

## Artigos originais

# Instrumento para avaliação do desempenho da língua em atividades associadas a jogos digitais: validade de conteúdo e de constructo

*An instrument for tongue performance assessment in activities associated with digital games: content and construct validity*

Renata Maria Moreira Moraes Furlan<sup>1</sup>

<https://orcid.org/0000-0001-7588-9316>

Guilherme André Santana<sup>2</sup>

<https://orcid.org/0000-0003-4235-2744>

Andréa Rodrigues Motta<sup>1</sup>

<https://orcid.org/0000-0002-1582-3785>

Estevam Barbosa de Las Casas<sup>3</sup>

<https://orcid.org/0000-0001-6078-8408>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, Departamento de Fonoaudiologia, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.

<sup>2</sup> Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, Programa de Pós-graduação em Engenharia de Estruturas, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.

<sup>3</sup> Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, Departamento de Engenharia de Estruturas, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.

Trabalho realizado na Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.

Fontes de auxílio à pesquisa: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Conflito de interesses: Existe conflito de interesses por parte dos autores Renata Maria Moreira Moraes Furlan, Guilherme André Santana, Andréa Rodrigues Motta e Estevam Barbosa de Las Casas, os quais fazem parte do grupo de inventores que possuem a patente do equipamento utilizado nesta pesquisa, registrada no Instituto Nacional de Propriedade Industrial, Brasil.



Recebido em: 14/10/2021

Aceito em: 08/11/2021

### Endereço para correspondência:

Andréa Rodrigues Motta  
Universidade Federal de Minas Gerais –  
Faculdade de Medicina – Departamento  
de Fonoaudiologia  
Avenida Alfredo Balena, 190, Santa Efigênia  
CEP: 30.130-100 - Belo Horizonte,  
Minas Gerais, Brasil  
E-mail: [andreamotta19@gmail.com](mailto:andreamotta19@gmail.com)

## RESUMO

**Objetivo:** analisar a validade de conteúdo e de constructo do instrumento de avaliação do desempenho da língua em atividades associadas a jogos digitais.

**Métodos:** para análise de conteúdo, dez fonoaudiólogos responderam um questionário em que cada item do instrumento e o conjunto de itens foram julgados quanto à sua representatividade. Foram calculados o índice de validade de conteúdo e a estatística kappa modificada. Para analisar a validade de constructo, 20 participantes, entre 8 e 13 anos (10 com força de língua adequada e 10 com alteração de força) realizaram uma atividade de jogo com o T-Station, com 12 alvos, 2 N de força e 5 s de sustentação da contração para cada alvo. O desempenho em cada item do instrumento foi comparado entre os grupos.

**Resultados:** a maioria dos itens obteve pontuação satisfatória na avaliação dos fonoaudiólogos. Um item foi removido do instrumento. Os participantes com força da língua reduzida apresentaram pior desempenho do que os com força normal, com diferença estatística para três itens do instrumento.

**Conclusão:** o instrumento mostrou-se válido como método de avaliação do desempenho nas atividades associadas ao T-Station.

**Descritores:** Terapia por Exercício; Força Muscular; Terapia Miofuncional; Reabilitação; Língua; Jogos de Vídeo

## ABSTRACT

**Purpose:** to analyze the content and construct validity of an instrument for tongue performance assessment in activities associated with digital games.

**Methods:** to analyze content validity, ten speech-language pathologists answered a questionnaire in which each item of the instrument and the set of items were judged as to its representativeness. The content validity index and the *modified* Kappa statistics were calculated. To analyze construct validity, 20 participants, with age between 8 and 13 years, (10 children with weak tongues and 10 children with normal tongue strength) performed a game activity with the T-Station, involving 12 targets with 2 N of strength and 5 s of time for sustained contraction for each target. The performance was compared, for each item of the instrument, between groups.

**Results:** most of the items obtained satisfactory score according to the speech-language pathologist's evaluation. Children with reduced tongue force had a poorer performance than those with normal tongue force, with a statistically significant difference in three items of the instrument.

**Conclusion:** the instrument proved to be valid as a method for evaluating performance in activities associated with the T-Station.

**Keywords:** Exercise Therapy; Muscle Strength; Myofunctional Therapy; Rehabilitation; Tongue; Video Games

## INTRODUÇÃO

Jogos digitais têm sido cada vez mais utilizados na clínica fonoaudiológica<sup>1,2</sup>. Constituem estratégias terapêuticas eficazes para aumentar a adesão do paciente ao tratamento, não apenas por entreterem e motivarem, mas também por fornecem um reforço positivo que melhora a retenção da informação<sup>3,4</sup>. A maioria deles tem interface por computador, tablet ou celular e não requerem um dispositivo específico.

Na área da Motricidade Orofacial, alguns dispositivos não convencionais para interação com jogos digitais foram desenvolvidos para reabilitação motora da língua. Miyaushi e colaboradores desenvolveram um método para associar exercícios de mobilidade de língua a jogos computacionais simples, desenvolvidos para crianças com Trissomia do 21<sup>5</sup>. O método não utilizava um dispositivo intraoral, sendo que os movimentos extraorais realizados pela língua eram captados pelo Kinect (Microsoft®) e transformados em comandos do jogo<sup>5</sup>. Kothari e sua equipe desenvolveram um dispositivo de entrada para jogos digitais, o Tongue Drive System, capaz de reconhecer diferentes movimentos da língua dentro da cavidade oral e os transformar em comandos em um jogo digital<sup>6-11</sup>. Para tanto, utilizaram um ímã afixado no ápice lingual e sensores magnéticos posicionados em um aparato externo preso à cabeça do indivíduo.

O T-Station é um instrumento de entrada para jogos digitais, desenvolvido por uma equipe de pesquisadores no Brasil, para reabilitação da força e da mobilidade da língua. O instrumento foi testado em adultos<sup>12</sup> e em crianças<sup>13-15</sup> e proporciona tarefas de contrarresistência, isométricas e isotônicas, para reabilitar a musculatura, durante sua utilização. O diferencial dessa abordagem em relação às tecnologias anteriores é a possibilidade de ajuste de parâmetros de força e tempo de sustentação da contração, previamente à atividade, e a geração de dados, após a atividade, que permitem ao terapeuta avaliar o desempenho do usuário.

O instrumento de avaliação do desempenho foi desenvolvido para ser utilizado com o T-station de maneira a permitir ao terapeuta monitorar o progresso do paciente. Para saber se cumpre tal propósito, é importante que seja realizada a sua validação. Existem várias maneiras de se analisar a validade de um instrumento<sup>16</sup>. A validação de conteúdo é um processo no qual um grupo de especialistas estabelece um consenso quanto à adequação do instrumento à área de interesse<sup>17</sup>. Já a validação de constructo indica se

os resultados do instrumento medem aquilo que se propõe, podendo ser realizada de diferentes formas, sendo uma delas a comparação de grupos que se diferem quanto ao constructo de interesse<sup>18</sup>.

O objetivo deste estudo é analisar a validade de conteúdo e de constructo do instrumento de avaliação do desempenho da língua em atividades associadas a jogos digitais.

## MÉTODOS

Trata-se de um estudo observacional transversal conduzido após aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil, sob o parecer 1.123.565, CAAE 18614313.3.0000.5149. Todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido ou Termo de Assentimento. O estudo apresentou duas partes: a análise de conteúdo e a análise de constructo do instrumento para avaliação do desempenho em jogos digitais acionados pela língua.

### Etapa 1 - Validade de conteúdo do instrumento

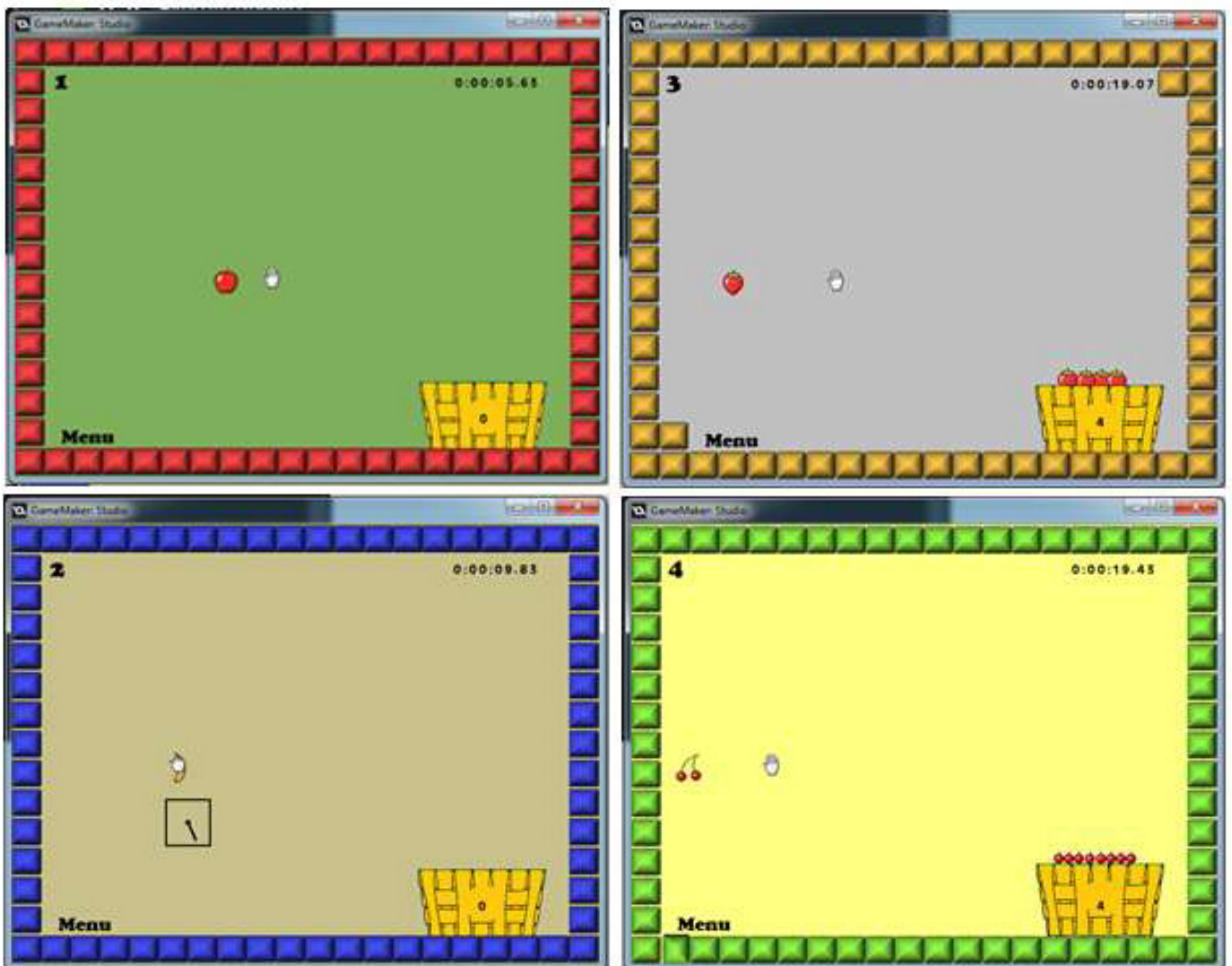
Participaram desta etapa dez fonoaudiólogos, do sexo feminino, com experiência clínica em Motricidade Orofacial e/ou Disfagia. Consistiram os critérios de inclusão: ter graduação em Fonoaudiologia, ter pelo menos cinco anos de experiência clínica na área de Motricidade Orofacial ou Disfagia, ter publicações em revistas científicas ou congressos em pelo menos uma dessas áreas da Fonoaudiologia. Os critérios de inclusão seguiram as recomendações de Grant e Davis<sup>19</sup> para escolha dos especialistas para validação de um instrumento. Foi considerado critério de exclusão não responder a todas as questões do formulário da pesquisa.

A coleta de dados foi realizada em sessão presencial e individual com cada participante da pesquisa. No primeiro momento o T-Station foi apresentado e testado pelo participante. O T-Station<sup>12-15,20</sup> é um instrumento desenvolvido, por uma equipe de pesquisadores do Brasil, para reabilitação da força e mobilidade da língua. O instrumento funciona como um *joystick* de videogame, porém é acionado pela língua. É composto por um corpo e um bocal. O bocal, constituído de material termomoldável, é de uso individual, encaixa-se na cavidade oral e em seu centro apresenta uma peça de comando movimentada pela língua. No interior do corpo do instrumento, quatro molas de tração proporcionam resistência ao movimento realizado pela língua

na peça de comando e dois sensores de efeito Hall capturam os deslocamentos da haste e transmitem as informações a um computador. A força realizada pelo usuário é calculada a partir das informações de deslocamento fornecidas pelo sensor e da constante elástica das molas.

Os participantes utilizaram o equipamento associado a um jogo, especificamente desenvolvido para o treinamento da força da língua, no qual alvos, representados por imagens de frutas, apareciam sequencialmente em diferentes regiões da tela do computador, sendo pontuados na medida em que o usuário movia a haste de comando com a língua na direção dos mesmos e conseguia alcançá-los. Ao mover a haste de comando em um sentido, o

cursor do jogo também se move para o mesmo sentido, sendo que a força realizada pelo usuário para movimentar a haste de comando é proporcional à movimentação do cursor na tela. Quando o usuário alcança um alvo, um cronômetro é acionado, sendo necessário manter o movimento durante um período pré-determinado para pontuar. Dessa forma a atividade exige a sustentação da contração que é condição do exercício isométrico<sup>21</sup>. Quatro níveis de dificuldade foram desenvolvidos, diferenciando-se apenas pela força requerida para pontuar no jogo sendo 0,5 N no nível um, 1 N no nível dois, 2 N no nível três e 3 N no nível quatro. A direção e o sentido de aparecimento dos alvos, bem como o tempo de sustentação da contração são ajustáveis.



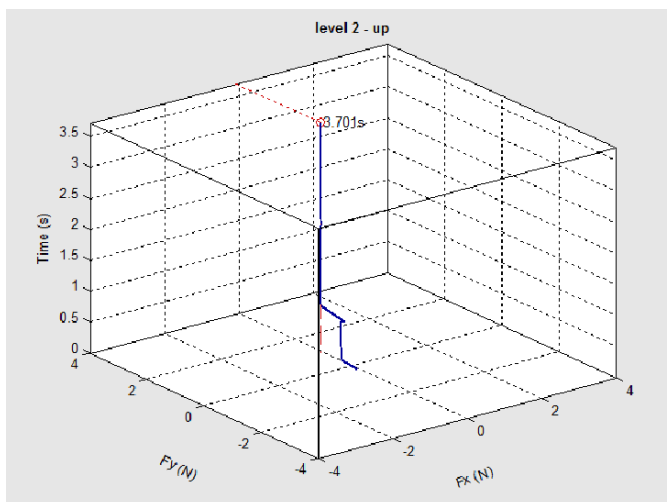
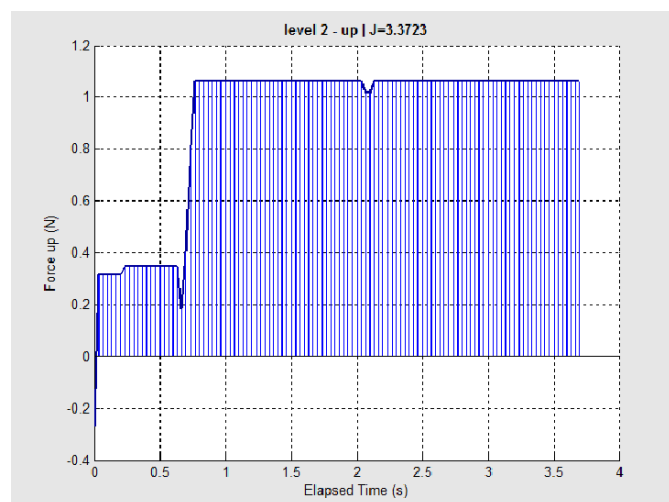
Nível 1 exige aplicação de 0,5 N de força pela língua; Nível 2 exige aplicação de 1 N de força pela língua; Nível 3 exige a aplicação de 2 N de força pela língua; Nível 4 exige a aplicação de 3 N de força pela língua

**Figura 1.** Níveis do jogo

Para monitoramento do progresso do paciente na terapia, após cada jogo, o software do programa gera o relatório de desempenho. Sete variáveis foram escolhidas para compor o instrumento. São elas: (a) número de tentativas (número de vezes que o usuário atinge o alvo, mesmo que não consiga sustentar a contração pelo período de tempo necessário para pontuar, sendo o melhor desempenho possível quando o número de tentativas é igual a um, o que significa que o usuário necessitou de apenas uma tentativa para pontuar aquele alvo; (b) força máxima (maior força, em newton, que o usuário exerce durante as tentativas de alcançar o alvo; (c) tempo máximo de contração (maior tempo, em segundos, em que o usuário é capaz de manter a força para cada alvo, considerando todas as tentativas realizadas); (d) tempo médio de contração (média do tempo, em segundos, que o usuário mantém a força, para cada alvo, considerando todas as tentativas); (e) número de alvos pontuados (número de vezes que o paciente atinge o alvo e sustenta a contração pelo tempo estipulado); (e) área sobre a curva do gráfico de força x tempo (produto da força pelo tempo sustentação, em Nxs, também denominada

Impulso<sup>22</sup>); (f) tempo total (tempo, em segundos, que o usuário leva para pontuar o alvo a partir do seu aparecimento na tela).

Além destas variáveis, o relatório contém dois tipos de gráficos para cada alvo do jogo, um deles (Figura 2A) é bidimensional (2), sendo a informação sobre o tempo de contração presente no eixo X e da força no eixo Y. A área hachurada (área sob a curva do gráfico de força x tempo) é apresentada ao topo do gráfico. O segundo gráfico gerado (Figura 2B) é tridimensional, contém a informação do tempo no eixo Y, e, nos eixos X e Z, os valores de força realizados, nas direções vertical e horizontal, respectivamente. Por meio deste gráfico, pode-se visualizar a trajetória do movimento realizado pela língua, iniciada no tempo 0, com informações da força realizada em cada sentido de movimento ao longo do tempo. O gráfico indica também, o nível de dificuldade e a direção/sentido de movimento. O círculo vermelho ao final da trajetória indica que o alvo foi pontuado e o valor impresso próximo ao círculo refere-se ao tempo total gasto para atingir o referido alvo.



**Figure 2.** (a) Gráfico bidimensional – apresenta a força aplicada pela língua no eixo Y e o tempo de contração muscular no eixo X. (b) Gráfico tridimensional – apresenta a informação do tempo de contração muscular no eixo Y, e, nos eixos X e Z, os valores de força realizados pela língua, nas direções vertical e horizontal, respectivamente

Após testar os quatro níveis do jogo, cada fonoaudiólogo respondeu um questionário no qual cada item do instrumento, para cada sentido de movimento, bem como o conjunto de itens do instrumento foi julgado quanto à sua representatividade (relevância em relação ao domínio de interesse) por meio de uma escala

ordinal de 1 a 4<sup>19,23</sup>. Nessa escala, a pontuação igual a 1 indicava que o item avaliado não era representativo, pontuação 2 indicava que era pouco representativo, 3 indicava que era suficientemente representativo e 4 que o item era altamente representativo. As opções de resposta três e quatro foram consideradas

adequadas<sup>19</sup>. O índice de validade do conteúdo (IVC) de cada item foi calculado como o número de especialistas que forneceu a classificação 3 ou 4 ao item, dividido pelo número total de especialistas. Como ponto de corte para o item, utilizou-se o valor de 0,78, abaixo do qual o item foi considerado não relevante para o domínio de interesse<sup>23</sup>. O IVC para o conjunto de itens foi calculado pela média dos valores de IVC de cada item. O ponto de corte para considerar o instrumento adequado ao seu domínio foi 0,8<sup>19</sup>.

O coeficiente *Kappa* modificado também foi calculado. Trata-se de um teste complementar ao IVC, que avalia o grau de concordância entre os especialistas para cada item, levando-se em consideração o fato de que a concordância pode ocorrer por acaso<sup>17</sup>. Valores de *kappa* acima de 0,74 são considerados excelentes, entre 0,60 e 0,74 bons, e entre 0,40 e 0,59 moderados<sup>17</sup>.

Todos os itens que obtiveram pontuação de IVC acima do ponto de corte e concordância aceitável entre os profissionais para *Kappa* modificado foram incluídos na versão final do instrumento e os demais removidos do instrumento<sup>17</sup>. Os profissionais também foram solicitados a avaliar a clareza da redação de cada item do instrumento e sugerir mudanças, bem como propor adição ou deleção de itens.

## Etapa 2 - Validade de constructo do instrumento

Participaram desta etapa, 20 indivíduos, de ambos os sexos, com idades entre 8 e 13 anos, falantes do português brasileiro, divididos em dois grupos de acordo com a classificação da força da língua. O grupo 1 (G1) foi composto por 10 indivíduos, oito do sexo masculino e dois do sexo feminino, com força de língua considerada reduzida na avaliação qualitativa, média de idade de 9,8 anos e desvio padrão de 2 anos. O Grupo 2 (G2) consistiu de 10 indivíduos com força de língua considerada adequada na avaliação qualitativa, sendo cinco do sexo masculino e cinco do sexo feminino, com média de idade de 10,4 e desvio padrão de 1,8 anos. Os participantes foram recrutados dentre os pacientes em atendimento no Ambulatório de Fonoaudiologia do Hospital das Clínicas da UFMG.

Constituíram critérios de inclusão: idade entre oito e 13 anos, concordância quanto ao diagnóstico de força

de língua realizado por dois fonoaudiólogos e ter todos os dentes incisivos. Foram excluídos os indivíduos com alterações cognitivas, desordens invasivas do desenvolvimento, distúrbios visuais, de deglutição ou fala, alterações oclusais que interferissem no encaixe do T-Station na cavidade oral e reflexo de gag anteriorizado (disparado na porção anterior da língua). Tais informações foram obtidas por entrevista com os pais e leitura do prontuário.

A avaliação da força da língua foi realizada pela tarefa de pressão máxima contra uma espátula posicionada à frente dos lábios do participante durante cinco segundos<sup>24</sup>. O examinador classificava a força como normal ou alterada. Devido à subjetividade da avaliação, a mesma foi realizada por dois examinadores, especialistas em Motricidade Orofacial, de forma independente sendo incluídos no estudo apenas os indivíduos que obtiveram a mesma classificação.

Cada participante realizou uma atividade de jogo utilizando o T-Station com o objetivo de atingir 12 alvos, sendo quatro alvos em cada direção (esquerda, direita acima e abaixo). A força para alcançar o alvo foi previamente ajustada para 2 N e o tempo de sustentação da contração para 5 s. Durante a atividade, o participante permaneceu sentado em uma cadeira com costas e pés apoiados, de frente para a tela do computador, segurando o T-Station com as mãos, estando os cotovelos apoiados sobre uma mesa.

Foi realizada a análise descritiva das variáveis por meio de medidas de tendência central (média e mediana) e variabilidade (desvio-padrão). O teste não paramétrico de Wilcoxon-Mann-Whitney foi utilizado para comparação das variáveis entre os grupos, uma vez que a distribuição não apresentou características de normalidade. Foi considerado nível de significância de 5% nas análises.

## RESULTADOS

Os fonoaudiólogos participantes da pesquisa eram do sexo feminino, com tempo de experiência clínica em Motricidade Orofacial e/ou Disfagia entre 6 e 25 anos, com média de 13,9 e desvio padrão de 6,7 anos. A Tabela 1 apresenta as respostas de cada participante na avaliação de conteúdo de cada item do instrumento.

**Tabela 1.** Avaliação da representatividade dos itens do instrumento

Itens	Sentido do movimento	Participante										IVC	Kappa
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Número de tentativas	Direita	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	1	1
	Esquerda	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	1	1
	Para cima	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	1	1
	Para baixo	4	4	4	2	4	3	4	3	4	4	0,90	0,90
Força máxima	Direita	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	1	1
	Esquerda	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	1	1
	Para cima	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	1	1
	Para baixo	4	4	4	2	4	3	4	4	3	4	0,90	0,90
Tempo máximo de contração	Direita	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	1	1
	Esquerda	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	1	1
	Para cima	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	1	1
	Para baixo	4	4	4	2	4	3	4	4	2	4	0,80	0,79
Tempo médio de contração	Direita	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	1	1
	Esquerda	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	1	1
	Para cima	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	1	1
	Para baixo	4	4	4	2	4	3	4	4	2	4	0,80	0,79
Alvos pontuados	Direita	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	1	1
	Esquerda	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	1	1
	Para cima	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	1	1
	Para baixo	4	4	4	2	4	4	4	3	4	4	0,9	0,90
Área sob a curva do gráfico de Força x Tempo	Direita	4	4	4	1	4	4	4	2	2	3	0,70	0,66
	Esquerda	4	4	4	1	4	4	4	2	2	3	0,70	0,66
	Para cima	4	4	4	1	4	4	4	2	2	3	0,70	0,66
	Para baixo	4	4	4	1	4	4	4	2	2	3	0,70	0,66
Tempo Total	Direita	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1
	Esquerda	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1
	Para cima	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1
	Para baixo	4	4	4	2	4	4	4	4	4	4	0,90	0,90
Gráfico 2D		4	4	4	2	4	3	4	2	4	4	0,80	0,79
Gráfico 3D		3	4	4	2	4	4	4	4	2	4	0,80	0,79

Legenda: 1=não representativo; 2=pouco representativo; 3=suficientemente representativo; 4=altamente representativo; IVC=índice de validade de conteúdo

O IVC para o conjunto de itens foi 0,92. A maioria dos itens obteve pontuação satisfatória, exceto o item área sob a curva do gráfico de força x tempo, sendo, portanto, retirado na versão final do instrumento. Os itens que se referiam à direção para baixo receberam pontuações menores para o IVC e para o índice kappa modificado dos que os mesmos itens nas demais direções.

Foram sugeridas modificações da redação do item “tempo total” para “tempo para pontuar” e

“número de tentativas” para “número de tentativas para pontuar”.

A Tabela 2 apresenta a análise descritiva dos valores obtidos para cada variável do instrumento e a comparação desses valores entre os grupos de indivíduos com e sem alteração de força da língua. O grupo com alteração apresentou pior desempenho do que o grupo sem alteração da força da língua para as variáveis: número de tentativas para pontuar, tempo médio de contração e tempo para pontuar.

**Tabela 2.** Análise descritiva das variáveis e comparação entre os grupos

Itens	Direita			Esquerda			Para cima			Para baixo		
	Média	DP	Mediana	Média	DP	Mediana	Média	DP	Mediana	Média	DP	Mediana
<b>Número de tentativas para pontuar</b>												
Grupo 1	6,4	7,5	4	4,0	4,8	2	1,9	1,7	1	1,9	1,5	1
Grupo 2	2,7	2,3	2	2,0	1,2	2	1,2	0,4	1	1,5	1,1	1
Valor de p	<b>0,0333</b>			0,0999			<b>0,0453</b>			0,2686		
<b>Força máxima (N)</b>												
Grupo 1	2,0	0	2	2,0	0	2	2,0	0	2	2,0	0	2
Grupo 2	2,0	0	2	2,0	0	2	2,0	0	2	2,0	0	2
Valor de p	-			-			-			-		
<b>Tempo máximo de contração (s)</b>												
Grupo 1	4,9	0,5	5	4,9	0,6	5	4,9	0,5	5	5,0	0	5
Grupo 2	5,0	0	5	5,0	0	5	5,0	0	5	5,0	0	5
Valor de p	0,1538			0,3173			0,3173			-		
<b>Tempo médio de contração (s)</b>												
Grupo 1	2,7	1,4	2,4	3,1	1,4	2,5	4,2	1,3	5	4,3	1,0	5
Grupo 2	3,8	1,1	3,7	3,6	1,3	2,8	4,8	0,6	5	4,5	0,9	5
Valor de p	<b>0,0006</b>			0,1541			<b>0,0205</b>			0,3368		
<b>Alvos pontuados</b>												
Grupo 1	2,8	0,4	3	2,9	0,3	3	2,9	0,3	3	3,0	0	3
Grupo 2	3,0	0	3	3,0	0	3	3,0	0	3	3,0	0	3
Valor de p	0,1462			0,3173			0,3173			-		
<b>Tempo para pontuar</b>												
Grupo 1	27,9	32,9	14,4	18,6	21,4	10,0	19,6	17,0	13,8	11,4	7,4	7,7
Grupo 2	11,5	8,6	8,7	8,0	3,6	6,3	8,3	5,3	6,5	8,4	4,2	6,7
Valor de p	<b>0,0054</b>			<b>0,0271</b>			<b>0,0205</b>			0,3368		

Teste Wilcoxon-Mann-Whitney

Legenda: DP – desvio padrão; G1 – grupo de indivíduos com alteração de força da língua; G2 – grupo de indivíduos sem alteração de força da língua

## DISCUSSÃO

### Etapa I – validação de conteúdo

De acordo com o julgamento dos especialistas, os itens do instrumento, com exceção da área sob a curva do gráfico de força x tempo, são importantes para o domínio de interesse. A área sob a curva é uma medida de impulso<sup>22</sup>, está presente em algumas pesquisas relacionadas à avaliação da força da língua e dos lábios<sup>25-28</sup> combina a força aplicada e o tempo de sustentação da contração. Como combina duas variáveis, não permite inferir se valores baixos estão relacionados à dificuldade de execução ou de manutenção da força. Um indivíduo capaz de sustentar uma força reduzida por um longo tempo pode apresentar o mesmo valor de um indivíduo que realiza uma força elevada, mas a sustenta apenas por pouco tempo. Uma vez que este item em questão não atingiu o valor de corte preconizado no IVC, foi removido do instrumento.

O IVC médio do instrumento (0,92) sugere adequação quanto ao seu conteúdo. Segundo Grant e Davis<sup>19</sup>, o valor mínimo para o qual o instrumento se adequa à sua área de interesse é de 0,8. Outros autores<sup>17</sup>, porém, adotam um valor mais conservador de 0,9 como limite de aceitabilidade para o instrumento avaliado. Em ambos os casos, o IVC médio atingiu valor aceitável.

O índice Kappa foi considerado excelente para a maioria dos itens avaliados, indicando que houve concordância entre os especialistas. Apenas o item área sob a curva do gráfico de tempo x força recebeu índice inferior ao esperado, mas ainda considerado bom. Polit e Beck<sup>23</sup> apontam a importância do índice Kappa para complementar o IVC, pois o primeiro leva em consideração o fato de que a concordância entre os especialistas pode ocorrer por acaso.

Os itens foram classificados separadamente por direção do movimento, pois na prática clínica o treinamento de força não acontece da mesma forma para

todas as direções. Há maior foco no treinamento de força na direção ascendente, pois esta é a direção em que a língua exerce força na fase oral da deglutição, para a propulsão do bolo alimentar da cavidade oral para a orofaringe, enquanto os movimentos laterais são muito frequentes durante a mastigação<sup>29,30</sup>, que exige menor quantidade de força da língua, portanto geralmente movimentos laterais são realizados em treinos de mobilidade de língua. Observaram-se, para o movimento descendente, pontuações mais baixas no IVC e kappa modificado, porque um número relativamente alto de especialistas julgou o exercício da língua no sentido descendente como menos relevante para a prática clínica.

## Etapa II – Validação do constructo

O instrumento demonstrou, nos testes com crianças e adolescentes, diferenças no desempenho motor de língua entre os grupos em três itens do instrumento, número de tentativas para pontuar, tempo médio de contração e tempo para pontuar, sendo o desempenho pior no grupo com força considerada reduzida. Tais diferenças ocorreram apenas nos movimentos para a direita e para cima. Valores elevados de desvio padrão foram verificados para essas três medidas, indicando alta variabilidade de desempenho intersujeitos, mesmo dentro do mesmo grupo.

O movimento descendente da língua não apresentou diferença entre os grupos em nenhum dos itens avaliados. Uma hipótese levantada para este achado é o acionamento do músculo genioglosso pelos participantes<sup>13</sup>, enquanto os demais movimentos só podiam ser realizados pela musculatura intrínseca da língua. A tarefa de protrusão sustentada contra resistência, usada para dividir os participantes nos grupos, avalia principalmente a musculatura intrínseca da língua, servindo o genioglosso apenas de plataforma estável para que os músculos extrínsecos exerçam a força contra a espátula<sup>31</sup>. Esse achado é compatível com a avaliação dos especialistas que destinaram menor pontuação para os itens neste sentido do movimento. O movimento de língua para baixo não é tão frequentemente treinado na terapia miofuncional orofacial quanto os demais, possivelmente pela menor participação nas funções.

O movimento para esquerda apenas apresentou diferença significativa entre os grupos na análise do tempo para pontuar. Outra pesquisa<sup>14</sup> encontrou desempenho ruim para esta direção ao se utilizar o instrumento com crianças com alteração de mobilidade

de língua e justificaram que a ordem de aparecimento dos alvos na tela, sempre iniciando pela esquerda e terminando para baixo, aliada à necessidade de realização de dois movimentos combinados para mudar a haste de comando da posição inferior para a esquerda, faz deste o movimento o mais difícil dentre os quatro. Isso pode ter gerado similar dificuldade nos grupos.

Todos os participantes atingiram a força máxima estipulada em todas as direções. Isso ocorreu porque a força necessária para atingir os alvos, 2 N, foi substancialmente menor do que a força que a língua de crianças e adolescentes tem capacidade de exercer. A força máxima de protrusão da língua obtida em uma pesquisa com crianças e adolescentes (com idades entre 8 e 12 anos) foi de 10,3 N para aqueles com força normal da língua e 8,1 N para aqueles com força da língua levemente reduzida<sup>32</sup>. Com relação à resistência, crianças sem alterações, com idades entre 6 e 12 anos, foram capazes de sustentar 50% de sua força máxima de língua durante 24 s. Mesmo crianças com alterações funcionais foram capazes de manter contração por mais de 9 s<sup>33</sup>. Como nos jogos, bastavam 5 segundos de contração para se pontuar, não foram encontradas diferenças entre os grupos no item tempo máximo de contração.

O estudo apresenta limitações, dentre elas a amostra reduzida e de conveniência na análise de constructo. A partir deste estudo, sugere-se que outros sejam desenvolvidos com amostras maiores, a partir de cálculos amostrais, considerando as variáveis (itens do instrumento) definidas nesta pesquisa. Outra limitação refere-se ao fato de a força da língua ter sido avaliada pelo método qualitativo. Sabe-se que os julgamentos subjetivos da força da língua variam entre os examinadores. Para compensar esse fato, a avaliação qualitativa foi realizada por duas fonoaudiólogas especializadas em Motricidade Orofacial.

A amostra selecionada para validação de conteúdo tem tamanho adequado<sup>19</sup>, porém há um viés de seleção, visto que para possibilitar os encontros presenciais todos os especialistas foram selecionados na mesma cidade. A seleção de especialistas de diferentes localizações geográficas aumentaria a chance de identificar termos coloquiais inadequados para o instrumento<sup>19</sup>. Além disso, o IVC tem uma limitação importante, concentra a relevância nos itens revisados, e não informa se o instrumento inclui um conjunto abrangente de itens para medir adequadamente o construto de interesse<sup>23</sup>.



Este estudo pode ser considerado preliminar para a validação do instrumento de avaliação do desempenho da língua em atividades associadas a jogos digitais. Os itens do instrumento “número de tentativas para pontuar”, “tempo médio de contração” e “tempo para pontuar” podem ser considerados mais relevantes, pois além de apresentarem adequado IVC na avaliação de validade de conteúdo, foram capazes de diferenciar os grupos na avaliação da validade do construto. O estudo não esgota, mas sim inicia reflexões sobre a validade deste instrumento. A literatura aponta que são necessários vários estudos para que a validade de um instrumento seja estabelecida<sup>18</sup>. O instrumento de que trata este estudo é usado de forma associada ao T-Station, mas acredita-se que possa servir de modelo para utilização em outros contextos que envolvam a avaliação instrumental da língua.

## CONCLUSÃO

O instrumento mostrou-se válido como método de avaliação do desempenho nas atividades associadas ao T-Station. Atingiu valores aceitáveis de IVC e foi capaz de mostrar diferenças entre crianças e adolescentes com e sem alteração de força nos itens número de tentativas para pontuar, força média e tempo para pontuar, sendo o desempenho pior no grupo com força considerada reduzida.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o suporte recebido das agências de fomento Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

## REFERÊNCIAS

1. Figueiredo KO, Cardenuto RRM, Amato CAH, Martins VF. Kera Puzzle: jogo digital educacional para apoio à intervenção fonoaudiológica. *RISTI*. 2021;41:503-15.
2. Ceccon DL, Porto JB. Playing with the sounds: digital games in Down syndrome children's language development. *Braz J Develop*. 2021;7(1):1718-40.
3. Schmid M. Reinforcing motor re-training and rehabilitation through games: a machine-learning perspective. *Frontiers in Neuroengineering*. 2009;2:1-2.
4. Mirelman A, Bonato P, Deutsch JE. Effects of training with a robot-virtual reality system compared with a robot alone on the gait of individuals after stroke. *Stroke*. 2009;40(1):169-74.
5. Miyauchi M, Kimura T, Nojima T. A tongue training system for children with down Syndrome. *Proceedings of the 26th annual ACM symposium on user interface software and technology*. St. Andrews: UIST'13, 2013. p.373-6.
6. Kothari M, Svensson P, Basic A, Christiansen B, Vigsø M, Truc L et al. Influence of the ability to roll the tongue and tongue-training parameters on oral motor performance and learning. *Arch Oral Biol*. 2011;56(11):1419-23.
7. Kothari M, Svensson P, Huo X, Ghovanloo M, Baad-Hansen. Force and complexity of tongue task training influences behavioral measures of motor learning. *Eur J Oral Sci*. 2012;120(1):46-53.
8. Kothari M, Svensson P, Huo X, Ghovanloo M, Baad-Hansen L. Motivational conditions influence tongue motor performance. *Eur J Oral Sci*. 2013;121(2):111-6.
9. Kothari M, Svensson P, Jensen J, Kjærsgaard A, Jeonghee K, Nielsen JF et al. Training-induced cortical plasticity compared between three tongue-training paradigms. *Neuroscience*. 2013;246:1-12.
10. Kothari M, Svensson P, Jensen J, Holm TD, Nielsen MS, Mosegaard T et al. Tongue-controlled computer game: a new approach for rehabilitation of tongue motor function. *Arch Phys Med Rehabil*. 2014;95(3):24-30.
11. Kothari M, Liu X, Baad-Hansen L, Kumar A, Bin G, Svensson P. Influence of visual observational conditions on tongue motor learning. *Eur J Oral Sci*. 2016;124(6):534-9.
12. Furlan RMMM, Santana GA, Bischof WF, Motta AR, de Las Casas EB. A new method for tongue rehabilitation with computer games: pilot study. *J Oral Rehabil*. 2019;46(6):518-25.
13. Furlan RMMM, Santana GA, Amaral MS, Motta AR, de Las Casas EB. The influence of tongue strength on children's performance in computer games reliant on lingual force generation. *J Oral Rehabil*. 2020;47(7):872-9.
14. Amaral MS, Furlan RMMM, de Las Casas EB, Motta AR. The influence of tongue mobility on children's performance in computer games that depend on lingual movements. *J Oral Rehabil*. 2020;47(10):1233-41.

15. Amaral MS, Furlan RMMM, Santana GA, Figueiredo CM, Las Casas EB, Motta RMMM. Feasibility of using a tongue - activated joystick by healthy pre-teen children. *Int J Orofacial Myol.* 2019;45:13-30.
16. Souza AC, Alexandre NMC, Guirardello EB. Propriedades psicométricas na avaliação de instrumentos: avaliação da confiabilidade e da validade. *Epidemiol Serv Saúde.* 2017;26(3):649-59.
17. Polit DF, Beck CT, Owen SV. Is the CVI an acceptable indicator of content validity? Appraisal and recommendations. *Research in Nursing & Health.* 2007;30(4):459-67.
18. Martins GA. Sobre confiabilidade e validade. *RBGN.* 2006;8(20):1-12.
19. Grant JS, Davis LL. Selection and use of content experts for instrumental development. *Research in Nursing & Health.* 1997;20(3):269-74.
20. Maia AV, Furlan RMMM, Moraes KO, Amaral MS, Medeiros AM, Motta AR. Tongue strength rehabilitation using biofeedback: a case report. *Codas.* 2019;31(5):e20180163.
21. Rahal A. Exercícios utilizados na terapia de motricidade orofacial (quando e por que utilizá-los). In: Marchesan IQ, Silva HJ, Berretin-Felix G, organizadores. *Terapia fonoaudiológica em motricidade orofacial.* São José dos Campos: Pulso editorial, 2012. Cap.3, p.43-9.
22. McCormack J, Casey V, Conway R, Saunders J, Perry A. OroPress a new wireless tool for measuring oro-lingual pressures: a pilot study in healthy adults. *J Neuroeng Rehabil.* 2015;24(12):32-40.
23. Polit DF, Beck CT. The content validity index: are you sure you know what's being reported? Critique and recommendations. *Research in Nursing & Health.* 2006;29(5):489-97.
24. 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 Myol.* 2014;4056-63.
25. Nakatsuka K, Adachi T, Kato T, Oishi M, Murakami M, Okada Y et al. Reliability of novel multidirectional lip-closing force measurement system. *J Oral Rehabil.* 2011;38(1):18-26.
26. Murakami M, Adachi T, Nakatsuka K, Kato T, Oishi M, Masuda Y. Gender differences in maximum voluntary lip-closing force during lip pursing in healthy young adults. *J Oral Rehabil.* 2012;39(6):399-404.
27. Furlan RM, Motta AR, Valentim AF, Barroso MF, Costa CG, Las Casas EB. Protrusive tongue strength in people with severely weak tongues. *Int J Speech Lang Pathol.* 2013;15(5):503-10.
28. Kaede K, Kato T, Yamaguchi M, Nakamura N, Yamada K, Masuda Y. Effects of lip-closing training on maximum voluntary lip-closing force during lip pursing in healthy young adults. *J Oral Rehabil.* 2016;43(3):169-75.
29. Hori K, Ono T, Iwata H, Nokubi T, Kumakura I. Tongue pressure against hard palate during swallowing in post-stroke patients. *Gerodontology.* 2005;22(4):227-33.
30. Hori K, Ono T, Nokubi T. Coordination of tongue pressure and jaw movement in mastication. *J Dent Res.* 2006;85(2):187-91.
31. Pittman LJ, Bailey EF. Genioglossus and intrinsic electromyographic activities in impeded and unimpeded protrusion tasks. *J Neurophysiol.* 2009;101(1):276-82.
32. Perilo TVC, Motta AR, Las Casas EB, Saffar JME, Costa CG. Objective evaluation of axial forces produced by the tongue of oral breathing children. *Rev Soc Bras Fonoaudiol.* 2007;12(3):184-90.
33. Robin DA, Somodi LB, Luschei ES. Measurement of tongue strength and endurance in normal and articulation disordered subjects. In: Moore CA, Yorkston KM, Beukelman DR, editores. *Dysarthria and apraxia of speech: perspectives on management.* Baltimore: Paul H Brookes Publishing; 1991. p.173-84.