

Taynara Gomes de Araújo<sup>1</sup>  
Thalyta Magalhães Rodrigues<sup>1</sup>  
Renata Maria Moreira Moraes  
Furlan<sup>1</sup>  
Estevam Barbosa de Las Casas<sup>1</sup>  
Andréa Rodrigues Motta<sup>1</sup>

# Avaliação da reprodutibilidade de um instrumento para medição da força axial da língua

## *Reproducibility assessment of an instrument for measuring the axial force of the tongue*

### Descritores

Língua  
Força Muscular  
Avaliação  
Equipamentos e Provisões  
Fonoaudiologia

### Keywords

Tongue  
Muscle Strength  
Evaluation  
Equipment and Supplies  
Speech, Language and Hearing  
Sciences

### RESUMO

**Objetivo:** Avaliar a reprodutibilidade do Forling, instrumento portátil para medição da força axial da língua. **Método:** Foi realizada a medição da força axial da língua de 49 participantes, 30 mulheres e 19 homens, com idades entre 18 e 25 anos por meio do Forling portátil. As medições foram realizadas em três dias com intervalos de 7±2 dias. Em cada dia, foram realizadas três coletas com duração de 7 segundos e intervalos de 1 minuto. Na análise, empregou-se coeficiente de variação, teste pareado de Wilcoxon e coeficiente de correlação intraclasse. Foram analisados os valores de força máxima e média da língua, sendo a comparação dos valores realizada em três abordagens: utilizando-se a média dos três valores; a média dos dois maiores valores; e o maior valor de cada medição. **Resultados:** Na análise da força média, o coeficiente de variação foi considerado desejável e o coeficiente de correlação intraclasse aceitável. Houve diferenças significativas entre o máximo valor comparando o segundo e terceiro dias, entre a média dos dois maiores valores e entre a média dos três valores comparando o primeiro e segundo dias, bem como o segundo e terceiro dias. Na análise da força máxima, o coeficiente de variação e o coeficiente de correlação intraclasse foram aceitáveis. Somente comparando o segundo e terceiro dias, foi encontrada diferença significativa. **Conclusão:** Observou-se boa reprodutibilidade dos dados obtidos com o uso do Forling portátil.

### ABSTRACT

**Purpose:** Evaluate the reproducibility of Forling, a portable instrument for measuring axial tongue force. **Methods:** Axial force of the tongue was measured in 49 individuals (30 women and 19 men) aged 18-25 years using the Forling portable instrument. Measurements were performed in three days at intervals of 7±2 days. On each day, three 7-second measurements were performed with one-minute intervals between them. The coefficient of variation, Wilcoxon paired test, and intraclass correlation coefficient were used in the statistical analysis of the data. Maximum and mean tongue force values were analyzed, and comparison between them was performed using three approaches: the mean of the three values; the mean of the two highest values; the highest value of each measurement. **Results:** In the analysis of mean tongue force, the coefficient of variation was considered desirable and the intraclass correlation coefficient was acceptable. Significant differences were observed regarding the maximum value between the second and third days, mean of the two highest values and mean of the three values between the first and second days and the second and third days. In the analysis of maximum tongue force, the coefficient of variation and the intraclass correlation coefficient were acceptable. Significant difference was found only in the comparison between the second and third days. **Conclusion:** Good reproducibility of the data obtained with the use of the Forling portable instrument was observed.

### Endereço para correspondência:

Andréa Rodrigues Motta  
Faculdade de Medicina, Universidade  
Federal de Minas Gerais – UFMG  
Av. Professor Alfredo Balena, 190,  
sala 251, Santa Efigênia, Belo  
Horizonte (MG), Brasil, CEP: 30130-100.  
E-mail: andreamotta@ufmg.br

Recebido em: Setembro 12, 2017

Aceito em: Dezembro 20, 2017

Trabalho realizado no Departamento de Fonoaudiologia, Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG - Belo Horizonte (MG), Brasil.

<sup>1</sup> Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG - Belo Horizonte (MG), Brasil.

**Fonte de financiamento:** Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) – Processo nº 538.

**Conflito de interesses:** Há conflito de interesse por parte dos autores Renata Maria Moreira Moraes Furlan, Andréa Rodrigues Motta e Estevam Barbosa de Las Casas, por fazerem parte do grupo de inventores que solicitaram junto ao INPI patente do equipamento empregado no estudo.



Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

## INTRODUÇÃO

É fundamental que a força e mobilidade da língua estejam adequadas para que as suas funções de mastigação, deglutição, sucção, respiração e fonoarticulação sejam desempenhadas de maneira harmoniosa<sup>(1)</sup>.

A força axial é definida como aquela realizada ao longo do eixo sobre o qual é exercida. Assim, caracteriza-se como uma força longitudinal que, no caso da língua, refere-se à força de protrusão<sup>(2)</sup>. A força de protrusão da língua contra uma resistência requer a ativação do músculo genioglosso e dos músculos linguais intrínsecos, sendo o genioglosso responsável por proporcionar uma plataforma estável para que os músculos intrínsecos possam desenvolver essa força<sup>(3)</sup>. Dessa forma, a avaliação da força axial da língua permite a verificação de um grupo muscular de extrema relevância na prática clínica fonoaudiológica: a musculatura intrínseca.

Na clínica, a avaliação da força lingual é realizada de forma perceptiva pelo fonoaudiólogo, uma vez que existem poucos instrumentos disponíveis para esse fim. O instrumento mais citado na literatura é o IOPI – Iowa Oral Performance Instrument, que fornece dados numéricos acerca da pressão realizada pela língua contra um bulbo de ar<sup>(4)</sup>. Outro instrumento, baseado no mesmo princípio, utiliza um arranjo de bulbos posicionados no palato duro<sup>(5)</sup>. Existem também instrumentos compostos por sensores posicionados em placas palatais<sup>(6,7)</sup>, colados no palato<sup>(8)</sup> ou no dente<sup>(9)</sup>. Os bulbos são descartáveis e macios, portanto são higiênicos e não causam desconforto, porém, quando não estão afixados no palato, existe a dificuldade de se manter a reprodutibilidade do seu posicionamento na cavidade oral, por escorregarem na superfície da língua e pelo fato de que o tubo que conecta o bulbo ao aparelho não contém marcações que indiquem sua posição após fechamento dos lábios<sup>(10)</sup>. Os instrumentos que utilizam placas palatais precisam ser construídos de maneira individualizada, pois cada indivíduo tem um tamanho e formato de palato<sup>(10)</sup>. Além disso, só permitem a avaliação da força na direção cranial. No entanto, são eficientes para medir força de língua durante as funções, já que permitem que o paciente feche a boca e desempenhe as funções quase normalmente<sup>(10)</sup>. Fixar os sensores diretamente na cavidade oral é o melhor recurso para medição de força durante as funções, mas apresenta a dificuldade de reprodutibilidade do ponto de fixação do sensor, para que sejam realizadas comparações com reavaliações, e de desinfecção dos sensores para que sejam utilizados em diferentes pacientes<sup>(10)</sup>.

A avaliação perceptiva é subjetiva e depende do bom senso e experiência do avaliador, enquanto a avaliação instrumental é realizada com aparelhos que fornecem dados numéricos de força ou pressão lingual, porém a maioria dos instrumentos não está disponível comercialmente no Brasil. Por esse motivo, o Grupo de Engenharia Biomecânica da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) desenvolveu um instrumento para medir a força axial da língua, o qual já foi utilizado em vários estudos<sup>(1,2,11-17)</sup>. A versão portátil deste aparelho, Forling, foi construída posteriormente<sup>(18)</sup> e, atualmente, se encontra em fase de testes.

A análise da reprodutibilidade de um instrumento deve ser sempre considerada, e precede o uso deste em pesquisas e na clínica, visto que dados obtidos com métodos sem reprodutibilidade assegurada, levam a resultados que podem não

ser representativos do fenômeno e, portanto, não generalizáveis, ameaçando também a eficácia e a solidez da tomada de decisões clínicas<sup>(5)</sup>. Além disso, conhecendo a precisão ou variabilidade dos dados fornecidos por cada método, é possível levá-las em consideração na seleção do instrumento a ser utilizado e na interpretação dos resultados<sup>(19)</sup>.

A reprodutibilidade é conceituada como o grau de concordância entre os resultados das medições de um mesmo mensurando, efetuadas sob condições variadas de medição. Ela pode ser expressa quantitativamente, em função das características da dispersão dos resultados. Para que uma expressão da reprodutibilidade seja válida, é necessário que sejam especificadas as condições alteradas<sup>(20)</sup>, por exemplo, diferentes locais, dias diferentes, diferentes operadores, diferentes sistemas de medição.

Diante do exposto, o objetivo desta pesquisa foi avaliar a reprodutibilidade do Forling, instrumento portátil para medição da força axial da língua. A hipótese desta pesquisa é que as medidas obtidas com o Forling apresentam boa reprodutibilidade.

## MÉTODOS

Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG sob o nº 008/10.

Trata-se de um estudo prospectivo, observacional, analítico, com amostra não probabilística, no qual foram avaliados 49 participantes, estudantes de graduação dos cursos de Medicina e Fonoaudiologia da UFMG, sendo 30 do gênero feminino e 19 do masculino, com idades entre 18 e 25 anos. Todos os indivíduos envolvidos assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Para recrutamento da amostra, foi realizada busca ativa por meio de cartazes e convites diretos nas unidades acadêmicas da UFMG. Como critérios de inclusão no estudo foram estabelecidos: idade mínima de 18 anos; ausência de glossectomias e/ou pelvectomias, paralisia ou paresia de língua e comprometimentos cognitivos, identificados a partir de entrevista prévia à realização da coleta de dados. Foram excluídos da pesquisa os indivíduos com classificação clínica da força lingual divergente entre dois avaliadores e aqueles classificados com força aumentada ou gravemente reduzida.

Inicialmente foi realizada uma avaliação clínica da língua de cada participante, de forma independente, por dois avaliadores previamente treinados. Para avaliar a força, foi solicitado ao participante protraí-la e empurrá-la contra uma espátula de madeira posicionada verticalmente a poucos centímetros na frente dos lábios, durante 7 segundos. O participante podia ser classificado como tendo força: normal (quando a musculatura era capaz de realizar a protrusão, imprimir força contra uma resistência firme feita pela espátula e manter a força sem tremores e sem deformação), levemente reduzida (quando a musculatura era capaz de realizar a protrusão, imprimir força contra uma resistência firme feita pela espátula e manter a força, podendo haver tremores leves e dobramento da ponta da língua para cima ou para baixo), moderadamente reduzida (quando a musculatura era capaz de realizar a protrusão e exercer força moderada contra uma resistência firme feita pela espátula, havendo tremores e dobramento da ponta da língua para cima ou para baixo), gravemente reduzida (quando a musculatura era fraca, conseguindo resistir levemente contra uma resistência firme feita pela espátula, havendo tremores,

deformação, podendo ou não ser capaz de realizar protrusão para fora da cavidade oral) e aumentada (quando a musculatura era capaz de realizar a protrusão e imprimir excessiva força contra uma resistência firme feita pela espátula)<sup>(18)</sup>. Foram submetidos à avaliação instrumental somente os participantes que obtiveram a classificação de força normal ou levemente alterada pelos dois avaliadores.

Os participantes que se enquadraram no perfil da pesquisa foram avaliados por meio do Forling portátil (Figura 1). O aparelho é constituído por um bocal de material termomoldável que se adapta à arcada dentária de cada participante; três peças fabricadas em epóxi, sendo uma peça base, um fixador e um aplicador; e um sensor de força do tipo resistivo. A peça base encaixa-se no centro do mordedor e fornece suporte para o sensor. O fixador prende o sensor à peça base. O aplicador fica em contato com a língua, sendo o local em que esta realiza a força. Durante as medições, o participante empurra o aplicador com a língua com a força máxima e este pressiona o sensor<sup>(18)</sup>. A Figura 2 apresenta a imagem do bocal com as peças encaixadas e a Figura 3 mostra o esquema de encaixe dessas peças.

Cada participante, que se encontrava sentado em cadeira com encosto e com os pés apoiados, foi instruído a respeito do funcionamento do aparelho, sendo solicitado que inserisse o bocal na cavidade oral de forma confortável. O avaliador, então, aguardava um tempo de acomodação (15 segundos) e instruiu o participante a, ao ouvir sua solicitação, protrair a língua com a maior força possível, acionando o dispositivo que media a força de língua durante 7 segundos<sup>(1,21)</sup>, sem visualizar os resultados durante a execução do teste. O fim do processo de medição era informado pelo avaliador, que foi o mesmo em todas as avaliações instrumentais e que foi previamente treinado para a realização destas medições.

A avaliação clínica e a primeira avaliação instrumental foram realizadas no mesmo dia (Dia 1), sendo a segunda avaliação instrumental realizada 7±2 dias após (Dia 2) e a terceira (Dia 3) 7±2 dias após o Dia 2.

Em cada dia, foram realizadas três medições com o aparelho, denominadas coletas, com intervalos de 1 minuto entre cada uma<sup>(1,13,21-24)</sup>. Um *software*, desenvolvido em plataforma LabView, mostrava os valores de força em tempo real e registrava os gráficos de força ao longo do tempo, em newton (N). O mesmo avaliador instruiu os participantes e conduziu todas as avaliações instrumentais.

Para cada coleta, foram obtidos os valores da força máxima e da força média da língua. A força máxima refere-se ao valor máximo obtido na coleta e a força média refere-se à média aritmética de todos os valores gerados na coleta.

Erros aleatórios e sistemáticos foram avaliados por meio da mudança no valor médio entre os dias, podendo refletir os erros de amostragem e o efeito do treinamento. A variação intraindivíduo foi determinada por meio do erro típico expresso pelo coeficiente de variação (CV). Para cada passo, Dia 1 para Dia 2 e Dia 2 para Dia 3, foi avaliado o CV, que foi considerado aceitável quando inferior a 10% e desejável quando inferior a 5%. O CV representa fontes de erros técnicas e biológicas. Ainda para cada par, foi realizado o teste pareado de Wilcoxon. A repetibilidade do aparelho foi investigada através de coeficientes de correlação intraclassa (ICC), considerada aceitável quando acima de 0,600 e desejável quando acima de 0,800.

Duas análises estatísticas foram realizadas, a primeira considerou apenas os valores da força média de cada coleta e a segunda considerou os valores de força máxima de cada coleta. Para cada uma dessas análises, a comparação dos valores

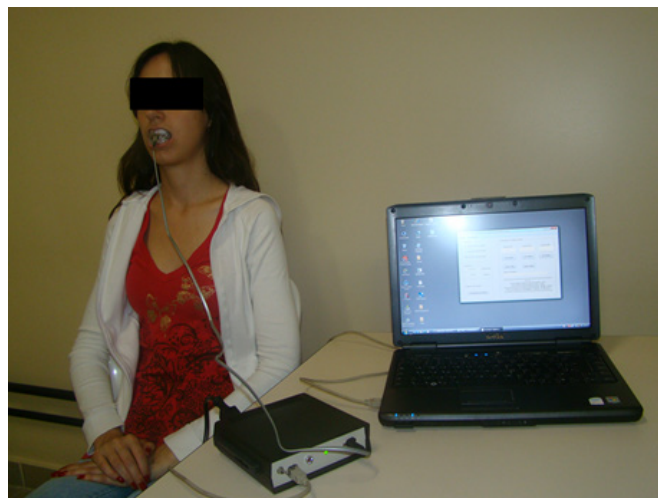


Figura 1. Indivíduo com o Forling portátil encaixado na cavidade oral



Figura 2. Bocal com as peças encaixadas

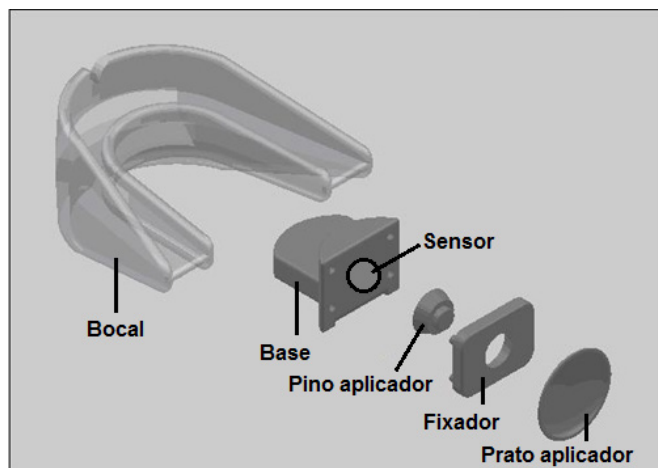


Figura 3. Esquema de encaixe das peças no bocal

(da força máxima ou da força média) foi realizada em três abordagens, à semelhança de estudo que analisou o IOPI<sup>(19)</sup>: (1) A média dos dois maiores valores da avaliação instrumental; (2) O maior valor de cada avaliação instrumental; (3) A média dos três valores de cada avaliação instrumental.

## RESULTADOS

### Avaliação clínica

Na avaliação clínica, foram verificados 33 indivíduos com força de língua normal (67,3%), sendo 21 (63,6%) do gênero feminino e 12 (36,4%) do masculino, e 16 com força de língua levemente reduzida (32,7%), sete (43,7%) do gênero masculino e nove (56,3%) do feminino.

### Avaliação instrumental: análise usando a força média do participante em cada coleta

Em um primeiro momento, os dados obtidos pelos participantes em cada coleta foram analisados por seu valor médio (Tabela 1). Para cada dia, se obtiveram três medidas, uma de cada coleta. Essas medidas foram sumarizadas em um valor único de três maneiras: máximo valor, média dos dois maiores valores e média dos três valores.

Na análise descritiva, considerando o máximo valor entre as coletas em cada dia ou a média dos três valores, pôde-se observar o aumento progressivo da força nos dias de medição. Quando os valores da coleta foram resumidos pela média dos dois maiores valores encontrados entre elas, verificou-se que o maior valor da medição ocorreu no terceiro dia.

Considerando o máximo valor entre as coletas em cada dia, o teste de Wilcoxon indicou não haver diferença entre os valores medidos apenas para os valores do primeiro e do segundo dia (Tabela 2). O erro típico foi inferior a 5% e, em ambos os dias, o resultado do ICC foi aceitável.

Quando a média dos dois maiores valores das coletas em cada dia foi considerada, notou-se que a maior mudança média entre as avaliações aconteceu entre o segundo e o terceiro dia. O teste de Wilcoxon indicou que há diferença entre os valores obtidos. Para todos os pares de dias de coleta, os valores do erro típico foram menores que 5%, o que é considerado desejável. Os valores do ICC para todos os pares de dias mostraram que os extratos são considerados aceitáveis.

O valor para cada dia foi sumarizado também pelo valor médio das coletas realizadas. De acordo com esta análise de reprodutibilidade, notou-se, pelo teste de Wilcoxon, que houve diferença entre os valores obtidos. O erro típico foi considerado desejável e o ICC para ambos os dias gerou resultados dentro os aceitáveis.

### Avaliação instrumental: análise usando a força máxima do participante em cada coleta

Em um segundo momento, os dados obtidos pelos indivíduos em cada coleta foram analisados pelo máximo valor encontrado. Da mesma forma, para cada dia, se obtiveram três medidas, uma de cada coleta. Essas medidas foram sumarizadas de três maneiras, conforme já exposto, e foi feita a análise de reprodutibilidade do aparelho de medição.

Na análise descritiva (Tabela 3) com os dados de valor máximo de cada dia, bem como com os dados sumarizados pelo valor médio das coletas de cada dia, observou-se aumento dos valores ao longo dos dias. Quando os valores foram resumidos pela média dos dois maiores valores encontrados, notou-se que o maior valor médio aparece no terceiro dia.

Na análise pelo valor máximo de cada dia, o p-valor para o teste de Wilcoxon foi baixo, próximo de zero, somente entre os dias 2 e 3, mostrando que houve diferença entre os valores entre esses dois dias. O erro típico para os valores do primeiro e segundo foi aceitável, assim como o ICC (Tabela 4).

**Tabela 1.** Análise descritiva da força média da língua

	Dia 1 Média (Desvio Padrão)	Dia 2 Média (Desvio Padrão)	Dia 3 Média (Desvio Padrão)
Máximo valor de cada dia	13,077 (4,35)	13,753 (4,235)	14,962 (3,976)
Média dos dois maiores valores de cada dia	12,443 (4,182)	13,227 (4,019)	14,313 (3,848)
Média dos três valores em cada dia	11,652 (3,893)	12,674 (3,824)	13,843 (3,809)

Valores de força obtidos em Newton (N)

**Tabela 2.** Análise da reprodutibilidade da força média da língua

	Mudança na média	95% IC	P-valor (Wilcoxon)	CV - Erro típico	95% IC	CV médio	95% IC	ICC	95% IC
Máximo valor de cada dia									
Dia 1-2	0,676	(-0,155; 1,507)	0,156	0,030	(0,025; 0,038)	0,023	(0,000; 0,066)	0,766	(0,620; 0,861)
Dia 2-3	1,208	(0,389; 2,027)	0,002	0,017	(0,014; 0,021)			0,726	(0,561; 0,836)
Média dos dois maiores valores em cada dia									
Dia 1-2	0,784	(-0,003; 1,570)	0,049	0,025	(0,021; 0,031)	0,021	(0,000; 0,044)	0,765	(0,618; 0,860)
Dia 2-3	1,086	(0,309; 1,863)	0,002	0,018	(0,015; 0,022)			0,735	(0,574; 0,841)
Média dos três valores em cada dia									
Dia 1-2	1,022	(0,306; 1,738)	0,006	0,017	(0,014; 0,022)	0,016	(0,010; 0,022)	0,764	(0,617; 0,860)
Dia 2-3	1,169	(0,306; 1,738)	0,001	0,015	(0,013; 0,019)			0,744	(0,586; 0,847)

**Legenda:** IC = intervalo de confiança; CV = coeficiente de variação; ICC = coeficiente de correlação intraclass

**Tabela 3.** Análise descritiva da força máxima da língua

	Dia 1 Média (Desvio Padrão)	Dia 2 Média (Desvio Padrão)	Dia 3 Média (Desvio Padrão)
Máximo valor de cada dia	18,939 (6,66)	18,958(5,703)	20,995 (5,684)
Média dos dois maiores valores de cada dia	17,775(6,09)	18,217 (5,448)	20,08 (5,413)
Média dos três valores em cada dia	16,818 (5,72)	17,527 (5,215)	19,258 (5,219)

Valores de força obtidos em Newton (N)

**Tabela 4.** Análise da reprodutibilidade da força máxima da língua

	Mudança na média	95% IC	P-valor (Wilcoxon)	CV - Erro típico	95% IC	CV médio	95% IC	ICC	95% IC
Máximo valor em cada dia									
Dia 1-2	-0,363	(-1,684; 0,958)	0,542	0,088	(0,073; 0,111)	0,050	(0,000; 0,292)	0,666	(0,476; 0,797)
Dia 2-3	-2,037	(-3,021; -1,053)	0,000	0,012	(0,010; 0,015)			0,766	(0,619; 0,861)
Média dos dois maiores valores em cada dia									
Dia 1-2	0,442	(-0,826; 1,709)	0,636	0,071	(0,059; 0,088)	0,042	(0,000; 0,226)	0,711	(0,539; 0,826)
Dia 2-3	1,863	(0,936; 2,790)	0,001	0,012	(0,010; 0,015)			0,774	(0,632; 0,866)
Média dos três valores em cada dia									
Dia 1-2	0,708	(-0,457; 1,872)	0,424	0,040	(0,034; 0,051)	0,026	(0,000; 0,116)	0,723	(0,556; 0,833)
Dia 2-3	1,732	(0,872; 2,592)	<0,001	0,012	(0,010; 0,015)			0,789	(0,654; 0,875)

**Legenda:** IC = intervalo de confiança; CV = coeficiente de variação; ICC = coeficiente de correlação intraclassa

Na análise pela média dos dois maiores valores das coletas em cada dia, percebeu-se que a maior diferença está entre o segundo e terceiro dia. O erro típico mostrou-se dentro do desejável entre o segundo e o terceiro dia, e aceitável entre o primeiro e o segundo. O ICC para ambos está entre os valores aceitáveis.

Já na análise pela média dos três valores das coletas em cada dia, o teste do Wilcoxon indicou não haver diferença dos valores do primeiro para o segundo dia. Também se notou que o erro típico ficou dentro do valor desejado. E ambos os ICC ficaram entre os valores aceitáveis mostrando assim boa reprodutibilidade.

## DISCUSSÃO

A confiabilidade de um instrumento ou teste pode ser determinada pela concordância dos resultados fornecidos por diferentes examinadores (confiabilidade interexaminadores) ou em momentos distintos (confiabilidade intraexaminadores ou teste-reteste)<sup>(25)</sup>. No presente trabalho, a reprodutibilidade intraexaminador foi analisada. Optou-se pela variação do tempo, sendo realizadas três medições em momentos distintos, com intervalo de 7±2 dias, sem mudanças nas condições de realização do teste, visto que essa seria a maior aplicabilidade de um instrumento dessa natureza na área de Motricidade Orofacial. Optou-se por permitir uma variação de dois dias nas avaliações instrumentais, de modo a evitar o abandono da pesquisa por parte dos participantes devido à dificuldade de horários. No entanto, as condições de realização das avaliações foram mantidas em todos os três dias, evitando-se interferências nos resultados.

É possível observar, em todas as análises descritivas, o aumento da força realizada ao longo dos dias de coleta de dados. Como consequência, os valores de mudança na média observados foram altos, especialmente entre o segundo e terceiro dia, refletindo no p-valor (Wilcoxon) que apontou diferenças

significativas nas medidas. Acredita-se que isso tenha ocorrido devido ao efeito de treinamento, ou seja, os indivíduos avaliados foram melhorando seus resultados devido à familiaridade com o processo de medição.

Ao se analisar os dados de força média, nota-se que, independentemente da forma de análise, todos os valores de erro típico ficaram dentro do desejável (inferiores a 5%), o que demonstra que a distribuição das diferenças nos valores de coleta dos pares de dia é homogênea. Além disso, em todas as análises, os valores de ICC mantiveram-se dentro do aceitável, mostrando boa confiabilidade. Entretanto, o teste de Wilcoxon indicou diferenças significativas na análise do máximo valor (no par Dia 2-3); na análise da média dos dois maiores valores (nos pares Dia 1-2 e Dia 2-3); e na análise da média dos três valores (nos pares Dia 1-2 e Dia 2-3). Assim, os valores de força média apresentaram boa reprodutibilidade em dois dos três métodos de avaliação empregados.

Na análise da força máxima, todos os valores de erro típico ficaram dentro do aceitável, sendo que o par Dia 2-3 apresentou valores de erro típico dentro do desejável em todos os três métodos utilizados. Em relação ao ICC, os valores encontrados mantiveram-se dentro do aceitável nas três formas de análise, também demonstrando boa confiabilidade.

Quanto ao teste de Wilcoxon, diferentemente do encontrado na análise da força média, somente no par Dia 2-3 foi encontrada diferença significativa, sendo que nos três métodos utilizados, o par Dia 1-2 indicou não haver diferença significativa. Dessa forma, assim como os valores de força média, os valores de força máxima indicaram boa reprodutibilidade em dois dos três métodos de avaliação utilizados.

Esses resultados indicam que a força máxima parece ser um padrão com menor variação do que a força média, assim como observado em outro estudo<sup>(12)</sup>, e a melhor forma de sumariá-la foi pela média de três valores.

Os resultados deste estudo vão de encontro aos obtidos em outros trabalhos de avaliação de métodos para medição de força de língua, que encontraram valores de coeficiente de variação entre 0,056 e 0,093<sup>(19)</sup> e entre 0,014 e 0,070<sup>(26)</sup>, embora tenha sido empregado um instrumento diferente – IOPI – e distinta metodologia para análise dos dados. Ambos os instrumentos, Forling e IOPI, se propõem a avaliar a força lingual, porém o Forling utiliza um sensor de força e retorna os dados em unidade de força (N) e o IOPI utiliza sensor de pressão e fornece dados sobre a pressão lingual, em kPa. Portanto, os valores de medida fornecidos pelos aparelhos não podem ser comparados. Além disso, o Forling requer um movimento de protrusão, enquanto o IOPI necessita que o paciente faça uma compressão da língua contra o palato duro.

Todos os coeficientes de variação encontrados foram considerados desejáveis ou aceitáveis, demonstrando a homogeneidade dos valores, e confirmando a boa reprodutibilidade dos dados gerados com o aparelho.

Entretanto, o erro típico é a análise mais importante da confiabilidade das medidas uma vez que indica a variabilidade dos dados dos indivíduos nas diferentes avaliações<sup>(19)</sup>. Considerando-se, portanto, este parâmetro, pode-se afirmar que o instrumento é reprodutível.

Nesta pesquisa, utilizou-se o tempo de sete segundos de aplicação de força, visto que indivíduos com força de língua normal atingem a força máxima nos primeiros segundos da contração, mas indivíduos com redução da força de língua precisam de um tempo maior<sup>(27)</sup>. Alguns estudos também empregaram o valor de 7 segundos<sup>(1,21)</sup>, outros utilizaram tempo inferior, entre dois e três segundos<sup>(19,22,26,28)</sup>, mas estas pesquisas com tempo menor de contração avaliaram a força máxima, e, no presente estudo, optou-se por avaliar também a força média.

A fim de não se obter resultados com variações devido à fadiga muscular, um período de descanso entre as medições foi empregado. Assim como em estudos anteriores, esse tempo foi de 1 minuto<sup>(1,13,21-24)</sup>.

Além da boa reprodutibilidade dos dados, é importante ressaltar que o *software* do Forling é simples de utilizar, permite a modificação do tempo de registro dos dados e a visualização dos dados durante a coleta, sendo possível utilizar o aparelho de diferentes formas e sem a necessidade de extenso treinamento prévio. A faixa de valores de força média e máxima encontrados nesta pesquisa é compatível com a obtida por outros autores ao avaliar adultos saudáveis em tarefa de protrusão. Uma pesquisa com adultos de 20 a 44 anos encontrou força máxima de 16,1±4,7 N e média de 11,6±3,4 N<sup>(16)</sup>, enquanto outra realizada com homens de 22 a 39 anos obteve força máxima de 24,3±6,7 N<sup>(29)</sup>.

Devido ao fator treinamento, observado nesta pesquisa, aconselha-se que o avaliador forneça um tempo maior de familiarização do paciente com o instrumento. Caso o paciente seja avaliado em uma única sessão previamente ao tratamento, deve-se considerar que haverá um ganho de força relativo ao treinamento, anterior ou concomitante ao ganho relativo ao tratamento. Adams et al.<sup>(19)</sup> sugerem que sejam realizadas várias coletas na primeira sessão para familiarização do paciente com o instrumento.

Diferenças na força axial de língua são esperadas ao longo da vida, porém variações significativas não são observadas em grupos de jovens adultos como os participantes desta

pesquisa, apenas em indivíduos acima dos 60 anos de idade<sup>(2)</sup>. Alguns estudos indicam também diferença de força de língua entre homens e mulheres, sendo que os valores encontrados para os indivíduos do gênero masculino geralmente são maiores que os do gênero feminino<sup>(22,30)</sup>. Apesar dessa diferença, os resultados de reprodutibilidade não são afetados, visto que as comparações para esse tipo de análise são realizadas com o próprio indivíduo. Por esses motivos, optou-se por não realizar uma análise estratificada por faixas etárias ou por gênero.

Esta pesquisa foi realizada com um número pequeno de participantes e não incluiu grandes alterações miofuncionais. Na avaliação clínica dos participantes, observou-se que a maioria apresentou força normal, mas 32,7% apresentaram leve redução de força. Uma pesquisa<sup>(16)</sup> realizou a avaliação clínica da língua em adultos jovens e encontrou maior quantidade de indivíduos (62,5%) com alguma alteração da força lingual na tarefa de protrusão contra resistência, contudo a maioria apresentava fraqueza de ápice ou de terço anterior, sendo que apenas 4,2% apresentaram diminuição leve da força lingual. Como a avaliação clínica é subjetiva, diferenças entre pesquisas são esperadas. Os autores justificaram que mínimas alterações na força foram consideradas durante a classificação qualitativa, por isso obtiveram grande número de indivíduos alterados<sup>(16)</sup>. A avaliação clínica de força de língua, na presente pesquisa, foi realizada como critério de inclusão, para que se pudesse inicialmente compreender o comportamento do instrumento, com relação à reprodutibilidade, em indivíduos sem grandes comprometimentos da força lingual.

Acredita-se que resultados melhores poderiam ser obtidos se o estudo contasse com mais indivíduos e mais dias de coleta, a fim de excluir o efeito de treinamento. Sugere-se, portanto, que outros estudos longitudinais sejam realizados, com população e períodos de coleta maiores. Outra sugestão para as próximas pesquisas incluem a avaliação da reprodutibilidade interexaminador.

Foi possível observar também, que o tipo de força escolhida (máxima ou média) e que as diferentes formas de análise levaram a resultados diferentes, portanto ressalta-se a importância de verificar e escolher com atenção a metodologia e o modelo de análise estatística a fim de se evitar qualquer viés.

Com isso, espera-se que o Forling portátil seja utilizado em pesquisas e na prática clínica de fonoaudiólogos e demais profissionais que atuam na interface da área de motricidade orofacial, já que, por ser uma avaliação quantitativa, permite observar de forma simples e fidedigna a evolução dos pacientes ao longo da terapia.

## CONCLUSÃO

No presente estudo, observou-se muito boa reprodutibilidade dos dados obtidos com o uso do Forling portátil, sendo que a maioria dos parâmetros avaliados – erro típico, coeficiente de variação médio, intervalo de confiança, índice de correlação intraclasse – apresentou resultados dentro do aceitável e do desejável, o que possibilita que esse instrumento seja utilizado tanto na prática clínica quanto em outras pesquisas.

A força máxima apresentou menor variação do que a média e a melhor forma de sumarizá-la foi pela média de três medições. Recomenda-se que uma ou mais sessões de familiarização do indivíduo com o instrumento seja realizada antes das medições.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) o auxílio financeiro concedido para execução desta pesquisa.

## REFERÊNCIAS

1. Furlan RMMM, Motta AR, Valentim AF, Barroso MFS, Costa CG, Las Casas EB. Protrusive tongue strength in people with severely weak tongues. *Int J Speech Lang Pathol*. 2013;15(5):503-10. <http://dx.doi.org/10.3109/17549507.2012.752863>. PMID:23336828.
2. Motta AR, César CC, Bommarito S, Chiari BM. Axial force of the tongue in different age groups. *J Soc Bras Fonoaudiol*. 2011;23(3):201-5. <http://dx.doi.org/10.1590/S2179-64912011000300004>. PMID:22012153.
3. Pittman LJ, Bailey EF. Genioglossus and intrinsic electromyographic activities in impeded and unimpeded protrusion tasks. *J Neurophysiol*. 2009;101(1):276-82. <http://dx.doi.org/10.1152/jn.91065.2008>. PMID:18987117.
4. Adams V, Mathisen B, Baines S, Lazarus C, Callister R. A systematic review and meta-analysis of measurements of tongue and hand strength and endurance using the iowa oral performance instrument (IOPI). *Dysphagia*. 2013;28(3):350-69. <http://dx.doi.org/10.1007/s00455-013-9451-3>. PMID:23468283.
5. Ball S, Idel O, Cotton SM, Perry A. Comparison of two methods for measuring tongue pressure during swallowing in people with head and neck cancer. *Dysphagia*. 2006;21(1):28-37. <http://dx.doi.org/10.1007/s00455-005-9008-1>. PMID:16544088.
6. Kieser J, Singh B, Swain M, Ichim I, Waddell JN, Kennedy D, et al. Measuring intraoral pressure adaptation of a dental appliance allows measurement during function. *Dysphagia*. 2008;23(3):237-43. <http://dx.doi.org/10.1007/s00455-007-9126-z>. PMID:18004622.
7. Hewitt A, Hind J, Kays S, Nicosia M, Doyle J, Tompkins W, et al. Standardized instrument for lingual pressure measurement. *Dysphagia*. 2008;23(1):16-25. <http://dx.doi.org/10.1007/s00455-007-9089-0>. PMID:17602265.
8. Hori K, Ono T, Tamine K, Kondo J, Hamanaka S, Maeda Y, et al. Newly developed sensor sheet for measuring tongue pressure during swallowing. *J Prosthodont Res*. 2009;53(1):28-32. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jpor.2008.08.008>. PMID:19318068.
9. Valentim AF, Furlan RMMM, Perilo TVC, Berbert MCB, Motta AR, Las Casas EB. Evaluation of the force applied by the tongue and lip on the maxillary central incisor tooth. *CoDAS*. 2014;26(3):235-40. <http://dx.doi.org/10.1590/2317-1782/201420130077>. PMID:25118921.
10. Furlan RMMM, Valentim AF, Motta AR, Barroso MFS, Costa CG, Las Casas EB. Quantitative methods for assessing tongue force. *Rev CEFAC*. 2012;14(6):1215-25. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-18462012005000099>.
11. Motta AR, Perim JV, Perilo TVC, Las Casas EB, Costa CG, Magalhães FE, et al. Method for the measurement of axial forces produced by the human tongue. *Rev CEFAC*. 2004;6(2):164-9.
12. Barroso MFS, Costa CG, Saffar JME, Las Casas EB, Motta AR, Perilo TVC, et al. Development of a prototype system for the objective measurement of tongue forces. *SBA: Controle & Automação*. 2009;20(2):156-63.
13. Furlan RMMM, Valentim AF, Perilo TVC, Costa CG, Barroso MF, Las Casas EB, et al. Quantitative evaluation of tongue protrusion force. *Int J Orofacial Myology*. 2010;36:33-43. PMID:23362601.
14. Almeida LD, Furlan RMMM, Las Casas EB, Motta AR. Influence of height, weight and body mass index in the axial tongue force. *J Soc Bras Fonoaudiol*. 2012;24(4):381-5. <http://dx.doi.org/10.1590/S2179-64912012000400015>. PMID:23306690.
15. Berbert MCB, Brito VG, Furlan RMMM, Perilo TVC, Valentim AF, Barroso MFS, et al. Maximum protrusive tongue force in healthy young adults. *Int J Orofacial Myology*. 2014;40:56-63. PMID:27295848.
16. Rezende BA, Furlan RMMM, Las Casas EB, Motta AR. Relationship between clinical and instrumental assessment of the tongue in healthy young adults. *CoDAS*. 2015;27(3):260-6. <http://dx.doi.org/10.1590/2317-1782/20152014155>. PMID:26222943.
17. Motta AR, Las Casas EB, César CC, Bommarito S, Chiari BM. Characterization of tongue strength via objective measures. *Rev CEFAC*. 2017;19(1):82-9. <http://dx.doi.org/10.1590/1982-021620171919116>.
18. Furlan RMMM, Las Casas EB, Motta AR. Avaliação quantitativa e reabilitação da força da língua: uma nova ferramenta para a terapia de motricidade orofacial. 1. ed. Saarbrücken: Novas Edições Acadêmicas; 2015.
19. Adams V, Mathisen B, Baines S, Lazarus C, Callister R. Reliability of measurements of tongue and hand strength and endurance using the iowa oral performance instrument with healthy adults. *Dysphagia*. 2014;29(1):83-95. <http://dx.doi.org/10.1007/s00455-013-9486-5>. PMID:24045852.
20. INMETRO: Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial. Vocabulário internacional de termos fundamentais e gerais de metrologia. 3. ed. Rio de Janeiro: INMETRO; 2003. Technical Report.
21. Mano T, Katsuno M, Banno H, Suzuki K, Suga N, Hashizume A, et al. Tongue pressure as a novel biomarker of spinal and bulbar muscular atrophy. *Neurology*. 2014;82(3):255-62. <http://dx.doi.org/10.1212/WNL.0000000000000041>. PMID:24353334.
22. Youmans SR, Stierwalt JAG. Measures of tongue function related to normal swallowing. *Dysphagia*. 2006;21(2):102-11. <http://dx.doi.org/10.1007/s00455-006-9013-z>. PMID:16685469.
23. Lazarus C, Logemann JA, Huang CF, Rademaker AW. Effects of two types of tongue strengthening exercises in young normals. *Folia Phoniatr Logop*. 2003;55(4):199-205. <http://dx.doi.org/10.1159/00071019>. PMID:12802092.
24. Clark HM. Specificity of training in the lingual musculature. *J Speech Lang Hear Res*. 2012;55(2):657-67. [http://dx.doi.org/10.1044/1092-4388\(2011/11-0045\)](http://dx.doi.org/10.1044/1092-4388(2011/11-0045)). PMID:22215031.
25. Fernandes A, Marins JCB. Test of hand grip strength: a methodological analysis and normative data in athletes. *Fisioter Mov*. 2011;24(3):567-78. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-51502011000300021>.
26. Mortimore IL, Fiddes P, Stephens S, Douglas NJ. Tongue protrusion force and fatiguability in male and female subjects. *Eur Respir J*. 1999;14(1):191-5. <http://dx.doi.org/10.1034/j.1399-3003.1999.14a32.x>. PMID:10489850.
27. Dworkin JP, Aronson AE, Mulder DW. Tongue force in normals and in dysarthric patients with amyotrophic lateral sclerosis. *J Speech Hear Res*. 1980;23(4):828-37. <http://dx.doi.org/10.1044/jshr.2304.828>. PMID:7003262.
28. Youmans SR, Youmans GL, Stierwalt JAG. Differences in tongue strength across age and gender: is there a diminished strength reserve? *Dysphagia*. 2009;24(1):57-65. <http://dx.doi.org/10.1007/s00455-008-9171-2>. PMID:18690406.
29. O'Connor CM, Lowery MM, Doherty LS, McHugh M, O'Muirheartaigh C, Cullen J, et al. Improved surface EMG electrode for measuring genioglossus muscle activity. *Respir Physiol Neurobiol*. 2007;159(1):55-67. <http://dx.doi.org/10.1016/j.resp.2007.05.011>. PMID:17707698.
30. Trawitzki LVV, Borges CGP, Giglio LD, Silva JB. Tongue strength of healthy young adults. *J Oral Rehabil*. 2011;38(7):482-6. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2842.2010.02182.x>. PMID:21143618.

## Contribuição dos autores

TGA, TMR e RMMM foram responsáveis pela concepção e delineamento do estudo, coleta, análise dos dados e elaboração do manuscrito; ARM e EBL orientaram o trabalho, supervisionando o projeto de pesquisa, a análise dos dados e a redação do manuscrito.