



**VI CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA MECÂNICA**  
**VI NATIONAL CONGRESS OF MECHANICAL ENGINEERING**  
**18 a 21 de agosto de 2010 – Campina Grande – Paraíba - Brasil**  
*August 18 – 21, 2010 – Campina Grande – Paraíba – Brazil*

## **COMPARAÇÃO ENTRE APARELHOS PARA MEDIÇÃO DA PRESSÃO EXERCIDA PELA LÍNGUA**

**Renata Maria Moreira Moraes Furlan, renatamfurlan@yahoo.com.br<sup>1</sup>**  
**Amanda Freitas Valentim, amandafvalentim@yahoo.com.br<sup>1</sup>**  
**Andréa Rodrigues Motta, andreamotta19@gmail.com<sup>2</sup>**  
**Tatiana Vargas de Castro Perilo, tativcp@yahoo.com.br<sup>1</sup>**  
**Márcio Falcão Santos Barroso, barroso@ufsj.edu.br<sup>3</sup>**  
**Cláudio Gomes da Costa, claudio.gomes@cetec.br<sup>4</sup>**  
**Estevam Barbosa de Las Casas, estevam@dees.ufmg.br<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Universidade Federal de Minas Gerais, Programa de Pós Graduação em Engenharia Mecânica, Av. Antônio Carlos, 6627 - Pampulha, CEP: 31270-901, Belo Horizonte – MG

<sup>2</sup>Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Fonoaudiologia, Av. Professor Alfredo Balena, 190 – Santa Efigênia, CEP: 30130-100, Belo Horizonte - MG

<sup>3</sup>Universidade Federal de São João del-Rei, Departamento de Engenharia Elétrica, Praça Frei Orlando, 170 - Centro, CEP: 36307-352, São João del-Rei - MG

<sup>4</sup>Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais, Setor de Testes Físicos, Av. José Candido da Silveira, 2000 - Horto, CEP:31170-000, Belo Horizonte - MG

**Resumo:** *Introdução: A força da língua é avaliada rotineiramente pelos fonoaudiólogos, devido à sua importância nas funções de fala, mastigação e deglutição. No entanto, tal avaliação é realizada de maneira subjetiva, de acordo com a experiência clínica do avaliador. Na tentativa de tornar precisa essa avaliação, pesquisadores desenvolveram aparelhos que medem força ou pressão da língua. Objetivo: Comparar as medidas de pressão geradas pela língua utilizando dois aparelhos: o Iowa Oral Performance Instrument (IOPI) e o aparelho desenvolvido pelo Grupo de Engenharia Biomecânica da UFMG. Métodos: Participaram deste estudo quatro mulheres, membros do Grupo de Engenharia Biomecânica da UFMG, com idades de 21 a 25 anos. As voluntárias foram submetidas à avaliação subjetiva da força da língua realizada por uma fonoaudióloga especialista em motricidade orofacial. Depois, foram realizadas as avaliações objetivas, em dias diferentes para cada instrumento. As medidas de força foram convertidas em pressão para permitir a comparação. Resultados: As pressões máximas foram de 49 kPa, 80 kPa, 49 kPa e 71 kPa utilizando-se o IOPI e 173 kPa, 149 kPa, 104 kPa e 175 kPa, respectivamente, utilizando-se o instrumento desenvolvido pelo grupo. Na avaliação subjetiva, verificou-se normotensão lingual em três voluntárias e hipotensão do ápice da língua em uma, a qual atingiu os menores valores com ambos os instrumentos. Conclusão: Os valores de pressão medidos pelo instrumento desenvolvido pelo grupo foram maiores do que os valores mensurados pelo IOPI. Observou-se, também, que as participantes que apresentaram os maiores valores com um aparelho não reproduziram os dados no outro equipamento. Acredita-se que as diferenças tenham ocorrido pelo fato de cada aparelho medir a força em uma direção. Outros fatores, como o grau de protrusão da língua, a distância entre a mandíbula e a maxila e a área sobre a qual é aplicada a pressão, contribuíram para a grande diferença nos resultados obtidos com cada instrumento.*

**Palavras-chave:** *Língua, Pressão, Biomecânica, Instrumentação*

## 1. INTRODUÇÃO

A força da língua é avaliada rotineiramente pelos fonoaudiólogos devido à sua importância nas funções de fala, mastigação e deglutição. No entanto, tal avaliação é realizada de maneira subjetiva. Uma das formas mais comumente empregada na prática clínica para 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. De acordo com a experiência clínica, o avaliador classifica a força da língua como forte, normal, levemente fraca, moderadamente fraca, severamente fraca, ou ainda, com fraqueza do ápice lingual. Por ser uma análise subjetiva, dificulta a comparação de dados entre pacientes e o acompanhamento da evolução dos casos.

Na tentativa de tornar precisa essa avaliação, pesquisadores desenvolveram aparelhos que medem força ou pressão da língua. O *Iowa Oral Performance Instrument* (IOPI) é um aparelho portátil, disponível comercialmente, que mede a pressão exercida pela língua em um balão de ar posicionado no palato. O Grupo de Engenharia Biomecânica da UFMG desenvolveu outro aparelho, composto por um conjunto pistão-cilindro acoplado a um protetor oral duplo de silicone e a uma haste de acionamento do êmbolo, que permite medir a força axial da língua (Barroso et al., 2009).

Diante do exposto o objetivo deste trabalho foi comparar as medidas de pressão geradas pela língua utilizando os dois aparelhos.

## 2. MÉTODOS

A pesquisa caracterizou-se como um estudo exploratório transversal e foi realizada no Ambulatório de Fonoaudiologia do Hospital das Clínicas da UFMG.

Participaram deste estudo quatro mulheres, membros do Grupo de Engenharia Biomecânica da UFMG, com idades de 21 a 25 anos.

### 2.1. Avaliação subjetiva da força da língua

Primeiramente, as voluntárias foram submetidas à avaliação subjetiva da força da língua realizada por uma fonoaudióloga especialista em motricidade orofacial. Nesta avaliação era solicitado à voluntária protruir a língua e empurrá-la contra o dedo enluvado da avaliadora e contra uma espátula posicionada, verticalmente, a poucos centímetros dos lábios, durante 10 segundos, conforme mostrado na Fig. (1). A fonoaudióloga classificava a língua da voluntária como, forte, normal, levemente fraca, moderadamente fraca, severamente fraca ou com fraqueza do ápice lingual.



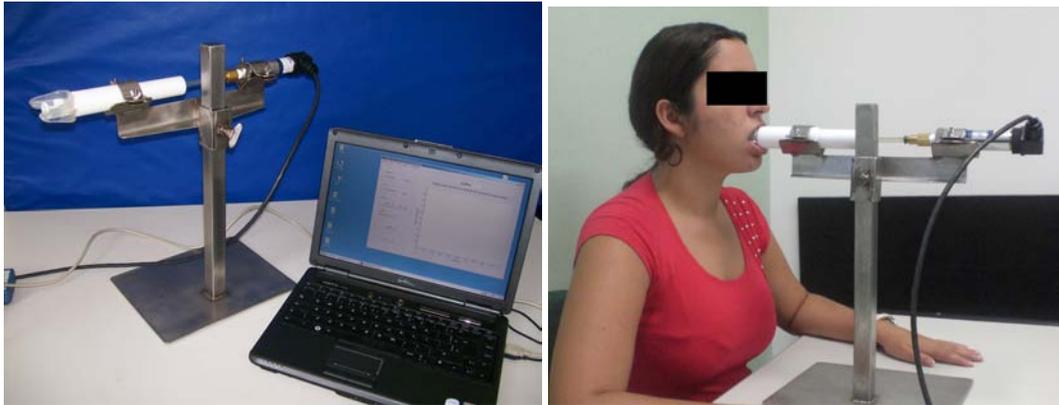
**Figura 1. Avaliação subjetiva da força da língua.**

Em seguida foram realizadas as avaliações objetivas, em dias diferentes para cada instrumento.

### 2.2. Avaliação da pressão exercida pela língua por meio do instrumento desenvolvido pelo Grupo de Engenharia Biomecânica da UFMG

A avaliação da pressão de língua foi realizada primeiramente por meio do instrumento desenvolvido pelo Grupo de Engenharia Biomecânica da Universidade Federal de Minas Gerais, Fig. (2A), que trabalha em parceria com a Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais - CETEC. O aparelho é composto por um conjunto pistão-cilindro

acoplado a um protetor oral duplo de silicone e a uma haste de acionamento do êmbolo. O conjunto pistão-cilindro é acoplado hidraulicamente a um transdutor de pressão, cujo sinal em tensão é transmitido, por meio de uma placa de aquisição de dados, a um computador pessoal.



**Figura 2. A) Aparelho para medição da força da língua desenvolvido pelo Grupo de Engenharia Biomecânica da UFMG. B) Exemplo da aplicação do aparelho na prática clínica.**

O protetor oral era encaixado na boca do participante, Fig. (2B), o qual 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 com a maior força que fosse capaz de realizar e manter por 10 segundos. Tal procedimento era realizado três vezes, com intervalos de um minuto entre as medições.

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 qual era removido logo após as medições daquele indivíduo e o aparelho higienizado com álcool 70%.

A força exercida pela língua do indivíduo era convertida em pressão pelo conjunto pistão-cilindro. A pressão medida era reconvertida em força pelo sistema externo por meio da Eq. (1), 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  $m^2$ .

$$F = P \times S \quad (1)$$

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. As medidas de força foram convertidas em pressão para permitir a comparação com as medidas de pressão geradas pelo outro instrumento.

### 2.3. Avaliação da pressão exercida pela língua por meio do IOPI

O Iowa Oral Performance Instrument (IOPI) é constituído por um balão de ar ligado a um transdutor de pressão, que permite medir força e resistência muscular da língua. O balão de ar apresenta 3,5 cm de comprimento, 4,5 cm de diâmetro e está conectado a um tubo plástico de 11,5 cm, Fig. (3A). Este balão é posicionado na região anterior do palato duro, e deve ser pressionado com a língua. À medida que o sujeito pressiona o bulbo de ar em sua boca, o aparelho capta a mudança de pressão gerada. Os valores de pressão são medidos em kPa e podem ser visualizados na tela de LCD do próprio aparelho (Stierwalt, Youmans, 2007; Youmans et al., 2009).



**Figura 3. A) IOPI . B) Exemplo da utilização do IOPI com os lábios abertos para que se possa visualizar o posicionamento do bulbo.**

Para realização das medições, solicitou-se que os sujeitos posicionassem o balão de ar na região anterior do palato duro, Fig. (3B). Aguardou-se um tempo de 15 segundos para acomodação e, após este tempo, os sujeitos foram solicitados a pressionar o balão com a língua por 2 segundos. Este procedimento foi realizado por três vezes no total, com intervalo de um minuto entre as medições. Foram registrados os valores de pressão máxima de cada medição das voluntárias. Considerou-se pressão máxima o maior valor registrado na série temporal.

Por fim, os valores de pressão máxima, obtidos por ambos os aparelhos, foram comparados.

### 3. RESULTADOS

A Tabela (1) apresenta as idades das participantes e os resultados das avaliações subjetiva (qualitativa) e objetiva (quantitativa) da força da língua.

**Tabela 1. Resultados das avaliações subjetiva e objetiva da força da língua.**

Participantes		1	2	3	4
Idade		21 anos	21 anos	23 anos	25 anos
Resultado da Avaliação subjetiva		Força normal	Força normal	Fraqueza do ápice lingual	Força normal
Pressão máxima obtida por meio do aparelho desenvolvido pelo Grupo de Biomecânica (kPa)	E1	101,1	132,0	96,9	175,0
	E2	146,5	132,9	103,9	168,4
	E3	173,3	148,8	92,4	172,3
Pressão máxima obtida por meio do IOPI (kPa)	E1	48	80	28	71
	E2	48	79	44	71
	E3	49	79	49	70

As pressões máximas foram de 49 kPa, 80 kPa, 49 kPa e 71 kPa utilizando-se o IOPI e 173,3 kPa, 148,8 kPa, 103,9 kPa e 175,0 kPa, respectivamente, utilizando-se o instrumento desenvolvido pelo grupo.

O valor médio das pressões máximas foi de 62,2 kPa utilizando-se o IOPI e 150,2 kPa, utilizando-se o instrumento desenvolvido pelo grupo.

Na avaliação subjetiva, verificou-se força normal em três voluntárias e fraqueza do ápice da língua em uma, a qual atingiu os menores valores com ambos os instrumentos.

### 4. DISCUSSÃO

Optou-se por fazer a comparação considerando-se apenas a pressão máxima de cada indivíduo, uma vez que o IOPI não fornece os valores de pressão média. A força máxima ou a pressão máxima exercida pela língua é o parâmetro mais pesquisado nos estudos envolvendo medições objetivas da força/pressão da língua, sendo que em nenhum estudo encontrado na literatura, a análise foi baseada apenas na força/pressão média. Perilo et al. (2007) verificaram que tanto a força máxima quanto a média foram relacionadas com a avaliação subjetiva da força de língua. Uma vantagem da força/pressão máxima é que não precisa ser calculada, sendo, por isso, mais prática.

Os resultados obtidos com o instrumento do Grupo de Biomecânica e com o IOPI foram semelhantes aos obtidos nas pesquisas anteriores realizadas com os mesmos instrumentos.

Os valores de força máxima encontrados nos indivíduos com força de língua normal utilizando-se o primeiro instrumento (tabela 1), variaram entre 148,8 kPa e 175,0 kPa o que concorda com Motta et al. (2004) que avaliaram quatro indivíduos aparentemente saudáveis, dois homens (23 anos e 29 anos) e duas mulheres (32 anos e 31 anos) e encontraram medidas de força entre 21,1 N e 25,7 N o que equivalem a valores de pressão de 183,49 kPa e 223,49 kPa. Estes dados também corroboram com Motta et al. (2009) que avaliaram 9 mulheres com média de idade de  $22,44 \pm 3,05$  anos, utilizando o instrumento do Grupo, e, em relação às medidas de força máxima, os dados encontrados foram, valor máximo de 26,42 N (229,74 kPa) e média de 15,56 N (135,30 kPa).

Os valores de força máxima encontrados utilizando-se o IOPI (Tabela 1) variaram de 48 a 80 kPa, o que corrobora com Lazarus et al. (2003) que encontraram força máxima de aproximadamente 64 kPa em indivíduos jovens saudáveis e com Youmans et al. (2006) que verificaram valor médio de  $55,7 \pm 12,5$  kPa ao medir a pressão máxima realizada pela língua de 15 mulheres saudáveis com idades entre 20 e 39 anos.

No presente estudo, apenas um sujeito apresentou fraqueza no ápice lingual e obteve também os menores valores de pressão em ambos os aparelhos. Este resultado corrobora com Motta et al. (2009) que verificou que dentre os cinco indivíduos classificados na avaliação clínica com força de protrusão de língua diminuída, quatro apresentaram, na avaliação instrumental, os menores valores de força máxima, 6,87 N a 14,86 N (pressões equivalentes de 59,74 kPa a 129,22 kPa).

Ao se comparar os valores obtidos com cada instrumento, verificou-se que os valores de pressão medidos pelo aparelho desenvolvido pelo grupo foram maiores do que os valores mensurados pelo IOPI. Observou-se também que não houve concordância quanto ao comportamento dos dados, ou seja, as participantes que apresentaram os maiores valores com um aparelho não reproduziram os dados no outro equipamento. Acredita-se que as diferenças tenham

ocorrido pelo fato de cada aparelho medir a pressão que a língua exerce em uma direção, sendo que, para cada direção estão envolvidos diferentes músculos. 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/pressão 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 quantidade de força que a língua é capaz de exercer depende também de fatores como o grau de protrusão, 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 (Robinovitch et al., 1991).

O IOPI possui a vantagem de ser leve e pequeno, permitindo ao profissional transportá-lo com facilidade e de possibilitar a medição da força da língua durante a deglutição. No entanto o aparelho desenvolvido pelo grupo mede a força da língua na direção axial, a qual é a direção avaliada qualitativamente na prática clínica. Outra vantagem deste é o fato de apresentar o gráfico força x tempo e permitir o cálculo da força média.

O emprego de instrumentos para quantificação da força da língua é importante para a prática clínica dos fonoaudiólogos, uma vez que fornece precisão ao diagnóstico da força de língua e permite o acompanhamento dos pacientes, podendo, o terapeuta, registrar e analisar pequenos aumentos ou diminuições da força de língua, os quais não seriam perceptíveis apenas com a avaliação qualitativa.

## 5. CONCLUSÕES

Os valores de pressão medidos pelo instrumento desenvolvido pelo grupo foram maiores do que os valores mensurados pelo IOPI e não houve concordância quanto ao comportamento dos dados, ou seja, as participantes que apresentaram os maiores valores com um aparelho não reproduziram os dados no outro equipamento. Acredita-se que as diferenças tenham ocorrido pelo fato de cada aparelho medir a força em uma direção, sendo a ativação muscular diferente nas duas tarefas.

## 6. REFERÊNCIAS

- Barroso, M.F.S., Costa, C.G., Saffar J.M.E., Las Casas, E.B., Motta, A.R., Perilo, T.V.C., Batista M.C. and Brito, V.G., 2009, “Desenvolvimento de um Sistema Protótipo para medição objetiva das Forças Linguais em Humanos”, Revista Controle e Automação, Vol. 20, No. 2, pp. 156-163.
- Lazarus C., Logemann J.A., Huang C.F., Rademaker A.W., 2003, “Effects of Two Types of Tongue Strengthening Exercises in Young Normals”, Folia Phoniatica et Logopaedica, Vol. 55, No. 4, pp. 199-205.
- Motta, A.R., Perim, J.V., Perilo, T.V.C., Las Casas, E.B., Costa, C.G., Magalhães F.E. and Saffar, J.M.E., 2004, “Método Objetivo para Medição de Forças Axiais da Língua”, Revista CEFAC, Vol. 6, No. 2, pp. 164-169.
- Motta, A.R., Friche, A.A.L., Vicente, L.C.C., Malta, T.S., Cesar, C.C., Bommarito, S. and Chiari, B.M., 2009, “Concordância entre a avaliação clínica e instrumental da força da língua: estudo piloto”, Anais do 17º Congresso Brasileiro de Fonoaudiologia e 1º Congresso Íbero-Americano de Fonoaudiologia, Salvador, Brasil, pp. 1978.
- Perilo, T.V.C., Motta, A.R., Las Casas, E. B., Saffar, J.M.E. and Costa, C.G., 2007, “Avaliação objetiva das forças axiais produzidas pela língua de crianças respiradoras orais”, Revista da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia, Vol. 12, No. 3, 184-190.
- Robinovitch, S.N., Hershler, C., Romilly, D.P., 1991, “A tongue force measurement system for the assessment of oral-phase swallowing disorders”, Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, Vol. 72, pp. :38-42.
- Stierwalt J.A.G., Youmans S.R., 2007, Tongue Measures in Individuals with Normal and Impaired Swallowing, American Journal of Speech Language Pathology, Vol. 16, pp. 148-156.
- Youmans, S.R. and Stierwalt, J.A.G., 2006, “Measures of Tongue Function Related to Normal Swallowing”, Dysphagia, Vol. 21, No. 2, pp. 102-111.
- Youmans S.L., Youmans G.L., Stierwalt J.A.G, 2009, “Differences in Tongue Strength Across Age and Gender: Is There a Diminished Strength Reserve?”, Dysphagia, Vol. 24, No. 1, pp. 57-65.

## 7. DIREITOS AUTORAIS

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo do material impresso incluído no seu trabalho.

## COMPARISON BETWEEN EQUIPMENTS FOR TONGUE PRESSURE MEASUREMENT

Renata Maria Moreira Moraes Furlan, renatamfurlan@yahoo.com.br<sup>1</sup>

Amanda Freitas Valentim, amandafvalentim@yahoo.com.br<sup>1</sup>

Andréa Rodrigues Motta, andreamotta19@gmail.com<sup>2</sup>

Tatiana Vargas de Castro Perilo, tativcp@yahoo.com.br<sup>1</sup>

Márcio Falcão Santos Barroso, barroso@ufs.br<sup>3</sup>

Cláudio Gomes da Costa, claudio.gomes@cetec.br<sup>4</sup>

Estevam Barbosa de Las Casas, estevam@dees.ufmg.br<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Federal University of Minas Gerais, Mechanical Engineering Post Graduation Program, Av. Antônio Carlos, 6627 - Pampulha, CEP: 31270-901, Belo Horizonte – MG

<sup>2</sup>Federal University of Minas Gerais, Department of Speech-language Pathology and Audiology, Av. Professor Alfredo Balena, 190 – Santa Efigênia, CEP: 30130-100, Belo Horizonte – MG

<sup>3</sup>Federal University of São João del-Rei, Department of Electrical Engineering, Praça Frei Orlando, 170 Centro, CEP: 36307-352, São João del-Rei – MG

<sup>4</sup>Technological Center for the State of Minas Gerais, Division of Physical Tests, Av. José Cândido da Silveira, 2000, Horto, CEP: 31170-000, Belo-Horizonte- MG

**Abstract:** *Introduction: Tongue strength is frequently evaluated by speech-language pathologists due to its importance in the functions of speech, mastication and swallowing. However, this assessment is made by a subjective way, according to the experience of the evaluator. In attempt to make this evaluation more accurate, researchers have developed equipments to measure tongue strength or pressure. Objective: To compare the values of pressure generated by the tongue using two devices: The Iowa Oral Performance Instrument (IOPI) and the equipment developed by the Biomechanics Engineering Group of UFMG. Methodology: The sample were composed by four women, aged between 21 to 25 years old, participants of the Biomechanics Engineering Group. The volunteers were submitted to the subjective evaluation of tongue strength made by a speech-language pathologist, specialist in orofacial myology. Then, the objective assessments were made, in different days for each instrument. The values of strength were converted into pressure to allow comparison. Results: Maximum pressure values were 49 kPa, 80 kPa, 49 kPa and 71 kPa using IOPI and 173 kPa, 149 kPa, 104 kPa and 175 kPa, respectively, using the instrument developed by the Group. On the subjective evaluation, three volunteers had normal tongue strength and one had weakness on the apex of the tongue, who also reached the lowest values in both equipments. Conclusion: The values of pressure measured by the instrument developed by the Group were higher than the ones measured by IOPI. It was also observed that the participants, who obtained the highest values in one equipment, did not reproduce it in the other device. We believe that these differences occurred because each instrument measures tongue strength in one direction. Other factors like degree of tongue protrusion, distance between mandible and maxilla, and the area over which pressure is applied, contributed to the large difference in the results obtained with each instrument.*

**Keywords:** *Tongue, Pressure, Biomechanics, Instrumentation*