não ultrapassasse 2%. A força máxima de língua obtida para o grupo de estudo foi de  $30 \pm 6$  N e para o grupo controle de  $30 \pm 8$  N. Não foi observada diferença significativa entre os grupos, verificou-se, porém, a diminuição da força de língua com o avanço da idade nos dois grupos, o que pode ser explicado por uma diminuição da massa muscular com a idade (Mortimore et al., 2000).

Em uma pesquisa, mediu-se a pressão exercida pela língua, a resistência e a estabilidade na sustentação da força em 16 indivíduos adultos com doença de Parkinson de grau moderado a severo com alterações perceptivas na fala e em 16 indivíduos sem a doença, pareados por sexo, idade, peso e altura. Também foram avaliadas as características perceptivas da fala e a velocidade de fala dos participantes a fim de verificar uma suposta correlação entre essas características, a força e a resistência da língua. O instrumento utilizado na pesquisa foi o *Iowa Oral Performance Instrument* (IOPI), constituído por um transdutor de pressão sensível a pressões exercidas em um bulbo de plástico, preenchido com ar, posicionado na cavidade oral. O bulbos utilizados nas medições encontravam-se ligados a um tubo de polietileno de 2 mm de diâmetro interno. As pressões exercidas no bulbo eram detectadas e podiam ser visualizadas no próprio aparelho ou em um computador. Para a avaliação de fala os indivíduos foram gravados em tarefas de fala espontânea e descrição de gravuras, durante 10 minutos, e julgados por fonoaudiólogos com no mínimo 5 anos de experiência. A pressão exercida pela língua foi avaliada solicitando-se aos participantes que pressionassem a língua contra o aparelho, em direção ao palato, o mais forte que conseguissem. A resistência da língua foi avaliada solicitando-se ao participante que mantivesse 50% da força máxima durante o maior tempo que conseguissem. O aparelho indicava a porcentagem aos participantes. A estabilidade foi avaliada durante os testes de resistência por meio de um programa de computador que examinou o coeficiente de variação em cinco segmentos de 3 segundos. A média da pressão máxima de língua obtida no grupo de indivíduos com doença de Parkinson foi de 48,1 KPa e no grupo controle 55,5 KPa. A resistência da língua foi de 28,8 segundos nos indivíduos com doença de Parkinson e 36,9 segundos nos indivíduos sem a doença. Não foi observada relação significativa entre os valores de pressão ou estabilidade comparando-se os dois grupos e entre valores de pressão ou estabilidade da língua com os julgamentos perceptivos da fala ou a velocidade de fala dos participantes com doença de Parkinson. Observou-se, no entanto, que a resistência foi significativamente menor no grupo de estudo do que no grupo controle (Solomon et al., 2000).

Foi conduzido um estudo com objetivo de avaliar a força de língua em indivíduos com miastenia gravis bulbar e compará-la com força de língua de indivíduos com miastenia gravis ocular, miastenia gravis bulbar em remissão clínica e indivíduos saudáveis. Todos os grupos continham 20 participantes sendo que os componentes de cada grupo foram pareados com os componentes do grupo de estudo, portadores de

miastenia gravis bulbar, por sexo, idade e estado dentário. O transdutor de força utilizado nas medições consistiu de uma alavanca com quatro medidores de força, a qual era encaixada na boca do participante de maneira que a ponta da língua permanecia alojada em um compartimento em forma de taça existente na extremidade da alavanca. O aparelho realizava rotação de 90° a fim de obter medidas de força nas direções cranial e lateral. Ao indivíduo era solicitado pressionar a língua nas direções cranial, direita e esquerda durante 5 segundos empregando a maior força que conseguisse. O procedimento era repetido após um minuto de descanso. Durante as medições foi apresentado um feedback visual da força. Os valores médios de força máxima de língua na direção cranial foram  $7,5\pm 0,7$  N no grupo de indivíduos saudáveis;  $5,5\pm 0,6$  N no grupo de indivíduos com miastenia gravis bulbar;  $6,0\pm 0,5$  N no grupo de indivíduos em remissão e  $7,2\pm 0,6$  N no grupo de indivíduos com miastenia gravis ocular. Os valores médios de força máxima na direção lateral foram  $4,8\pm 0,3$  N no grupo de indivíduos saudáveis;  $2,9\pm 0,2$  N no grupo de indivíduos com miastenia gravis bulbar;  $3,7\pm 0,2$  N nos indivíduos em remissão e  $4,1\pm 0,3$  N nos indivíduos com miastenia gravis ocular. No geral, a força máxima de língua na direção cranial foi maior do que na direção lateral. Os resultados mostraram que a força máxima de língua na direção lateral foi significativamente menor nos indivíduos com miastenia gravis bulbar do que nos outros grupos. O mesmo não ocorreu com a força medida em direção cranial (Weijnen et al., 2000).

Com o objetivo de relacionar as medidas subjetiva e objetiva da força de língua e os distúrbios da fase oral da deglutição foi realizada uma pesquisa com 63 indivíduos com idades entre 19 e 95 anos e média de 70,25 anos. Primeiramente avaliou-se a força da língua de maneira subjetiva solicitando aos pacientes que pressionassem a ponta de suas línguas contra uma espátula, com resistência feita pelo avaliador, na protrusão e lateralização. Os avaliadores classificaram a língua como normal, levemente fraca, moderadamente fraca, ou severamente fraca. Depois foi realizada a avaliação objetiva utilizando-se o IOPI. A pressão máxima foi obtida solicitando-se aos sujeitos que pressionassem a língua no palato com a maior força que conseguissem empregar enquanto um feedback visual era fornecido em um visor por meio de uma luz que deveria ser mantida em um determinado nível. As medições foram repetidas três vezes para cada indivíduo. A avaliação da deglutição foi realizada por exame clínico ou por meio da videofluoroscopia. Os resultados revelaram que não houve diferenças significativas na força de língua em relação ao sexo dos participantes tanto na

avaliação objetiva quanto na subjetiva. Os participantes com força de língua classificada na avaliação subjetiva como severamente fraca possuíam mais idade do que aqueles com língua levemente fraca e produziram valores mais baixos de pressão na avaliação objetiva. A correlação entre a avaliação subjetiva e objetiva indicou que os valores de pressão máxima de língua decresceram de acordo com a classificação de fraqueza de língua sendo que a pressão máxima e média nos sujeitos com língua normal foi 40 KPa e 35 KPa, nos sujeitos com língua levemente fraca 34 KPa e 25 KPa, nos sujeitos com língua moderadamente fraca 24 KPa e 19 KPa e nos sujeitos com língua severamente fraca 14 KPa e 10 KPa, respectivamente. Observou-se que 51% dos participantes possuíam distúrbio na fase oral da deglutição. A pressão máxima de língua desses indivíduos foi de 22 KPa enquanto que aqueles sem alteração da fase oral atingiram 41 KPa (Clark et al., 2003).

Avaliar a força máxima da língua de indivíduos portadores de doença de Parkinson foi um dos objetivos de um estudo do qual participaram 14 indivíduos com a doença e presença de imprecisão articulatória, sendo 13 homens e uma mulher, com idades entre 56 e 83 anos e idade média de 68,36 anos. O estudo apresentou dois grupos controles, o primeiro formado por 13 indivíduos idosos, sadios, sem problemas de fala, sendo 11 homens e duas mulheres, com idades de 58 a 79 anos e idade média de 67,62 anos, e o segundo, constituído por nove homens e seis mulheres, sadios e sem problemas de fala, com idades de 20 a 31 anos e idade média de 25 anos. O instrumento utilizado para medir a força da língua constituiu-se de um sistema de transdução de pressão composto por um bulbo de borracha preenchido com ar, preso a um cilindro de plástico rígido através do qual passava um tubo de borracha fino e flexível que conectava o bulbo a um transdutor de pressão modelo R22k e marca Modus Instruments Clinton MA, que media a força em KPa. No cilindro de plástico, havia um sulco para acomodação dos dentes incisivos. Para cada medição, o bulbo foi encapado com um plástico estéril. Por meio de uma tela era possível visualizar os valores de força dos indivíduos de forma instantânea e com taxa de amostragem de 25 Hz. Nas medições de força máxima de língua, o bulbo era posicionado na boca do indivíduo o qual era orientado a pressioná-lo contra o palato com a maior força que conseguisse, usando a porção anterior da língua, mantendo a mandíbula em posição fixa, o que era possível com o posicionamento dos incisivos no sulco do cilindro. O procedimento era repetido três vezes. Os resultados revelaram que a força máxima da língua foi de  $27,53 \pm 12,64$  KPa em indivíduos portadores de doença de Parkinson;

27,60±4,89 KPa em indivíduos sadios idosos; e, 36,92±6,44 KPa em indivíduos sadios jovens, indicando redução significativa de força tanto nos pacientes com Parkinson quanto nos pacientes sadios idosos (McAuliffe et al., 2005).

Com o objetivo de estabelecer uma relação entre força da língua e sinais clínicos de disfagia e ressaltar a importância da mensuração da força da língua na avaliação da deglutição foram realizadas medidas de pressão máxima de língua em 145 indivíduos idosos (36 homens e 109 mulheres), com idade média de 83 anos. Do total, 105 participantes foram classificados como portadores de possível alteração na fase oral da deglutição e em 40 participantes foi constatado o distúrbio desta fase. A pressão exercida pela língua foi medida utilizando-se um aparelho portátil constituído por um pequeno balão, um tubo, uma seringa de 1 mL conectados a um gravador de pressão. Previamente à primeira medição, o aparelho foi pressurizado com ar a 19,6 KPa, conferindo ao balão um diâmetro de aproximadamente 18 mm e volume de 3,7 mL. Durante as medições cada indivíduo segurava a seringa e acomodava o balão entre a língua e a porção anterior do palato, sendo depois orientados a comprimir o balão, com a língua, contra o palato, por aproximadamente 7 segundos com a maior força que fossem capazes de empregar. O aumento na pressão interna do balão era registrado e o processo repetido por três vezes. O maior pico de pressão nas três medições foi considerado como sendo a pressão máxima de língua. Não foram observadas diferenças significantes entre os sexos feminino e masculino, uma vez que os homens apresentaram valores médios de pressão máxima de 15,6±1,7 KPa e as mulheres de 15,9±1,0 KPa. Observou-se correlação significativa entre a mobilidade de língua e a pressão máxima, bem como entre a pressão máxima exercida pela língua e os distúrbios da deglutição (Yoshida et al., 2006).

Foi realizado um estudo com o objetivo de quantificar a pressão máxima exercida pela língua em 200 indivíduos com deglutição adequada, sendo 80 do sexo masculino e 120 do sexo feminino, com idades entre 19 e 91 anos; e em 50 indivíduos com comprometimento da fase oral da deglutição, apresentando idades entre 44 e 91 anos. A presença de disfagia neste grupo foi diagnosticada por meio da videofluoroscopia ou do exame clínico realizado por fonoaudiólogos com experiência em diagnóstico e tratamento de disfagia. A fim de estabelecer uma comparação entre os dois grupos, 42 indivíduos com disfagia foram pareados, por idade e sexo, com indivíduos com deglutição adequada. O instrumento utilizado para obtenção das medidas foi o IOPI. Os participantes foram instruídos a colocar o bulbo plástico na cavidade oral,

especificamente no centro da língua e a pressioná-lo contra o palato com a maior força que fossem capazes de empregar. As medições foram realizadas três vezes com um breve intervalo de descanso após cada medição. Os valores de pressão máxima no grupo de indivíduos com deglutição adequada variou de 28 a 94 KPa, com média de 59,78 KPa. O grupo de indivíduos com disfagia apresentou valores entre 2 KPa e 80 KPa com média de 35,64 KPa. Não foram observadas diferenças significantes entre os valores de pressão máxima de língua nas diferentes faixas etárias. Entretanto, os valores foram maiores nos indivíduos do sexo masculino em ambos os grupos. O grupo de indivíduos com deglutição adequada apresentou valores maiores do que o grupo de indivíduos com disfagia (Stierwalt, Youmans, 2007).

### 3 MÉTODOS

Esta pesquisa caracterizou-se como um estudo exploratório transversal e foi realizada no Ambulatório de Fonoaudiologia do Hospital das Clínicas da UFMG, com início logo após aprovação do projeto pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG sob o número 540/07. A amostra foi constituída por 11 indivíduos adultos com hipotensão grave de língua e 11 indivíduos com normotensão de língua, independentemente de gênero e raça e maiores de 18 anos.

Constituíram os critérios de exclusão: idade inferior a 18 anos, presença de glossectomias e/ou pelvectomias que impedissem a realização da avaliação, paralisia ou paresia de língua e comprometimentos cognitivos. Os critérios de inclusão foram possuir idade superior a 18 anos e ter assinado o termo de consentimento livre e esclarecido (anexo 1) autorizando sua participação na pesquisa.

Os indivíduos foram distribuídos em dois grupos: grupo de estudo e grupo controle. O grupo de estudo foi constituído por pacientes dos Ambulatórios de disfagia e de câncer de cabeça e pescoço com hipotensão lingual grave e o grupo controle por pacientes do Ambulatório de voz e por acompanhantes, com normotensão lingual, pareados por gênero, idade e classificação de índice de massa corporal com o grupo de estudo (Mortimore et al., 2000; Solomon et al., 2000).

Primeiramente, os indivíduos dos Ambulatórios de disfagia e de câncer de cabeça e pescoço foram convidados a fazerem parte do estudo e aqueles que aceitaram e concordaram em assinar o termo de consentimento livre e esclarecido foram submetidos à avaliação fonoaudiológica miofuncional (anexo 2), onde foram avaliados, por dois examinadores (um graduando e um professor da área de motricidade orofacial), a tensão, mobilidade, postura habitual observada e relatada pelo participante, aspecto morfológico da língua e características do frênulo lingual.

Na avaliação da tensão lingual era solicitado ao participante protruir a língua e empurrá-la contra o dedo enluvado do avaliador e contra uma espátula posicionada, verticalmente, a poucos centímetros dos lábios, durante 10 segundos. Os avaliadores classificavam a língua como hipertensa quando a musculatura era capaz de realizar a protrusão e imprimir excessiva força contra uma resistência firme feita pela espátula e pelo dedo; normotensa quando a musculatura era capaz de realizar a protrusão, imprimir força contra uma resistência firme feita pela espátula e pelo dedo e manter a força sem tremores e sem deformação; levemente hipotensa quando a musculatura era

capaz de realizar a protrusão, imprimir força contra uma resistência firme feita pela espátula e pelo dedo e manter a força, podendo haver tremores leves e dobramento da ponta da língua para cima ou para baixo; moderadamente hipotensa quando a musculatura era capaz de realizar a protrusão e exercer força moderada contra uma resistência firme feita pela espátula e pelo dedo, havendo tremores e dobramento da ponta da língua para cima ou para baixo; ou gravemente hipotensa quando a musculatura era fraca, conseguindo resistir levemente contra uma resistência firme feita pela espátula e pelo dedo, havendo tremores, deformação, podendo ou não ser capaz de realizar protrusão para fora da cavidade oral. Na avaliação da postura habitual, a língua do participante era observada pelos avaliadores que, em seguida, perguntavam o local onde a língua usualmente se encontrava na boca, solicitando ao mesmo que apontasse o local. No primeiro caso, a língua era classificada em adequada, anteriorizada, rebaixada ou não visualizada, e no segundo caso, entre os dentes, nos dentes inferiores, nos dentes superiores, na região alveolar superior ou na região alveolar inferior. Para avaliar a mobilidade era solicitado ao participante abrir a boca e movimentar a língua para direita, para esquerda, para cima e para baixo, segundo modelo. Os avaliadores classificavam a mobilidade de língua como adequada ou alterada. A classificação do aspecto morfológico da língua era realizada por inspeção visual e podia ser classificada como inalterada, fissurada, alargada ou geográfica. Para avaliar o frênulo lingual, era solicitado ao participante protruir a língua e elevar sua ponta na região da papila palatina, devendo o mesmo, ser classificado em normal, anteriorizado, curto ou curto e anteriorizado. Por fim, era questionado o peso e a altura de cada participante para que fosse calculado o índice de massa corporal, pela divisão do valor da massa corporal em quilogramas pelo quadrado da estatura em metros. Em seguida, o indivíduo era classificado em abaixo do peso (abaixo de 18,5), saudável (de 18,5 a 24,9), sobrepeso (de 25 a 29,9), obeso (30 a 39,9) e obeso mórbido (acima de 40) (WHO, 1995).

Sabendo-se que a avaliação clínica seria realizada por meio da observação dos avaliadores, levando em consideração a experiência clínica de cada um, os dois avaliadores examinavam sigilosamente a língua dos participantes e, ao término das duas avaliações, os mesmos se reuniam e revelavam, cada qual, a sua impressão clínica. Somente foram submetidos à avaliação quantitativa os participantes que obtiveram a classificação de hipotensão grave segundo a avaliação dos dois examinadores.

Após a realização da avaliação quantitativa de 11 indivíduos com hipotensão lingual grave, foi realizado um levantamento entre os indivíduos do Ambulatório de voz e acompanhantes de pacientes, a fim de encontrar o mesmo número de indivíduos, com mesma idade, gênero e classificação de índice de massa corporal, de cada um dos integrantes do grupo de estudo, que aceitassem fazer parte da pesquisa em questão e concordassem em assinar o termo de consentimento livre e esclarecido (anexo 1). Estes indivíduos foram submetidos à avaliação fonoaudiológica miofuncional (anexo 2) realizada por dois examinadores, executando os mesmos procedimentos realizados no grupo de estudo. Foram submetidos à avaliação quantitativa somente os participantes que obtiveram a classificação de normotensão lingual pelos dois examinadores.

A avaliação quantitativa da força de língua foi realizada por meio de um instrumento (anexo 5) desenvolvido pelo Grupo de Engenharia Biomecânica da Universidade Federal de Minas Gerais que trabalha em parceria com a Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais - CETEC. O aparelho é composto por um computador; uma placa de aquisição de dados marca Ontrak, modelo ADU100, com tensão e alimentação ajustada para 10 V; um transdutor de pressão marca Warne, modelo WTP-4010, faixa nominal de 250 KPa; um tubo flexível; e um conjunto pistão cilindro acoplado a um protetor oral duplo, de silicone, do mesmo tipo utilizado pelos boxeadores, e a uma haste de acionamento do êmbolo. O conjunto pistão-cilindro constitui-se de uma seringa hipodérmica de vidro, marca Yale, de capacidade nominal 5 mL, preenchida com água até o volume de 1 mL. A área da seção transversal do pistão é de  $1,15 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ . A haste de acionamento é o elemento de transmissão da força da língua ao conjunto pistão-cilindro, possui formato anatômico com superfície de acomodação da língua côncava, permitindo ajustar a distância de aplicação da força e impedindo a geração de pressões negativas.

Antes das medições de cada indivíduo, o bocal era totalmente recoberto por um filme de PVC transparente atóxico (Doctor Film) com a finalidade de tornar simples e rápida a higienização. O filme de PVC era removido logo após as medições daquele indivíduo e o aparelho higienizado com álcool 70%.

O protetor oral era encaixado na boca do participante de modo que os dentes permanecessem no bocal e os incisivos centrais não se apoiassem na haste de acionamento do êmbolo. O indivíduo tinha um tempo de 15 segundos para acomodação. Passado esse tempo era solicitado ao participante empurrar a haste de

acionamento do êmbolo com a língua, na direção axial, com a maior força que fosse capaz de realizar e manter por 10 segundos. Tal procedimento era realizado por mais três vezes, totalizando quatro medições, com intervalos de um minuto entre elas e com reforço positivo em cada medição, sendo a primeira desconsiderada.

A força exercida pela língua do indivíduo era convertida em pressão pelo conjunto pistão-cilindro. O fluido manométrico empregado era praticamente incompressível e permitia que o comprimento da parte ejetada do pistão pudesse ser sempre repetido, o que minimizava os efeitos do grau de distensão da língua no nível da força gerada. A pressão medida era reconvertida em força pelo sistema externo por meio da relação  $F = P \times S$ , onde  $F$  é a força medida em N,  $P$  é a pressão medida em Pa e  $S$  é a área efetiva da seção transversal do conjunto pistão-cilindro medida em  $m^2$ . Durante a aplicação de força pelo indivíduo, o computador registrava os pares Força x Tempo, que correspondem aos valores da força  $F$  e o intervalo de tempo  $T$  decorrido desde o início do ensaio, o que resultava no perfil do sinal gerado. O sinal de excitação era registrado em milivolt e os dados eram, posteriormente, transformados para newtons. Os valores de força foram amostrados e registrados à taxa de 10 s/s em que s/s significa *samples per seconds*.

Foram analisadas as forças média e máxima da língua de cada indivíduo avaliado. A força média refere-se à média de todas as forças empregadas por aquele indivíduo durante as três medições, e a força máxima refere-se à média dos maiores valores obtidos em cada medição. Os sinais foram tratados em computador por um *software* especialmente desenvolvido para esta finalidade, sobre a plataforma MATLAB, que realizava o monitoramento de ensaio em tempo real, permitindo a definição dos valores do tempo total do ensaio e do número de amostras armazenadas por série. Finalmente, foram comparados os valores de força média e máxima de língua dos indivíduos com hipotensão grave de língua com valores obtidos por indivíduos com normotensão de língua, que constituíram o grupo controle.

Os dados coletados receberam tratamento estatístico adequado, utilizando-se o teste t-Student com nível de significância de 5%.

## 4 RESULTADOS

A distribuição da amostra de acordo com todos os aspectos avaliados encontra-se nos anexos 3 e 4.

**Quadro 1- Média dos valores de força máxima e média em newtons de cada participante do grupo de estudo e do grupo controle**

	Força máxima		Força média	
	Grupo de estudo	Grupo controle	Grupo de estudo	Grupo controle
1	4,83±0,43 N	11,78±1,39 N	2,73±0,38 N	7,83±0,55 N
2	5,59±0,12 N	27,99±3,75 N	3,12±0,25 N	20,33±2,92 N
3	4,54±0,51 N	19,71±1,78 N	2,43±0,54 N	15,11±1,12 N
4	3,93±0,85 N	6,45±0,75 N	2,21±0,32 N	4,55±0,52 N
5	2,66±0,52 N	29,62±1,91 N	1,38±0,24 N	21,56±2,82 N
6	5,61±0,95 N	20,63±1,85 N	3,90±0,35 N	14,54±0,43 N
7	1,03±0,26 N	12,88±0,92 N	0,65±0,20 N	9,53±1,54 N
8	1,59±0,88 N	10,31±2,92 N	0,71±0,28 N	5,06±1,14 N
9	1,87±0,20 N	22,70±3,39 N	1,15±0,23 N	15,57±2,53 N
10	1,97±0,16 N	17,14±3,45 N	1,00±0,27 N	11,12±1,54 N
11	5,50±0,47 N	28,76±2,61 N	3,68±0,30 N	18,7±1,86 N

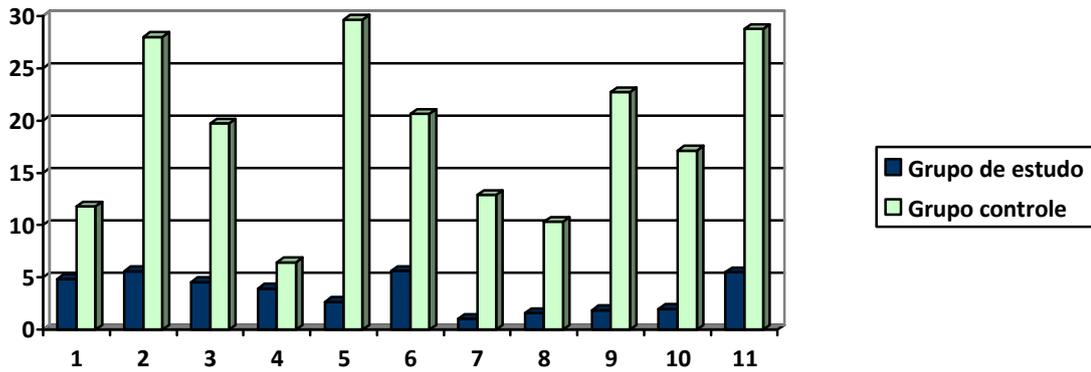


Figura 1 - Distribuição gráfica dos valores de força máxima em newtons: grupo de estudo x grupo controle

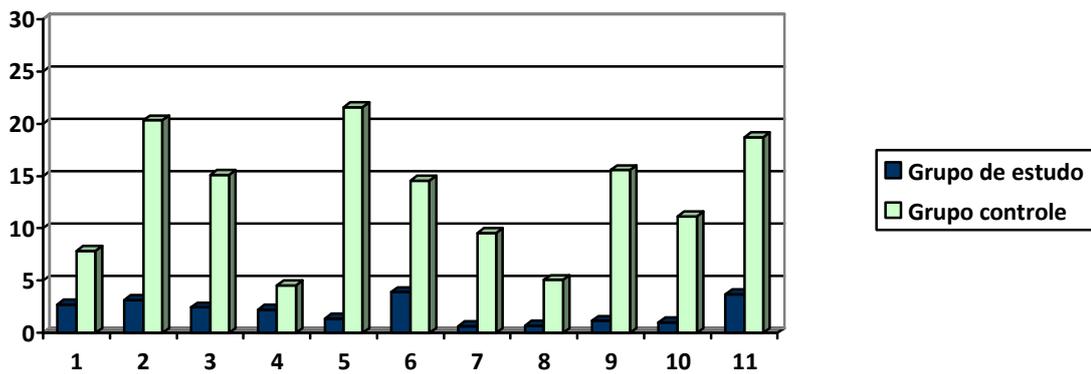


Figura 2 - Distribuição gráfica dos valores de força média em newtons: grupo de estudo x grupo controle

**Tabela 1 - Média dos valores de força máxima e média em newtons do grupo de estudo e do grupo controle**

	Grupo de estudo	Grupo controle	p-valor
Força máxima	3,56±1,77 N	18,91±7,95 N	< 0,001
Força média	2,09±1,18 N	13,08±5,91 N	< 0,001

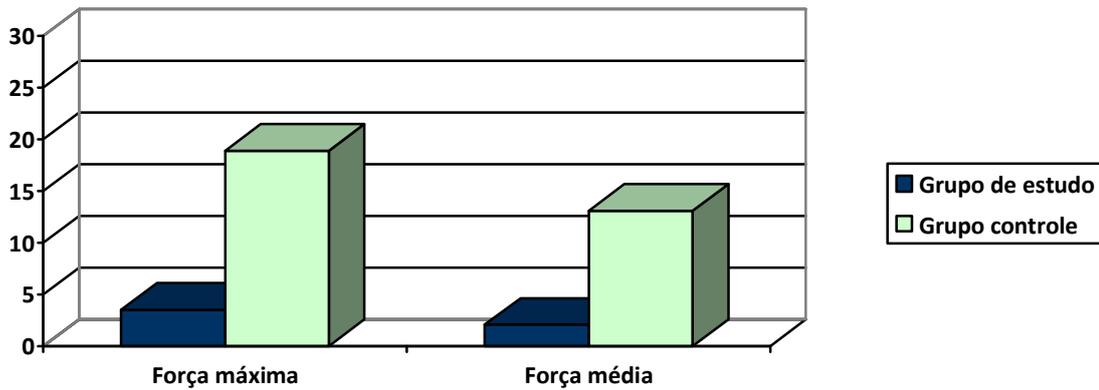


Figura 3 – Distribuição gráfica dos valores médios de força máxima e média em newtons do grupo de estudo e do grupo controle

**Tabela 2 – Média dos valores de força máxima e média em newtons do grupo de estudo e do grupo controle por sexo**

Sexo	Grupo de estudo			Grupo controle		
	Masculino	Feminino	p-valor	Masculino	Feminino	p-valor
Fmáx	3,16±1,80 N	4,25±1,70 N	0,355	19,28±7,88 N	18,24±9,25 N	0,858
Fméd	1,74±1,00 N	2,70±1,36 N	0,285	13,57±6,29 N	12,23±5,98 N	0,737

Legenda:

Fméd = força média

Fmáx = força máxima

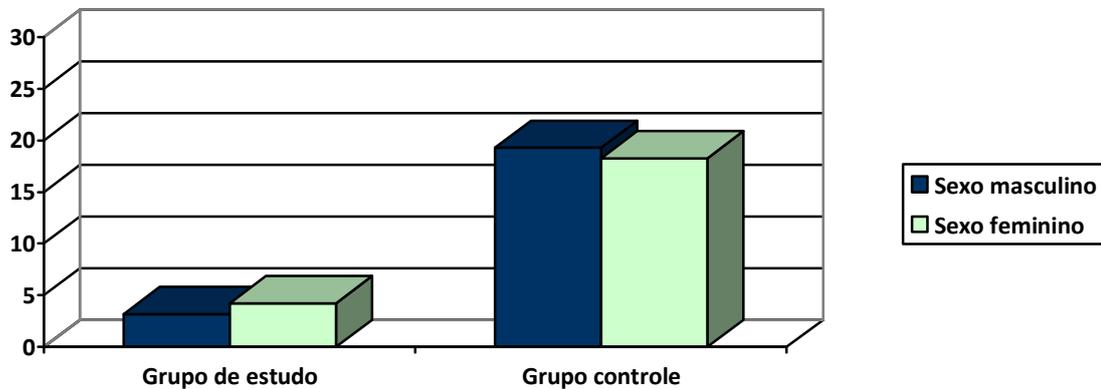


Figura 4 – Distribuição gráfica dos valores médios de força máxima em newtons do grupo de estudo e do grupo controle nos sexos masculino e feminino

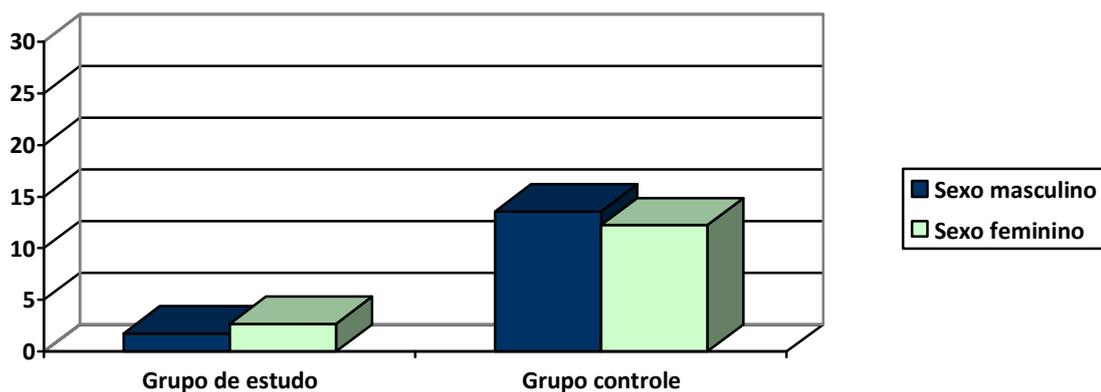


Figura 5 – Distribuição gráfica dos valores médios de força média em newtons do grupo de estudo e do grupo controle nos sexos masculino e feminino

**Tabela 3 – Média dos valores de força máxima e média em newtons do grupo de estudo e do grupo controle por faixa etária**

Faixa etária	Grupo de estudo			Grupo controle		
	Adultos	Idosos	p-valor	Adultos	Idosos	p-valor
Fmáx	4,64±1,56 N	2,65±1,47 N	0,062	22,84±5,21 N	15,62±8,72 N	0,128
Fméd	2,83±1,17 N	1,47±0,84 N	0,067	15,96±3,63 N	10,68±6,65 N	0,139

Legenda:

Fméd = força média

Fmáx = força máxima

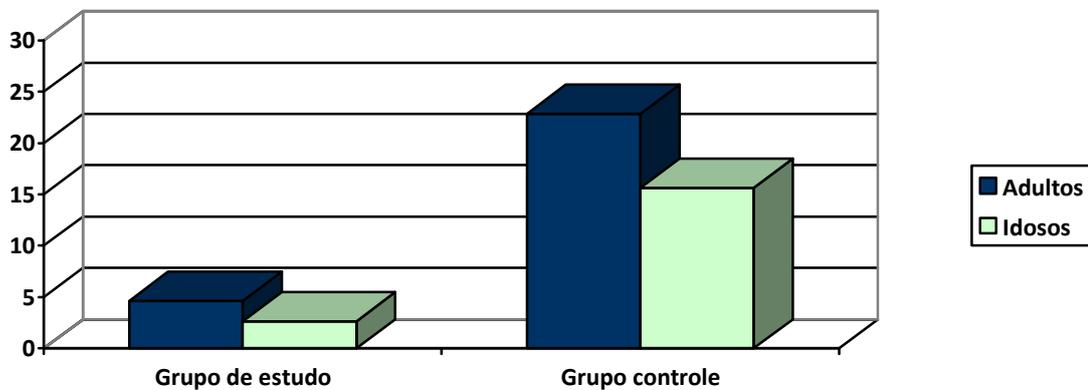


Figura 6 – Distribuição gráfica dos valores médios de força máxima em newtons do grupo de estudo e do grupo controle nos indivíduos adultos e idosos

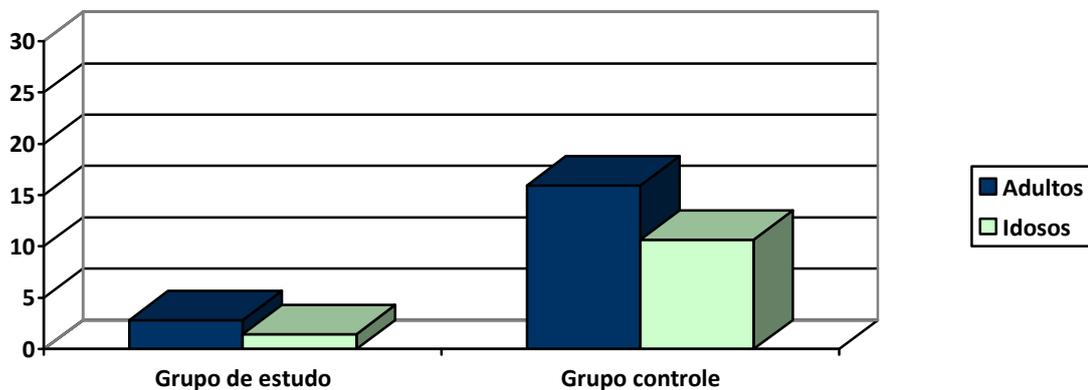


Figura 7 – Distribuição gráfica dos valores médios de força máxima em newtons do grupo de estudo e do grupo controle nos indivíduos adultos e idosos

**Tabela 4 - Média dos valores de força máxima e média em newtons do grupo de estudo e do grupo controle de acordo com o índice de massa corporal**

IMC	Grupo de estudo			Grupo controle		
	Abaixo Peso	Saudável	Sobrepeso	Abaixo Peso	Saudável	Sobrepeso
Fmáx (N)	3,32±3,24	3,71±1,68	3,25±1,81	16,75±5,48	19,66±9,87	18,42±1,82
Fméd (N)	2,27±2,30	2,14±1,10	1,71±1,01	12,03±3,54	13,37±7,37	13,11±2,82

Legenda:

IMC = índice de massa corporal

Fméd = força média

Fmáx = força máxima

**Quadro 2 - Comparação dos valores de força máxima no grupo de estudo de acordo com o índice de massa corporal**

	Abaixo do Peso	Saudável	Sobrepeso
Abaixo do Peso	-	p=0,896	p=0,984
Saudável	p=0,896	-	p=0,804
Sobrepeso	p=0,984	p=0,804	-

**Quadro 3 - Comparação dos valores de força máxima no grupo controle de acordo com o índice de massa corporal**

	Abaixo do Peso	Saudável	Sobrepeso
Abaixo do Peso	-	p=0,765	p=0,753
Saudável	p=0,765	-	p=0,765
Sobrepeso	p=0,753	p=0,765	-

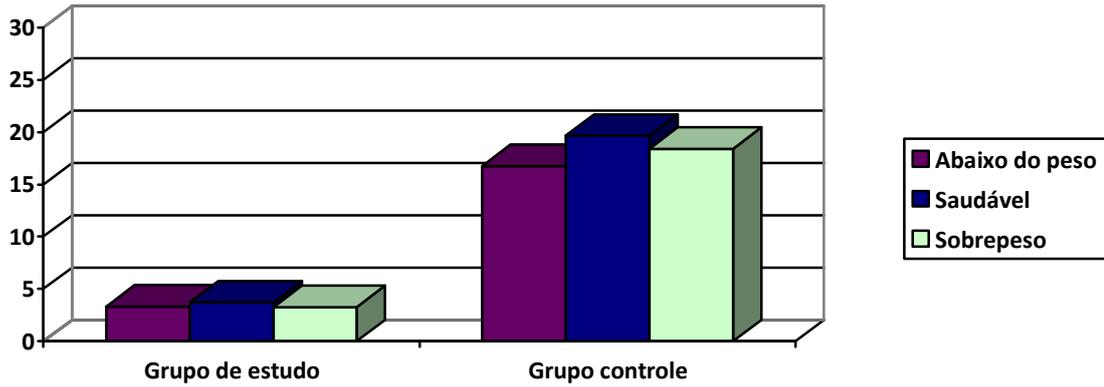


Figura 8 – Distribuição gráfica dos valores médios de força máxima em newtons do grupo de estudo e do grupo controle nos indivíduos classificados pelo índice de massa corporal

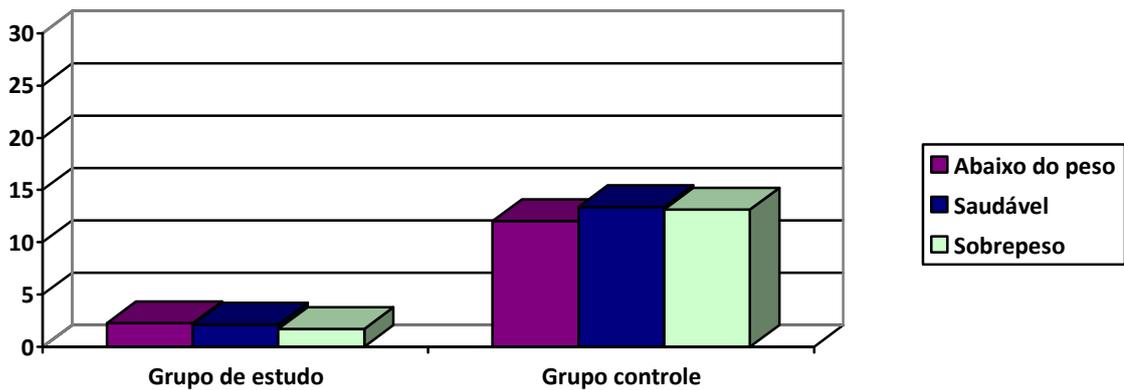


Figura 9 – Distribuição gráfica dos valores médios de força média em newtons do grupo de estudo e do grupo controle nos indivíduos classificados pelo índice de massa corporal

**Tabela 5 - Média dos valores de força máxima e média em newtons do grupo de estudo de acordo com o tempo de doença**

Tempo de doença	Menos de 10 anos	10 anos ou mais	p-valor
Força máxima	4,15±1,43 N	2,52±2,02 N	0,229
Força média	2,42±0,96 N	1,51±1,45 N	0,327

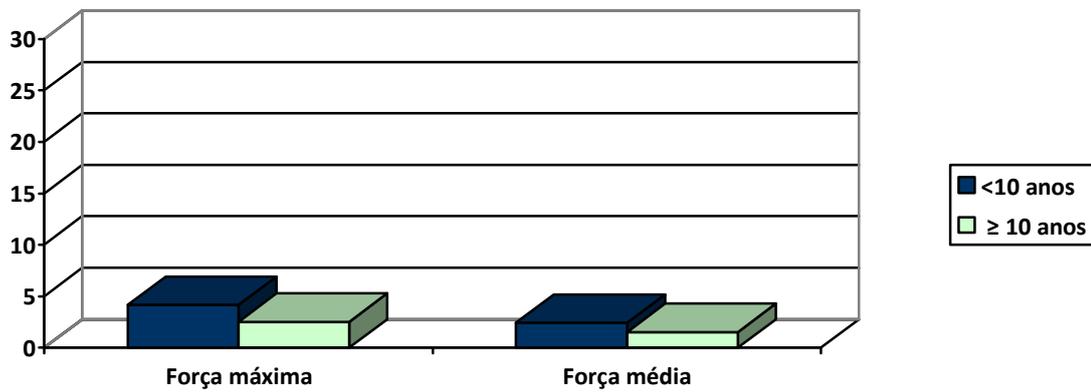


Figura 10 – Distribuição gráfica dos valores médios de força máxima e média em newtons do grupo de estudo de acordo com o tempo de doença

## 5 DISCUSSÃO

Os resultados desta pesquisa foram obtidos por meio da medição da força estática da língua que é a força exercida pelo músculo durante a contração isométrica, podendo, esta força, ser medida por meio de métodos objetivos, subjetivos ou semiobjetivos (Hollmann, Hettinger, 1989). No que diz respeito aos métodos semiobjetivos, não foram encontrados na literatura estudos que empregassem, na avaliação da força da língua, a dinamometria (McArdle et al., 1992), entretanto alguns estudos utilizaram a tensiometria (Dworkin, 1980; Dworkin et al., 1980a; Dworkin et al., 1980b; Hartman et al., 1980; Scardella et al.; 1993). Também não se encontrou métodos objetivos sejam eles diretos como a medida da força exercida pelo tendão ou indiretos por avaliação do perímetro muscular, determinação da área transversal do músculo (Enoka, 2000) ou eletromiografia (Malta et al., 2006; Staudenmann et al., 2006). Alguns estudos citam o emprego da eletromiografia, mas não com o propósito de se verificar a força máxima da língua e sim com objetivos de verificar a presença de fadiga muscular durante as medições (Scardella et al., 1993) e de estabelecer uma comparação da atividade eletromiográfica com a força exercida pela língua em tarefas de manutenção de 50% e 75% da força máxima (Mortimore, Douglas, 1996).

No presente estudo, foram analisadas as forças médias e máximas da língua de cada indivíduo. A força máxima ou a pressão máxima exercida pela língua foi pesquisada em todos os estudos encontrados na literatura (Dworkin, 1980; Dworkin et al., 1980a; Dworkin et al., 1980b; Hartman et al., 1980; Dworkin, Aronson, 1986; Robbins et al., 1995; Crow, Ship, 1996; Mortimore, Douglas, 1996; Murdoch et al., 1998; Mortimore et al., 2000; Sha et al., 2000; Weijnem et al., 2000; Hayashi et al., 2002; Scardella et al., 2003; Motta et al., 2004; McAuliffe et al., 2005; Yoshida et al., 2006; Stierwalt, Youmans, 2007), porém, alguns consideraram apenas a maior força ou pressão obtida dentre todos os ensaios (Robbins et al., 1995; Murdoch et al., 1998; Mortimore et al., 1999; Solomon et al., 2000; McAuliffe et al., 2005). Em nenhum estudo a análise foi baseada somente na força média. Alguns autores analisaram as duas medidas (Robinovitch et al., 1991; Clark et al., 2003) e verificaram que tanto a força/pressão máxima quanto a média foram estatisticamente relacionadas com a avaliação subjetiva da força de língua o que indica que ambas as medidas são adequadas para definição da força da língua. Uma vantagem da força máxima é que ela não precisa ser calculada, sendo, portanto, mais prática.

A força na direção axial, pesquisada neste estudo, foi também investigada por outros autores (Dworkin, 1980; Dworkin et al., 1980a; Dworkin et al., 1980b; Hartman et al., 1980; Dworkin, Aronson, 1986; Mortimore, Douglas, 1996; Mortimore et al., 1999; Mortimore et al., 2000; Scardella et al., 2003; Motta et al., 2004). Alguns trabalhos empregaram aparelhos que mediam a força ou a pressão exercida pela língua em direção cranial (Robinovitch et al., 1991; Robbins et al., 1995; Crow, Ship, 1996; Murdoch et al., 1998; Sha et al., 2000; Solomon et al., 2000; Weijnem et al., 2000; Hayashi et al., 2002; Clark et al., 2003; McAuliffe et al., 2005; Yoshida et al., 2006; Stierwalt, Youmans, 2007), sendo que geralmente nestes estudos os aparelhos possuíam um balão que, posicionado na boca do indivíduo, media a pressão com que a língua empurrava-o contra o palato. Neste caso não é possível medir a área exata onde está sendo realizada a força, o que dificulta a comparação dos achados com os do presente estudo. Outros trabalhos investigaram, também, a força nas direções laterais direita e esquerda e verificaram que a força da língua foi significativamente maior na direção axial do que nas laterais (Dworkin, 1980; Dworkin et al., 1980a; Dworkin et al., 1980b; Hartman et al., 1980; Dworkin, Aronson, 1986).

Para cada direção em que a língua exerce força estão envolvidos diferentes músculos, extrínsecos e/ou intrínsecos. Na direção axial o movimento de anteriorização da língua envolve a contração do músculo genioglosso e de músculos intrínsecos da língua responsáveis pelo afilamento deste órgão. Logo, a medida de força da língua nesta direção envolve mais a musculatura intrínseca do que na direção cranial. Considerando-se que a fraqueza de um músculo em especial pode afetar mais uma direção de medição do que outra, os resultados obtidos serão diferentes para cada direção.

A amostra do presente estudo constituiu-se de uma ampla faixa etária, composta por indivíduos com idades de 19 a 89 anos e média de 60,36 anos. Faixa etária semelhante foi utilizada em outros estudos (Crow, Ship, 1996; Clark et al., 2003; Stierwalt, Youmans, 2007). O emprego de uma ampla faixa etária justifica-se pela dificuldade de se encontrar indivíduos com grave diminuição da tensão lingual, sendo que uma restrição na idade dos indivíduos acarretaria em diminuição do tamanho da amostra.

As diferenças metodológicas dificultaram a comparação entre os valores de força ou pressão dos diferentes estudos levantados na revisão bibliográfica, uma vez que, a quantidade de força que a língua é capaz de exercer depende de uma série de

fatores como o grau de protrusão, a direção do movimento, a distância entre a mandíbula e a maxila, a região da língua que está em contato com o sensor e a área sobre a qual é aplicada a pressão lingual, sendo que uma falha na reprodutibilidade de qualquer um destes parâmetros provoca uma grande variação na magnitude dos resultados obtidos.

No presente estudo, verificou-se que os valores de força máxima foram significativamente maiores em indivíduos com normotensão quando comparados com indivíduos com grave hipotensão lingual. Do mesmo modo, outros estudos também verificaram relação semelhante ao comparar a força ou pressão máxima de língua de indivíduos com normotensão e com hipotensão grave (Clark et al., 2003), entre indivíduos disártricos e com articulação adequada (Dworkin et al., 1980a; Dworkin, Aronson, 1986), entre laringectomizados totais que não conseguiram adquirir a voz esofágica e participantes que utilizavam o código linguístico oral como principal meio de comunicação (Hartman et al., 1980), entre portadores de esclerose múltipla e indivíduos sem a doença (Murdoch et al., 1998), entre participantes disfágicos e sem alterações da deglutição (Robinovitch et al., 1991; Stierwalt, Youmans, 2007) e entre portadores de miastenia gravis bulbar e indivíduos sem a doença (Weijnen et al., 2000).

Observou-se, também, diferença significativa entre os valores de força média desses dois grupos, o que concorda com estudos onde foram comparadas as forças ou pressões médias entre indivíduos com normotensão e com hipotensão grave de língua (Clark et al., 2003) e entre participantes disfágicos e sem alterações de deglutição (Robinovitch et al., 1991).

No presente estudo, verificou-se que o valor médio das forças máximas em newtons dos indivíduos com grave hipotensão de língua, mesmo ao ser convertido para outras unidades de medida (aproximadamente 363,26 g ou 30,96 KPa), apresentou-se próximo dos que foram obtidos em estudos com indivíduos portadores de miastenia bulbar, ocular e em remissão clínica (Weijnen et al., 2000), sujeitos disfágicos com alteração da fase oral da deglutição (Robinovitch et al., 1991; Stierwalt, Youmans, 2007), participantes com Doença de Parkinson (McAuliffe et al., 2005) e portadores de esclerose múltipla (Murdoch et al., 1998). Entretanto, valores superiores foram encontrados em pacientes disártricos (Dworkin et al., 1980a; Dworkin, Aronson, 1986), portadores de esclerose lateral amiotrófica (Dworkin, 1980) e laringectomizados totais que utilizavam a voz esofágica (Dworkin et al., 1980b), o que pode ser explicado pelas

diferenças entre as doenças de base desses indivíduos que nem sempre provocam hipotensão grave de língua.

Um estudo que quantificou a força máxima de língua de indivíduos que, na avaliação subjetiva, foram classificados como gravemente hipotensos, encontrou média dos valores de pressão máxima de 14 KPa, que está abaixo dos valores encontrados nesta pesquisa (Clark et al., 2003). Entretanto, as medições foram realizadas na direção cranial, recrutando grupos musculares diferentes.

O valor médio das forças médias em newtons dos indivíduos com grave hipotensão de língua, ao ser convertido para outras unidades de medida, equivale a 213,26 g ou 18,17 KPa. Existem na literatura poucos estudos que analisaram a força ou pressão média da língua. Dentre eles, valores semelhantes foram encontrados em sujeitos disfágicos (Robinovitch et al., 1991). Já em indivíduos com língua extremamente fraca na avaliação clínica, encontrou-se valores abaixo daqueles mensurados nesta pesquisa o que pode ser devido às diferenças entre os aparelhos utilizados nas avaliações objetivas e/ou entre as circunstâncias das medições incluindo a direção da força (Clark et al., 2003).

Analisando-se a média das forças máximas dos indivíduos com normotensão de língua encontrou-se valores equivalentes a aproximadamente 1929,59 g ou 164,43 KPa. A grande variação de valores entre os sujeitos é decorrente da não homogeneidade da amostra que está relacionada com a idade e constituição anátomo-fisiológica de cada indivíduo. Alguns estudos obtiveram resultados semelhantes de força axial máxima em indivíduos normotensos (Dworkin, 1980; Dworkin et al., 1980b; Hartman et al., 1980; Motta et al., 2004), enquanto outros trabalhos encontraram valores de pressão máxima de língua inferiores (Murdoch et al., 1998; Solomon et al., 2000; Hayashi et al., 2002; Clark et al., 2003; Stierwalt, Youmans, 2007), fato que pode ser explicado por diferenças entre os aparelhos empregados os quais utilizavam balões de borracha ao invés de extensômetros e entre a direção de medição da força, uma vez que estes estudos utilizaram a direção cranial. Há ainda estudos que obtiveram valores maiores de força máxima em indivíduos normais (Dworkin et al., 1980a; Mortimore et al., 2000; Sha et al., 2000), que pode ser explicado pelas diferenças entre os aparelhos empregados nas medições e/ou pela utilização de feedback visual.

Os valores de força média em newtons dos indivíduos com normotensão de língua tiveram o valor médio equivalente a 1.334,69 g ou 113,74 KPa. Dentre os poucos estudos que analisaram a força ou pressão média dos participantes encontrou-

se valores semelhantes em indivíduos saudáveis (Robinovitch et al., 1991) e valores inferiores de força média em indivíduos com normotensão lingual (Clark et al., 2003). A diferença entre os resultados dos estudos pode ser explicada novamente pela utilização de métodos de avaliação objetiva distintos, tanto no aparelho empregado nas medições quanto na direção da força pesquisada.

Não houve diferença significativa de força máxima ou média de língua na avaliação objetiva entre os sexos tanto no grupo de estudo quanto no grupo controle. A literatura, neste aspecto, é controversa, e este achado concorda com estudos de alguns autores (Hayashi et al., 2002; Clark et al., 2003; McAuliffe et al., 2005; Yoshida et al., 2006). Outros estudos, no entanto, verificaram que, em indivíduos saudáveis, a força ou pressão máxima exercida pela língua foi menor no sexo feminino do que no masculino (Dworkin et al., 1980a; Dworkin, Aronson, 1986; Crow, Ship, 1996; Mortimore et al., 1999; Stierwalt, Youmans, 2007) o que pode ser explicado pelo fato de que os homens possuem mais massa muscular do que as mulheres. É possível que diferenças significativas entre a força da língua e o sexo aconteçam com o aumento do tamanho da amostra, uma vez que, este achado foi verificado apenas em estudos com grande número de participantes. No entanto, em um estudo realizado com indivíduos saudáveis verificou-se que quando foi considerado o índice de massa corporal livre de gordura não houve diferenças significativas entre os sexos (Mortimore et al., 1999).

No grupo de estudo, a média das forças máximas em newtons, convertida para outras unidades de medida, foi aproximadamente 322,45 g no sexo masculino e 433,67 g no sexo feminino ou 27,48 KPa e 36,96 KPa nos sexos masculino e feminino, respectivamente. Pesquisas que avaliaram a pressão máxima da língua na direção cranial de pacientes com alterações na fase oral da deglutição encontraram valores menores (Yoshida et al., 2006), o que era esperado devido à diferença no método de medição. Estudos com metodologia semelhante realizados com pacientes disártricos encontraram valores superiores nos dois sexos, sendo 3.356 g no masculino e 2.812 g no feminino (Dworkin et al., 1980a), o que pode ser explicado pelo tipo de doença da amostra, uma vez que, a disartria nem sempre vem acompanhada por hipotensão grave de língua. Ressalta-se ainda que não foi realizada avaliação subjetiva no estudo para verificar a tensão de língua dos participantes.

No grupo de indivíduos com normotensão de língua, a média das forças máximas em newtons, transformadas para outras unidades de medida, foi aproximadamente 1.967,35 g e 1.861,22 g ou 167,65 KPa e 158,61 KPa para os sexos

masculino e feminino, respectivamente. Estes valores discordam dos obtidos em outros estudos que mediram a pressão máxima da língua de indivíduos saudáveis na direção cranial e obtiveram valores menores nos dois sexos (Crow, Ship, 1996; Stierwalt, Youmans, 2007). Estudos semelhantes encontraram valores superiores (Dworkin et al., 1980a; Mortimore et al., 1999) que podem ser explicados pelas diferenças entre os aparelhos empregados nas medições e/ou pela utilização de feedback visual.

A média das forças médias em newtons no grupo de estudo, ao ser convertida para outras unidade de medida, foi equivalente a 177,55 g no sexo masculino e 275,51 g no sexo feminino ou 15,22 KPa e 23,48 KPa nos sexos masculino e feminino, respectivamente. Já a força média em newtons dos indivíduos normotensos foi equivalente a 1.384,69 g e 1.247,96 g ou 118,00 KPa e 106,35 KPa nos sexos masculino e feminino, respectivamente. Os estudos encontrados na literatura que analisaram a força média não separaram a amostra por sexo, impossibilitando comparações.

Para verificar o efeito da idade na força da língua a amostra foi dividida em adultos (indivíduos abaixo de 60 anos) e idosos (indivíduos acima de 60 anos). A idade de 60 anos como limite divisório foi escolhida porque, devido à atrofia e perda de neurônios motores após os 60 anos, tem-se, também, perda de massa muscular (Crow, Ship, 1996).

Não foram encontradas diferenças significativas entre os indivíduos adultos e idosos, tanto no grupo de estudo quanto no grupo controle, o que também foi verificado em outras pesquisas (Dworkin et al., 1980a; Dworkin et al., 1980b; Hartman et al., 1980; Stierwalt, Youmans, 2007). No entanto, os valores de força foram menores nos indivíduos idosos do que nos adultos, sendo que no grupo de estudo os p-valores foram próximos ao ponto de corte estabelecido. Outras pesquisas, realizadas com indivíduos saudáveis, nas quais as amostras foram maiores, encontraram valores de força ou pressão de língua menores em idosos do que nos indivíduos jovens (Crow, Ship, 1996; Mortimore et al., 1999; Mortimore et al., 2000; Hayashi et al., 2002; Clark et al., 2003).

A força máxima de língua em newtons de indivíduos adultos do grupo de estudo, em outras unidades de medida, foi equivalente a 473,47 g ou 40,35 KPa, enquanto a força máxima dos idosos do grupo de estudo girou em torno de 270,41 g ou 23,04 KPa. Outros estudos, embora utilizando a direção cranial de medição, encontraram valores semelhantes de pressão máxima, como por exemplo,  $37,80 \pm 16,39$  KPa e  $33,55 \pm 16,82$

KPa em indivíduos disfágicos abaixo e acima de 70 anos (Stierwalt, Youmans, 2007) e  $27,53 \pm 12,64$  KPa em idosos portadores de Doença de Parkinson (McAuliffe et al., 2005). Sabendo-se que os estudos que utilizaram esta direção de medição em indivíduos normotensos obtiveram valores menores de pressão do que os que empregaram a direção axial pode-se deduzir, a partir dos valores dos indivíduos idosos, que, embora não tenha sido realizada avaliação clínica da tensão da língua, estes indivíduos não possuíam grave hipotensão lingual.

No grupo de indivíduos com normotensão de língua verificou-se valores de força máxima equivalentes a 2.330,61 g e 1593,88 g ou 198,61 KPa e 135,83 KPa, para adultos e idosos, respectivamente. Outros estudos da literatura encontraram valores menores tanto para indivíduos adultos quanto para idosos ao pesquisarem a pressão máxima da língua na direção cranial (Robbins et al., 1995; Stierwalt, Youmans, 2007).

A força média de língua em newtons dos indivíduos do grupo de estudo, convertida para outras unidades de medida, foi aproximadamente 288,77 g e 150,00 g ou 24,61 KPa e 12,78 KPa para indivíduos adultos e idosos, respectivamente. Já a força média em newtons do grupo controle, transformada para outras unidades foi de 1.628,57 g e 1.089,80 g ou 138,78 KPa e 92,87 KPa para indivíduos adultos e idosos, respectivamente. Uma vez que os estudos encontrados na literatura que analisaram a força média não separaram a amostra por idade, não foi possível estabelecer comparações.

No presente estudo, não houve relação significativa entre índice de massa corporal e força máxima da língua. Na literatura, alguns estudos encontraram relação inversa e significativa entre força ou pressão máxima da língua e IMC (Mortimore et al., 2000; Yoshida et al., 2006). Estes estudos continham uma grande amostra. É possível que diferenças significativas entre a força da língua e o IMC aconteçam com o aumento do tamanho amostral.

Os indivíduos do grupo de estudo apresentavam diversas patologias de base (anexo 3), dentre elas, Doença de Parkinson, polineuropatia sensitivo-motora, atrofia de múltiplos sistemas, doença por corpos de lewy, distrofia fascioescapulohumeral e distonia muscular, sendo a doença de Parkinson mais prevalente (quatro indivíduos). Estes diagnósticos foram realizados por neurologistas e o tempo desde o diagnóstico até as medições variou de 2 a 21 anos. Em outros estudos encontrou-se variação de tempo semelhante entre o diagnóstico médico e as medições (Murdoch et al., 1998; McAuliffe et al., 2005). Verificou-se, nesta pesquisa, que não houve relação entre a

força da língua e o tempo de doença, o que concorda com um estudo realizado com indivíduos laringectomizados totais, porém, neste estudo, o tempo entre a cirurgia e as medições variava de 3 a 31 meses (Dworkin et al., 1980b).

O aparelho foi capaz de representar a avaliação clínica e diferenciar o grupo de indivíduos com hipotensão grave do grupo de indivíduos com normotensão. Uma limitação do estudo foi o tamanho reduzido da amostra. Sugere-se que sejam realizadas outras pesquisas com um número maior de indivíduos com grave diminuição da força de língua e com tempos de ensaio e descanso diferentes. Entretanto, o tempo de ensaio não deve ser menor que sete segundos, uma vez que, apesar de indivíduos normais produzirem a força máxima nos primeiros segundos, alguns pacientes com alterações precisam deste tempo completo para atingir o pico (Dworkin et al., 1980a). Apenas um indivíduo do grupo de estudo, portador de Doença de Parkinson, não foi capaz de sustentar a força por 10 segundos em nenhum dos ensaios realizados. Na literatura, estudos que pesquisaram a resistência da língua em tarefas de sustentação de 50% da força máxima por um período prolongado de tempo verificaram que um alto nível de fadiga esteve presente na musculatura da língua de indivíduos com Doença de Parkinson, o que pode explicar o achado (Solomon et al., 2000; McAuliffe et al., 2005). Assim, sugere-se, para as próximas pesquisas, a medição da resistência da língua de indivíduos com grave diminuição da força lingual. A utilização de feedback visual, por meio da visualização do gráfico força x tempo pelo indivíduo a fim de estimulá-lo a aumentar a quantidade de força gerada é outra sugestão para futuras pesquisas (Hartman et al., 1980; Robinovitch et al., 1991; Robbins et al., 1995; Crow, Ship, 1996; Mortimore et al., 2000).

Uma vez que os valores obtidos na avaliação objetiva foram compatíveis com os resultados da avaliação subjetiva, pode-se verificar que o aparelho desenvolvido é eficaz na quantificação da força de língua de indivíduos com grave diminuição da tensão lingual. A utilização deste instrumento na avaliação de motricidade orofacial auxiliará o diagnóstico fonoaudiológico da força de língua e permitirá o acompanhamento desses pacientes, podendo, o terapeuta, registrar e analisar o aumento da força de língua decorrente da intervenção fonoaudiológica, bem como a diminuição da força em casos de doenças degenerativas.

## 6 CONCLUSÕES

1. Foi possível quantificar as forças axiais máxima ( $3,56 \pm 1,77$  N) e média ( $2,09 \pm 1,18$  N) produzidas pela língua de indivíduos com grave hipotensão lingual.
2. Foi possível quantificar as forças axiais máxima ( $18,91 \pm 7,95$  N) e média ( $13,08 \pm 5,91$  N) produzidas pela língua de indivíduos com normotensão lingual.
3. Observou-se diferença significativa entre as forças de língua de indivíduos com grave hipotensão e indivíduos com normotensão lingual.

## 7 ANEXOS

### ANEXO 1

#### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu, Renata Maria Moreira Moraes Furlan, graduanda do curso de Fonoaudiologia da UFMG, e Andréa Rodrigues Motta, professora do mesmo curso, convidamos o(a) Sr(a) para participar de uma pesquisa cujo objetivo é quantificar e comparar as forças produzidas pela língua de indivíduos sem alteração lingual, e de indivíduos com língua fraca.

Primeiramente, será realizada uma avaliação clínica da língua, em que o(a) Sr(a) deverá colocar a língua para fora e empurrá-la contra uma espátula, e em seguida, realizar o mesmo procedimento contra o dedo, com luva, de dois examinadores com a maior força que for capaz de empregar. Também será solicitado mover a língua nas direções direita, esquerda, para cima e para baixo. A seguir será colocado um aparelho em sua boca e solicitado que o empurre com a língua exercendo a maior força que conseguir, por aproximadamente 10 segundos. Este procedimento será repetido por três vezes. Todo o processo terá duração aproximada de 20 minutos.

O procedimento não causará riscos ou dor, mas pode acarretar uma leve e passageira sensação de cansaço na língua. Sua participação nesta pesquisa não lhe trará qualquer benefício direto, mas proporcionará aos profissionais um maior conhecimento a respeito da força da língua, melhorando assim, a atuação terapêutica na área de Fonoaudiologia.

O(a) Sr(a) não pagará nem receberá nenhum valor financeiro ou compensações pessoais pela sua participação na pesquisa em questão. Os dados coletados serão utilizados somente para pesquisa, com publicação dos resultados em revistas e eventos científicos, não sendo divulgada a identificação de nenhum dos participantes.

O(a) Sr(a) tem direito de se manter informado sobre os resultados parciais da pesquisa, e tem a garantia de acesso à esclarecimentos de eventuais dúvidas em qualquer etapa do estudo. Também é garantida a liberdade da retirada do consentimento, caso deseje desistir da pesquisa a qualquer momento, sem nenhum prejuízo.

Caso queira desistir da pesquisa ou obter mais informações sobre a pesquisa, o(a) Sr(a) poderá entrar em contato com as pesquisadoras pelos telefones 3213-2334 (Renata) ou 3248-9117 (Andréa). Em caso de dúvida sobre a ética da pesquisa entre

em contato com o Comitê de ética em pesquisa da UFMG, situado à Avenida Presidente Antônio Carlos, 6627 - Unidade Administrativa II - 2º Andar - Sala 2005 - Cep 31270-901 - BH-MG, telefone (031) 3499-4592 - Fax: (031) 3499-4516 – e-mail: coep@prpq.ufmg.br.

Belo Horizonte, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2007

---

Assinatura do participante

Nome do participante: \_\_\_\_\_ RG: \_\_\_\_\_

---

Andréa Rodrigues Motta  
Pesquisadora responsável

---

Renata Maria Moreira Moraes Furlan  
Graduanda de Fonoaudiologia

## ANEXO 2

## PROTOCOLO PARA AVALIAÇÃO FONOAUDIOLÓGICA MIOFUNCIONAL

Nome: \_\_\_\_\_

Idade: \_\_\_\_\_ Data de nascimento \_\_/\_\_/\_\_ Data da avaliação \_\_/\_\_/\_\_

- 1 - Tensão: ( ) hipertensa  
( ) normotensa  
( ) levemente hipotensa  
( ) moderadamente hipotensa  
( ) gravemente hipotensa
- 2 - Mobilidade: ( ) adequada  
( ) alterada
- 3 - Postura habitual observada: ( ) adequada  
( ) anteriorizada  
( ) rebaixada  
( ) não visualizada
- 4 – Postura habitual relatada pelo paciente: ( ) entre os dentes  
( ) nos dentes inferiores  
( ) nos dentes superiores  
( ) região alveolar inferior  
( ) região alveolar superior
- 5 – Aspecto morfológico: ( ) inalterada  
( ) alargada  
( ) fissurada  
( ) geográfica
- 6 - Frênulo: ( ) normal  
( ) curto  
( ) anteriorizado  
( ) curto e anteriorizado

## ANEXO 3

### DISTRIBUIÇÃO DA AMOSTRA DE ACORDO COM OS RESULTADOS ENCONTRADOS NO GRUPO DE ESTUDO

Caso	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Sexo	Feminino	Feminino	Feminino	Masculino	Masculino	Masculino	Masculino	Masculino	Masculino	Masculino	Feminino
Idade	19 anos	26 anos	45 anos	47 anos	54 anos	71 anos	73 anos	78 anos	80 anos	83 anos	88 anos
Diagnóstico	Miopatia	Distonia	Parkinson	Polineuropatia	Glossectomia	Parkinson	Parkinsonismo	Parkinson	Parkinson	Parkinsonismo	Disfagia
Tempo diag	2 anos	13 anos	11 anos	3 anos	2 anos	20 anos	7 anos	9 anos	21 anos	4 anos	2 anos
Postura	Entre den	Dente inf	Dente inf	Alvéolo sup	Alvéolo inf	Alvéolo inf	Dente inf	Dente sup	Alvéolo sup	Dente inf	Dente sup
Mobilidade	Adequada	Alterada	Alterada	Adequada	Alterada	Alterada	Adequada	Alterada	Adequada	Alterada	Adequada
Aspecto	Inalterada	Inalterada	Alargada	Inalterada	-	Inalterado	Inalterada	Inalterada	Inalterada	Alargada	Inalterada
Frênulo	Normal	Normal	Normal	Normal	Ausente	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
IMC	Abaixo	Saudável	Sobrepeso	Sobrepeso	Saudável	Abaixo	Saudável	Saudável	Saudável	Saudável	Saudável
Fmáx 1(N)	5,51	5,83	1,98	3,97	5,46	1,02	2,18	5,17	1,22	1,75	4,10
Fmáx 2(N)	6,60	4,96	2,12	4,95	5,69	1,30	2,60	4,35	2,60	1,75	4,69
Fmáx 3(N)	4,71	5,71	1,80	4,69	5,61	0,77	3,21	4,96	0,95	2,10	3,01
MédFmáx(N)	5,61±0,95	5,50±0,47	1,97±0,16	4,54±0,51	5,59±0,12	1,03±0,26	2,66±0,52	4,83±0,43	1,59±0,88	1,87±0,20	3,93±0,85
Fméd 1(N)	4,15±0,64	3,96±0,88	1,17±0,43	2,20±0,82	3,29±1,25	0,51±0,19	1,12±0,68	2,97±0,71	0,60±0,29	1,14±0,27	2,11±1,06
Fméd 2(N)	4,04±1,07	3,71±0,56	1,14±0,55	2,04±1,29	3,24±1,43	0,88±0,28	1,42±0,56	2,93±0,74	1,02±0,64	0,92±0,31	2,57±1,23
Fméd 3(N)	3,50±0,49	3,37±1,2	0,68±0,40	3,04±0,96	2,83±1,26	0,55±0,11	1,59±0,75	2,30±1,20	0,50±0,15	1,38±0,48	1,96±0,44
MédFméd(N)	3,90±0,35	3,68±0,30	1,00±0,27	2,43±0,54	3,12±0,25	0,65±0,20	1,38±0,24	2,73±0,38	0,71±0,28	1,15±0,23	2,21±0,32

Legenda:

IMC = índice de massa corporal

Fmáx 1 = força máxima gerada no ensaio 1

Fmáx 2 = força máxima gerada no ensaio 2

Fmáx 3 = força máxima gerada no ensaio 3

MédFmáx = média da força máxima

Fméd 1 = força média gerada no ensaio 1

Fméd 2 = força média gerada no ensaio 2

Fméd 3 = força média gerada no ensaio 3

MédFméd = média da força média

N = Newton

Dente sup = nos dentes superiores

Dente inf = nos dentes inferiores

Alvéolo sup = na região alveolar superior

Alvéolo inf = na região alveolar inferior

Entre den = entre os dentes

Tempo diag = tempo entre o diagnóstico da doença e as medições

## ANEXO 4

### DISTRIBUIÇÃO DA AMOSTRA DE ACORDO COM OS RESULTADOS ENCONTRADOS NO GRUPO CONTROLE

Caso	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Sexo	Feminino	Feminino	Feminino	Masculino	Masculino	Masculino	Masculino	Masculino	Masculino	Masculino	Feminino
Idade	19 anos	24 anos	44 anos	47 anos	53 anos	70 anos	73 anos	76 anos	79 anos	84 anos	87 anos
Postura	Alvéolo sup	Alvéolo sup	Alvéolo sup	Entre dent	Alvéolo sup	Alvéolo sup	Dentes inf	Alvéolo inf	Alvéolo sup	Alvéolo sup	Dentes inf
Mobilidade	Adequada	Adequada	Adequada	Adequada	Adequada	Adequada	Adequada	Adequada	Adequada	Adequada	Adequada
Aspecto	Inalterada	Inalterada	Inalterada	Inalterada	Inalterada	Inalterada	Inalterada	Inalterada	Inalterada	Inalterada	Inalterada
Frênulo	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
IMC	Abaixo	Saudável	Sobrepeso	Sobrepeso	Saudável	Abaixo	Saudável	Saudável	Saudável	Saudável	Saudável
Fmáx 1	22,29	26,37N	20,65	21,68	29,66	12,10	31,79	11,22	7,31N	19,61	6,74
Fmáx 2	18,63	31,55N	17,02	19,21	30,61	13,90	28,86	13,37	10,50N	22,17	7,01
Fmáx 3	20,96	28,35N	13,75	18,23	23,69	12,63	28,20	10,76	13,14N	26,33	5,59
MédFmáx(N)	20,63±1,85	28,76±2,61	17,14±3,45	19,71±1,78	27,99±3,75	12,88±0,92	29,62±1,91	11,78±1,39	10,31±2,92	22,70±3,39	6,45±0,75
Fméd 1(N)	14,29±3,23	17,87±2,57	12,11±3,02	16,37±2,60	22,96±3,20	7,75±1,86	24,28±4,45	8,33±1,55	3,86±1,36	14,17±2,69	5,04±1,05
Fméd 2(N)	14,29±2,22	20,83±4,14	11,90±1,99	14,22±2,20	20,84±4,04	10,47±1,76	18,64±5,15	7,92±2,39	6,13±2,11	14,04±3,02	4,61±0,88
Fméd 3(N)	15,03±2,40	17,40±4,29	9,34±1,7	14,74±2,06	17,19±3,08	10,37±1,33	21,76±3,16	7,23±1,24	5,18±3,37	18,49±3,20	4,00±0,59
MédFméd(N)	14,54±0,43	18,7±1,86	11,12±1,54	15,11±1,12	20,33±2,92	9,53±1,54	21,56±2,82	7,83±0,55	5,06±1,14	15,57±2,53	4,55±0,52

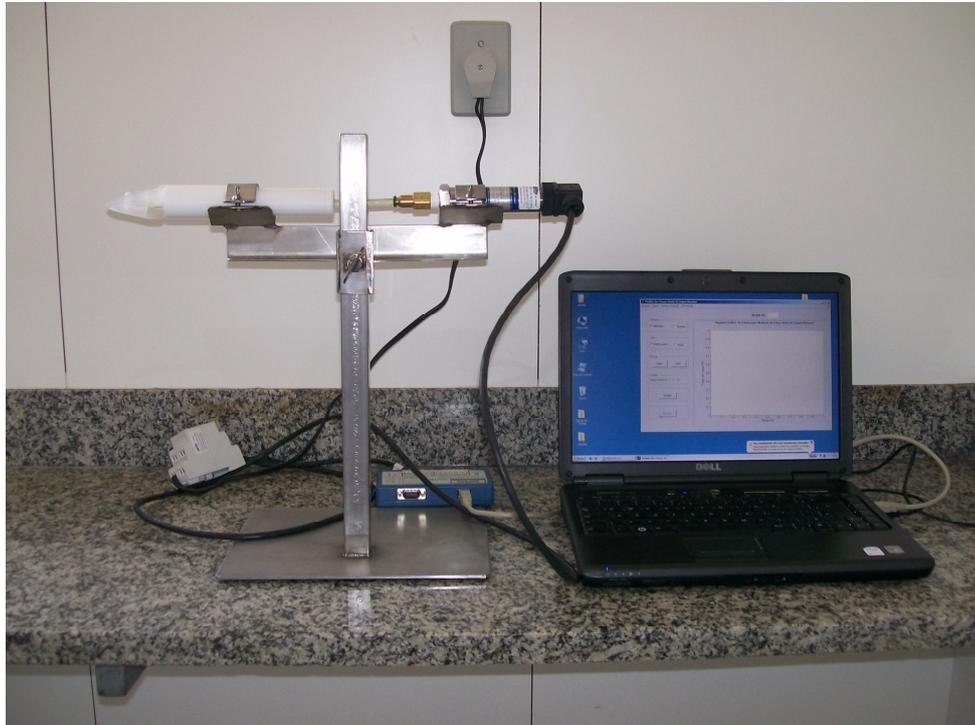
#### Legenda:

IMC = índice de massa corporal  
 Fmáx 1 = força máxima gerada no ensaio 1  
 Fmáx 2 = força máxima gerada no ensaio 2  
 Fmáx 3 = força máxima gerada no ensaio 3  
 MédFmáx = média da força máxima  
 Fméd 1 = força média gerada no ensaio 1  
 Fméd 2 = força média gerada no ensaio 2  
 Fméd 3 = força média gerada no ensaio 3  
 MédFméd = média da força média  
 N = newton

Dente sup = nos dentes superiores  
 Dente inf = nos dentes inferiores  
 Alvéolo sup = na região alveolar superior  
 Alvéolo inf = na região alveolar inferior  
 Entre den = entre os dentes

## ANEXO 5

## INSTRUMENTO PARA MEDIÇÃO DAS FORÇAS AXIAIS DA LÍNGUA



## 8 REFERÊNCIAS

Clark HM, Henson PA, Barber WD, Stierwalt JAG, Sherrill M. Relationships among subjective and objective measures of the tongue strength and oral phase swallowing impairments. *Am J Speech Lang Pathol*. 2003;12:40-50.

Crow HC, Ship JA. Tongue strength and endurance in different aged individuals. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 1996;51(5):M247-50.

Dworkin JP. Tongue strength measurement in patients with amyotrophic lateral sclerosis: qualitative vs quantitative procedures. *Arch Phys Med Rehabil*. 1980;61:422-4.

Dworkin JP, Aronson AE, Mulder DW. Tongue force in normals and in dysarthric patients with amyotrophic lateral sclerosis. *J Speech Hear Res*. 1980a;23(4):828-37.

Dworkin JP, Hartman DE, Keith RL. Tongue strength part I: following total laryngectomy. *Laryngoscope*. 1980b;90(4):680-4.

Dworkin JP, Aronson AE. Tongue strength and alternative motion rates in normal and dysarthric subjects. *J Commun Disord*. 1986;19:115-32.

Enoka RM. Bases neuromecânicas da cinesiologia. 2ª ed. São Paulo: Manole; 2000.

Hartman DE, Dworkin JP, Keith RL. Tongue strength part II: in artificial alaryngeal speech. *Laryngoscope*. 1980;90:867-70.

Hayashi R, Tsuga K, Hosokawa R, Yoshida M, Sato Y, Akagawa Y. A novel handy probe for tongue pressure measurement. *Int J Prosthodont*. 2002;15(4):385-8.

Hollmann W, Hettinger T. Medicina de esporte. São Paulo: Manole; 1989.

Malta J, Campolongo GD, Barros TEP, Oliveira RP. Eletromiografia aplicada aos músculos da mastigação. *Acta Ortop Bras*. 2006;14(2):106-7.

McArdle WD, Katch FI, Katch VL. Fisiologia do exercício: energia nutrição e desempenho humano. 3ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1992.

McAuliffe MJ, Ward EC, Murdoch BE, Farrell AM. A nonspeech investigation of tongue function in Parkinson's disease. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2005;60(5):667-74.

Mortimore IL, Douglas NJ. Relationship of genioglossus muscle electromyographic activity to force. *Am J Respir Crit Care Med*. 1996;153:A690.

Mortimore IL, Fiddes P, Stephens S, Douglas NJ. Tongue protrusion force and fatigability in male and female subjects. *Eur Resp J*. 1999;14:191-5.

Mortimore IL, Bennett SP, Douglas NJ. Tongue protrusion strength and fatiguability: relationship to apnoea/hypopnoea index and age. *J Sleep Res*. 2000;9:389-93.

Motta AR, Perim JV, Perilo TVC, Las Casas EB, Costa CG, Magalhães FE, Saffar JME. Método objetivo para medição de forças axiais da língua. *Rev CEFAC*. 2004;6(2):164-9.

Murdoch BE, Spencer TJ, Theodoros DG, Thompson EC. Lip and tongue function in multiple sclerosis: a physiological analysis. *Motor Control*. 1998;2(2):148-60.

Perilo TVC, Motta AR, Las Casas EB, Saffar JME, Costa CG. Avaliação objetiva das forças axiais produzidas pela língua de crianças respiradoras orais. *Rev Soc Bras Fonoaudiol*. 2007;12(3):184-90.

Robbins J, Levine R, Wood J, Roecker EB, Luschei E. Age effects on lingual pressure generation as a risk factor for dysphagia. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 1995;50(5):M257-62.

Robinovitch SN, Hershler C, Romilly DP. A tongue force measurement system for the assessment of oral-phase swallowing disorders. *Arch Phys Med Rehabil*. 1991;72:38-42.

Scardella AT, Krawciw N, Petrozzino JJ, Co MA, Santiago TV, Edelman NH. Strength and endurance characteristics of the normal human genioglossus. *Am Rev Respir Dis.* 1993;148:179-84.

Sha BFB, England SJ, Parisi RA, Strobel RJ. Force production of the genioglossus as a function of muscle length in normal humans. *J Appl Physiol.* 2000;88:1678-84.

Solomon NP, Robin DA, Luschei ES. Strength, endurance and stability of the tongue and hand in Parkinson disease. *J Speech Lang Hear Res.* 2000;43:256-67.

Staudenmann D, Kingma I, Daffertshofer A, Stegeman DF. Improving EMG-based muscle force estimation by using a high-density EMG grid and principal component analysis. *IEEE Trans Biomed Eng.* 2006;53(4):712-9.

Stierwalt JAG, Youmans SR. Tongue measures in individuals with normal and impaired swallowing. *Am J Speech Lang Pathol.* 2007;16(2):148-56.

Weijnen FG, Kuks JBM, Van Der Bilt A, Van Der Glas HW, Wassenberg, MWM, Bosman F. Tongue force in patients with miastenia gravis. *Acta Neurol Scand.* 2000;102:303-8.

WHO. Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Report of a WHO Expert Committee. WHO Technical Report Series 854. Geneva: World Health Organization; 1995.

Yoshida M, Kikutani T, Tsuga K, Utanohara Y, Hayashi R, Akagawa Y. Decreased tongue pressure reflects symptom of dysphagia. *Dysphagia.* 2006;21(1):61-5.

Zemlin WR, Oppido T. Princípios de anatomia e fisiologia em Fonoaudiologia. 4<sup>a</sup> ed. Porto Alegre: ArtMed; 2000.

## Abstract

**Purpose:** to quantify and to compare the axial forces produced by the tongue of subjects with severe decrease of tongue strength and subjects with normal tongue strength. **Methods:** A cross-sectional study was accomplished at the Speech Language Pathology's Outpatient Department of Hospital das Clínicas of UFMG. Eleven subjects with severe decrease of tongue strength and 11 subjects with normal tongue strength, with more than 18 years old, matched for gender, age and body mass index. The subjects were submitted to clinical examination of the tongue conducted by two examiners and it was checked tension, mobility, posture observed by the examiner and related by the participant, morphological aspect of the tongue and lingual frenum characteristics. Quantitative evaluation was realized by using an instrument developed by Biomechanical Engineering Group of Universidade Federal de Minas Gerais in partnership with Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais – CETEC. It was obtained the values of maximal tongue strength and medium tongue strength for each subject. Only participants who obtained the same rate of the tongue strength in the examination of two examiners were submitted to the quantitative evaluation. In the analysis of the data it was used t-Student test. Statistical significance was set at  $P < 0.05$ . **Results:** the average of maximum forces of the subjects with severe decrease of tongue strength was  $3,56 \pm 1,77$  N and the average of medium forces in the same group was  $2,09 \pm 1,18$  N. The average of maximum and medium forces of the subjects with normal tongue strength were  $18,91 \pm 7,95$  N and  $13,08 \pm 5,91$  N, respectively. It was verified significant difference between the groups as in maximum force ( $p < 0,001$ ) as in the medium force ( $p < 0,001$ ). The variables gender, age and body mass index didn't present significant relationship with the axial forces produced by the tongue. **Conclusions:** It was possible to quantify maximum and medium forces of subjects with severe decrease of tongue strength and of the subjects with normal tongue strength. Significant difference was observed between the groups in both appraised parameters.

## **Bibliografia consultada**

Rother ET, Braga MER. Como elaborar sua tese: estrutura e referências. 2ª ed. rev. e ampli. São Paulo: s.n.;2005.

Nietzsche FW. Genealogia da moral: uma polêmica. São Paulo: Companhia das letras; 1988.