

## Artigos originais

# Relação da espessura e da atividade elétrica do músculo masseter com a força de mordida: um estudo morfológico e eletrofisiológico

*Relationship of the thickness and electric activity of the masseter muscle with bite force: a morphological and electrophysiological study*

Jabson Herber Profiro de Oliveira<sup>(1)</sup>

Mário Dourado Genuíno Filho<sup>(1)</sup>

Niedje Siqueira Lima<sup>(1)</sup>

Hilton Justino da Silva<sup>(2)</sup>

Milton Marcelino Filho<sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup> Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Recife, PE, Brasil.

<sup>(2)</sup> Departamento de Fonoaudiologia da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Recife, PE, Brasil.

<sup>(3)</sup> Departamento de Biofísica da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Recife, PE, Brasil.

Conflito de interesses: inexistente

## RESUMO

**Objetivo:** estudar a relação da espessura e da atividade elétrica do músculo masseter com a força de mordida.

**Métodos:** participaram do estudo 17 adultos jovens ( $21,3 \pm 1,4$  anos), sendo 7 do gênero feminino e 10 do gênero masculino, saudáveis e clinicamente assintomáticos, quanto a disfunções temporomandibulares. Foi efetuada a medida da espessura do músculo masseter unilateralmente, durante o repouso e contração voluntária máxima. Também foi quantificada a força de mordida para cada lado com um transdutor de força posicionado na região do primeiro molar e simultaneamente avaliou-se atividade elétrica do masseter durante a mordida unilateral. A análise foi baseada na comparação das amostras, sendo utilizados o test t, Wilcoxon, Mann-Whitney e regressão linear multivariada.

**Resultados:** a espessura do músculo masseter foi maior nos homens, tanto no repouso quanto em contração. Observou-se uma simetria entre os lados com os músculos em repouso e em contração. A frequência mediana do sinal eletromiográfico, para o músculo masseter em contração voluntária máxima, não apresentou diferença estatisticamente significativa intra-indivíduos e na comparação entre os gêneros. Foi encontrada maior força de mordida nos indivíduos do gênero masculino. Não foi encontrado um modelo de regressão linear multivariada entre as variáveis estudadas.

**Conclusão:** neste estudo, não foi possível encontrar um modelo linear com as variáveis estudadas.

**Descritores:** Músculo Masseter; Força de Mordida; Ultrassonografia; Eletromiografia

## ABSTRACT

**Purpose:** to study the relationship of thickness and electrical activity of the masseter muscle with the bite force.

**Methods:** the study included 17 young adults ( $21.3 \pm 1.4$  years), 7 female and 10 male, healthy and clinically asymptomatic, as temporomandibular disorders. It was performed to measure the thickness of the masseter muscle unilaterally during rest and maximal voluntary contraction. It was also quantified the bite force for each side with a force transducer positioned in the first molar region and simultaneously, it was assessed the electrical activity of the masseter muscle during the unilateral bite. The analysis was based on the comparison of samples, and used the t test, Wilcoxon, Mann-Whitney and multivariate linear regression.

**Results:** the thickness of the masseter muscle was greater in men than in women, both at rest and in contraction. We found symmetry between the sides with the muscles at rest and during contraction. The median frequency of the electromyographic signal to the masseter muscle in maximal voluntary contraction, showed no statistically significant difference intra-individuals and the comparison between the genres. We found a higher bite force in males. It was not found a multivariate linear regression model between variables.

**Conclusion:** in this study, it was not possible find a linear model with the variables studied.

**Keywords:** Masseter Muscle; Bite Force; Ultrasonography; Electromyography

Recebido em: 10/11/2015

Aceito em: 03/02/2016

### Endereço para correspondência:

Jabson Herber Profiro de Oliveira  
Departamento de Fonoaudiologia da UFPE,  
Av. Prof. Moraes Rego, 1235  
Cidade Universitária Recife – PE  
CEP: 50670-901  
E-mail: jabson\_f16@yahoo.com.br

## INTRODUÇÃO

O músculo masseter é um importante componente do sistema estomatognático, sendo um dos principais músculos relacionados à mordida<sup>1,2</sup>. Por sua constituição morfológica e importante participação na cinética mandibular pode ser considerado uma das bases do sistema estomatognático<sup>3</sup>. Além disso, pesquisadores têm sugerido que os músculos mastigatórios exercem influência sobre o esqueleto craniofacial, podendo contribuir para a definição da sua morfologia<sup>4</sup>.

A ultrassonografia (USG) é um método preciso que permite a quantificação da espessura do músculo masseter *in vivo*<sup>5</sup>, parâmetro que tem sido relacionado com a morfologia craniofacial<sup>6-9</sup>, com a atividade elétrica<sup>6,10,11</sup> e também com as diferenças entre indivíduos do gênero masculino e feminino<sup>7-9,12</sup>. As diferenças morfológicas do músculo masseter também têm sido estudadas durante o repouso e a contração, analisando-se diferentes partes do músculo<sup>10,13</sup>.

Outros pesquisadores têm estudado a relação da força de mordida com a espessura do masseter<sup>14</sup>, e da força de mordida com a atividade elétrica<sup>10</sup>. A força de mordida tem sido estudada em indivíduos hígidos com oclusão normal<sup>10,15</sup>, o que demonstra o interesse de pesquisadores no estudo da força de mordida para avaliação e monitoramento funcional do sistema estomatognático.

Em 1992 Bakke *et al.*<sup>16</sup> verificou a relação da força de mordida e da atividade elétrica do músculo masseter com a espessura deste músculo, medida por meio da ultrassonografia, além da influência de fatores oclusais e características craniofaciais, sendo considerada a espessura do músculo masseter em três partes. Já Kim *et al.*<sup>17</sup> em 1999 relacionaram a atividade elétrica dos músculos masseter e temporal com a força de mordida e com a concentração de hemoglobina no sangue.

A eletromiografia de superfície (EMGs) é o método de eletrodiagnóstico não-invasivo por meio do qual se torna possível quantificar a atividade mioelétrica<sup>18</sup> onde, por meio de parâmetros eletromiográficos são obtidas informações eletrofisiológicas do músculo. O estudo do espectro de frequências, mais especificamente da frequência mediana (Fmed) e da frequência média (Fm), torna possível identificar a fadiga muscular<sup>19-22</sup>.

A Fmed é um parâmetro obtido a partir do sinal eletromiográfico que tem sido amplamente utilizado no estudo da fadiga muscular. Pesquisadores têm referido que seu estudo aponta o recrutamento de tipos específicos de fibras musculares, determinando predominância para fibras de contração lenta ou contração

rápida<sup>21</sup>. Outros pesquisadores realizaram estudos histomorfológicos descrevendo as fibras do músculo masseter relacionando-as com sua eletrofisiologia<sup>21,23</sup>.

O masseter é um dos principais músculos responsáveis pelos movimentos mandibulares e também o maior responsável, pela aplicação de força durante a mordida, assim, justificando a necessidade do desenvolvimento de estudos sobre o mesmo. A medição de sua espessura por meio da USG e a quantificação da atividade mioelétrica por meio da EMG, são ferramentas úteis na avaliação morfológica e eletrofisiológica não-invasiva. Associado a estes métodos, a medição da força de mordida pode revelar informações importantes para construção de protocolos terapêuticos.

É possível que estas variáveis revelem uma relação linear. A obtenção de novos esclarecimentos sobre o tema poderá contribuir com informações sobre a morfofuncionalidade e eletrofisiologia muscular associada ao sistema estomatognático obtidas por métodos não-invasivos. Dessa forma, o objetivo do presente trabalho foi estudar a possibilidade da existência de relação linear entre a espessura do músculo masseter e da sua atividade elétrica com a força de mordida.

## MÉTODOS

O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Centro de Ciências da Saúde, ofício nº 776/2011, e registro de aprovação CEP nº 356/10.

Participaram do estudo 17 voluntários adultos jovens (21,3 anos  $\pm$  1,4 anos), sendo 7 do gênero feminino e 10 do gênero masculino. Todos clinicamente assintomáticos quanto à presença de disfunções temporomandibulares (DTM), dentição completa, sendo desconsiderada a ausência do terceiro molar. Os voluntários eram estudantes do Centro de Ciências da Saúde da UFPE. O desenho do estudo foi classificado como sendo descritivo, transversal e observacional.

A avaliação do músculo masseter por meio da ultrassonografia foi realizada no Hospital das Clínicas da UFPE. Já a avaliação eletromiográfica e medição da força de mordida, foram realizadas no Laboratório de Motricidade Orofacial do Departamento de Fonoaudiologia da UFPE.

Os critérios de exclusão foram: presença de sinais ou sintomas de apertamento dentário, bruxismo, disfunção temporomandibular ou disfunção neuromuscular, estar em tratamento ortodôntico ou apresentar

alguma alteração no sistema estomatognático que comprometesse a avaliação, como por exemplo, apresentar reflexo de vômito durante a avaliação da força de mordida.

### Metodologia da avaliação ultrassonográfica da espessura do músculo masseter

Foi utilizado o aparelho de ultrassonografia da marca General Electric® modelo Logiq 400, com um transdutor linear de alta frequência de 10MHz, sendo realizadas três medidas do músculo masseter em estado de repouso, no lado direito e no lado esquerdo, em seguida, três medidas em estado de contração voluntária máxima (CVM) para cada lado.

Foi aplicado gel condutor de ultrassom com o objetivo de eliminar o espaço de ar que se forma entre o transdutor e a pele e assim transmitir as ondas ultrassônicas diretamente para o tecido evitando a reflexão destas ondas, que pode ocorrer devido às diferenças de impedâncias acústicas dos meios. A utilização do gel também facilita o deslizamento do transdutor. Para localização e definição dos pontos de referência durante a medição da espessura muscular o transdutor foi manipulado perpendicularmente ao longo do feixe superficial do músculo masseter, enquanto o voluntário realizava apertamentos dentários, objetivando uma melhor visualização dos limites do músculo. Com a obtenção da imagem, foi efetuada a definição dos pontos de maior espessura do músculo. A imagem melhor definida e com maior reprodutibilidade foi considerada para a obtenção da espessura do músculo. A região média do músculo, correspondente ao ventre muscular, é tida como a região de maior reprodutibilidade<sup>5</sup>. O equipamento permitiu a definição de dois pontos para medida da espessura muscular e revelou o valor da medida em milímetros.

As medidas foram efetuadas pelo mesmo avaliador. Foi evitada a pressão excessiva do transdutor sobre a superfície muscular, a fim de evitar possíveis interferências no valor real da espessura muscular. Durante a avaliação ultrassonográfica, eletromiográfica e da força de mordida, os voluntários permaneceram sentados.

A ultrassonografia em CVM foi realizada no lado direito e em sequência no lado esquerdo, três vezes para ambos os lados. E entre as contrações houve um período de repouso de 2 minutos a fim evitar a fadiga muscular.

### Medição simultânea da atividade elétrica do músculo masseter e da força de mordida

Os procedimentos foram iniciados com a preparação dos voluntários para colocação dos eletrodos responsáveis pela captação do sinal. A preparação consistiu na limpeza da pele na região do músculo masseter, com algodão umedecido em álcool 70%. Os voluntários do gênero masculino foram instruídos previamente a se barbearem antes de comparecer à avaliação. Ambos os procedimentos tiveram o objetivo de diminuir a impedância de contato.

A colocação dos eletrodos sobre a superfície muscular obedeceu a orientação longitudinal do feixe externo do músculo masseter, detectado durante o estado de contração, por meio da palpação do músculo. Utilizou-se eletrodos de superfície descartáveis Ag/AgCL para ECG, Kendall®, Meditrace (Mansfield, Massachusetts, USA). A distância inter-eletrodos foi padronizada em 2 cm (centro a centro). E também foi utilizado um eletrodo de referência posicionado no olecrano da ulna.

Para a captação do sinal eletromiográfico foi utilizado o módulo de aquisição Miotool 400, com 4 canais (Miotec®, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil), juntamente com o *software* de aquisição. Durante a aquisição dos sinais o eletromiógrafo foi alimentado por uma bateria que o manteve em funcionamento independente da rede elétrica.

Na aquisição foi utilizado o *software* Miograph 2.0 (Miotec®) com ganho de 1000; frequência de amostragem de 1000 pontos/segundo; filtro passa-baixa em 20Hz e passa-alta em 500Hz; e durante a análise um filtro *Notch* na frequência de 59Hz-61Hz para eliminar a possibilidade da interferência do ruído da rede elétrica. Os eletrodos foram conectados a um pré-amplificador SDS 500 (Miotec®) que foi ligado no módulo de aquisição do sinal Miotool 400. O equipamento foi conectado a um computador portátil Acer® *Aspire* modelo 110-1564 com processador Intel® Atom, frequência de *Clock* de 1.6GHz, memória RAM de 1GB e disco rígido de 100GB.

O registro da força de mordida foi efetuado simultaneamente ao registro eletromiográfico, utilizando-se um transdutor que consistiu em uma célula de carga (Miotec®), cujas características estão descritas na Figura 1, também conectada ao módulo de aquisição do sinal Miotool 400.

PARÂMETRO	VALOR
Tensão de Saída (TS)	2mV/V nominal
Não-linearidade	0,25% da TS
Não-repetibilidade	0,1% da TS
Sobrecarga Máxima	150% da TS
Deflexão em polegadas	0,002 da TS
Faixa de Temperatura de Funcionamento	~15°C a 71°C da TS
Resistência Entre Terminais	350Ω Nominal

**Figura 1.** Especificação técnica do transdutor de força de mordida.

Antes do registro da força de mordida, o transdutor foi envolvido por uma película de PVC transparente (Dispafilm® do Brasil, Guarulhos, SP, Brasil) e em seguida envolvido por gaze (Megatex®, Recife, PE, Brasil), que por sua vez foi fixada com fita adesiva Micropore® 12,5 mm x 10 mm, (3M®, Sumaré, SP, Brasil). A utilização da gaze teve por objetivo, auxiliar a reduzir o desconforto gerado pelo transdutor durante a mordida, prevenir lesões dentárias e também facilitar o posicionamento do transdutor entre os dentes.

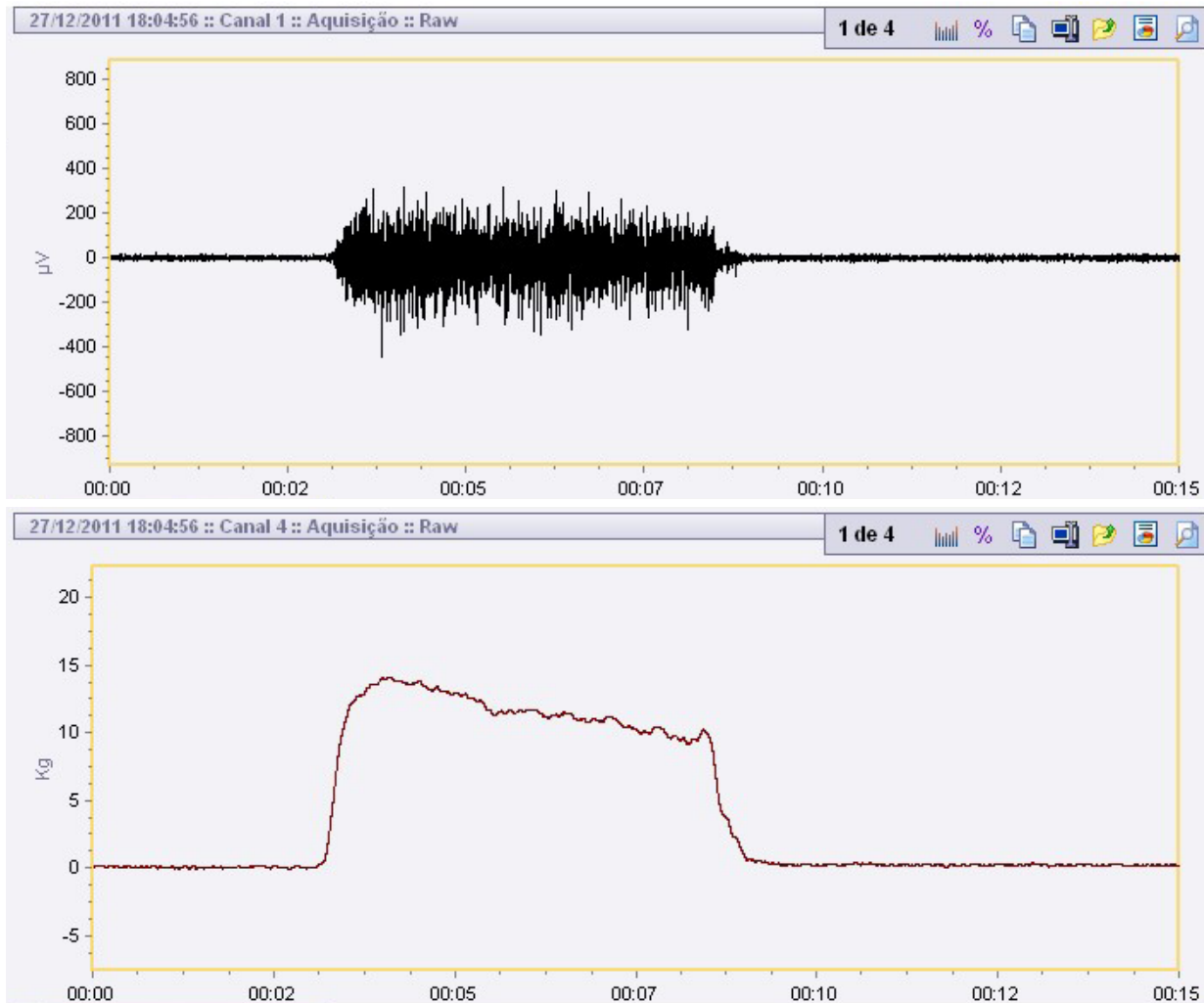
A célula de carga foi posicionada na região do primeiro molar, sendo a força de mordida medida

unilateralmente e simultaneamente com a atividade elétrica do músculo masseter (Figura 2A, 2B). As medidas foram efetuadas três vezes em cada um dos lados com intervalo de dois minutos entre as mordidas para evitar a fadiga muscular.

Durante a avaliação, o voluntário esteve em frente ao monitor do computador para ter o *feedback* visual do nível de força de mordida e foi instruído pelo avaliador para manter a contração no máximo valor possível e constante (Figura 3).



**Figura 2.** Posicionamento do transdutor de força de mordida e dos eletrodos de superfície para detecção do sinal eletromiográfico. Transdutor do lado direito (A); transdutor do lado esquerdo (B).



**Figura 3.** Sinal eletromiográfico registrado simultaneamente com a força de mordida.

### Análise do sinal da eletromiografia de superfície

Após a aquisição, o sinal eletromiográfico foi analisado por meio do valor RMS (*Root Mean Square*) normalizado pela média dos dez maiores picos durante cada CVM. Também foi determinada a frequência mediana por meio da FFT (*Fast Fourier Transform*) dos três esforços correspondentes às CVMs, sendo calculada a média aritmética das três tarefas.

### Análise estatística dos dados

Os dados foram analisados no *software* RStudio, Inc. v.0.99.441 (GNU *General Public License*) de forma descritiva por meio da média e desvio padrão ou da mediana. Foi verificada a homogeneidade das variância para cada variável e a normalidade dos dados foi verificada pelo teste de Shapiro-Wilk. Para estudar as diferenças entre as observações foram utilizados os testes: t de Student pareado e independente; Mann-Witney e Wilcoxon (para amostras pareadas),

obedecendo ao critério de distribuição normal para escolha da aplicação destes testes. A regressão linear múltipla foi aplicada no estudo da influência das variáveis independentes sobre a variável dependente (força de mordida).

Na aplicação da regressão linear, destaca-se que para promover o aumento do número de observações, as coletas para cada lado foram somadas, obtendo-se assim um total de 34 observações, correspondentes as avaliações de 17 indivíduos.

### RESULTADOS

Na Tabela 1 são apresentados os resultados, desconsiderando-se o gênero, para a força de mordida, valor RMS ( $\mu\text{V}$ ), valor RMS normalizado (%) e frequência mediana do sinal EMGs do músculo masseter, assim como a espessura do músculo masseter durante o repouso e a contração. Não foi observada diferença estatística significativa para nenhuma destas variáveis.



**Tabela 1.** Estatística descritiva dos valores e comparação da amostra em relação aos instrumentos de avaliação do masseter (N=17).

		Média	Mediana	DP	p-valor (D-E)
TRANSDUTOR DE FORÇA	Força de mordida (Kgf)				
	Direito	17,76		9,67	
	Esquerdo		12,92		0,676
EMGs	RMS Normalizado (%)				
	Direito		38,10		
	Esquerdo		39,67		0,309
	RMS ( $\mu$ v)				
	Direito		99,57		
	Esquerdo	112,80		52,38	0,651
	Fmed (Hz)				
Direito	156,39		26,08		
Esquerdo	164,15		22,58	0,360	
USG	EMM (mm)				
	Direito	15,62		2,18	
	Esquerdo	15,55		2,34	0,931
	EMR (mm)				
	Direito	13,60		2,02	
Esquerdo	13,66		2,10	0,937	

**Legenda:** DP (Desvio Padrão); Fmed (Frequência Mediana); EMM (Espessura do Masseter Durante Mordida); EMR (Espessura do Masseter Durante Repouso) e USG (Ultrassonografia). p-valor (D-E), comparação dos lados Direito-Esquerdo. Média e p-valor para comparação com o teste t de Student não pareado (bilateral) e mediana para o teste de Mann-Whitney, ambos os testes referentes à comparação entre os lados.

**Nota:** Média para comparação com o teste t e mediana para o teste de Mann-Whitney; significância estatística ( $p < 0,05$ ). Utilizou-se o teste de Mann-Whitney uma vez que a análise não se considerou a distinção dos indivíduos por sexo.

A Tabela 2 apresenta os resultados distribuídos por gênero. Sua análise mostra que a comparação das variáveis estudadas, entre os indivíduos do gênero masculino, não apresentou diferença estatisticamente significativa entre os lados. De igual modo, a comparação entre os lados, para os indivíduos do gênero feminino, não mostrou diferença estatisticamente significativa.

Ainda na mesma tabela, é possível observar que, entre indivíduos do gênero masculino e feminino houve diferença estatisticamente significativa na comparação da força de mordida, para o lado esquerdo. Entre indivíduos do gênero masculino e feminino houve diferença estatisticamente significativa na comparação da espessura do músculo masseter para o lado direito durante a contração. No lado esquerdo a diferença

também esteve presente, mesmo não sendo estatisticamente significativa ( $p$ -valor = 0,053).

Durante o repouso, a comparação da espessura do músculo masseter apresentou diferença estatisticamente significativa entre indivíduos do gênero masculino e feminino para ambos os lados.

A espessura do músculo masseter apresentou diferença estatisticamente significativa para as condições de repouso e de contração para ambos os gêneros, conforme pode ser visto na Tabela 3.

### Modelo de regressão linear multivariada

Para a amostra estudada, não foi encontrado um modelo de regressão linear com pelo menos duas das variáveis estudadas, mesmo com transformação logarítmica, os métodos não permitiram a obtenção de um  $R^2$  de valor com relevância estatística ( $R^2 \geq 0,30$ ).

**Tabela 2.** Estatísticas descritivas e comparação dos valores da amostra em relação aos instrumentos de avaliação do masseter, considerando o gênero

	Variáveis estudadas	Masculino (N=10)			Feminino (N=7)			p <sup>M</sup>	p <sup>F</sup>	p-valor (M-F)
		Média	Mediana	DP	Média	Mediana	DP			
TRANSDUTOR DE FORÇA	Força de mordida (kgf)									
	Direito	20,45		11,15	13,90		5,78	0,311	0,174	0,177
Esquerdo	21,76		10,80	9,92		2,45	0,012*			
EMG	RMS Normalizado (%)									
	Direito	36,27		10,17	38,67		2,41	0,147	0,578	0,553
	Esquerdo	40,20		4,42		39,67	0,930			
	RMS (μV)		156,80			94,51		0,064	0,468	0,457
	Direito			44,53	117,9		65,49			
	Fmed (Hz)							0,606	0,065	0,549
	Direito	159,69		23,15	151,66		31,06			
	Esquerdo	163,04		25,28	165,72		19,89			
USG	EMM (mm)									
	Direito	16,58		1,85	14,24		1,93	0,788	0,946	0,023*
	Esquerdo	16,45		2,24	14,26		1,94			
	EMR (mm)							0,916	0,624	0,023*
Direito	14,50		1,67	12,31		1,85	0,037*			
Esquerdo	14,52		1,73	12,42		2,07				

**Legenda:** DP (Desvio Padrão); EMM (Espessura do masseter durante mordida); EMR (Espessura do masseter durante repouso); p<sup>M</sup>: (comparação entre os lados para o gênero masculino) e p<sup>F</sup> (comparação entre os lados para o gênero feminino). O p-valor (M-F) é a comparação das amostras do músculo masseter dos indivíduos entre os lados (ex: direito masculino – direito feminino).

**Nota:** Entre os indivíduos do mesmo gênero, para a comparação entre os lados, foi aplicado o test t de Student pareado (ou Wilcoxon), obedecendo o critério de distribuição normal dos dados na aplicação do teste. Para comparação entre o músculo masseter dos indivíduos de gênero masculino e feminino (ex: lado direito com lado direito), foi aplicado o test t de Student independente (ou Mann-Witney), considerando o critério de distribuição normal dos dados.

\*Significância estatística (p<0,05).

**Tabela 3.** Comparação dos valores da espessura do músculo masseter em relação à situação de contração e repouso, considerando o gênero

	MASCULINO (n=20)			FEMININO (n=14)				
	Média	DP	¥ p-valor	Média	DP	Mediana	# p-valor	
Contração	16,52		<0,000*	Contração	14,25	1,8	13,21	0,000*
Repouso	14,52			Repouso				

**Legenda:** Média para teste t de Student ¥ (para amostras pareadas) e mediana para o teste de Wilcoxon #, para amostras pareadas, obedecendo os critérios de aplicação dos testes; \*Significância estatística (p<0,05); DP (Desvio Padrão).

**Nota:** Dados somando as observações de cada lado para comparar o estado de contração com o estado de repouso.

**Tabela 4.** Exibe as variáveis testadas na modelagem da regressão linear multivariada (n=34)

VARIÁVEIS TESTADAS
Força de mordida*
Frequência Mediana
Valor RMS
Sinal EMG normalizado
Espessura do músculo masseter em contração
Espessura do músculo masseter durante o repouso

\*Variável dependente.

Legenda/ RMS = Root Mean Square

EMG = Eletromiografia

## DISCUSSÃO

No presente estudo buscou-se investigar a relação entre as medidas de força de mordida, atividade elétrica e espessura do músculo masseter em adultos jovens. A hipótese inicial do estudo indicava que a espessura do músculo masseter estaria associada com a força de mordida e com a atividade elétrica deste músculo, em consequência dessa relação poderia existir uma relação linear entre as variáveis. A existência de um modelo de regressão permitiria uma melhor compreensão sobre a participação de cada variável na estimação da força de mordida. Porém, isso ainda não se tornou possível.

Os resultados referentes às comparações entre médias foram compatíveis com outros estudos, no que se refere à espessura do músculo masseter, sendo maior nos homens do que nas mulheres<sup>7-9,12</sup>. A literatura ainda cita que nos indivíduos do gênero masculino o músculo masseter apresenta espessura, volume, área da seção transversal e largura maiores, quando comparados aos indivíduos do gênero feminino<sup>12</sup>, tanto em contração quanto em repouso<sup>8,9</sup>. O fato dos indivíduos do gênero masculino apresentarem maior força de mordida pode estar relacionado com uma maior área da seção transversal das fibras tipo II<sup>24</sup>.

Os resultados da medição da espessura do músculo masseter encontrados no presente trabalho são compatíveis com medidas de ultrassonografia obtidas pelo parâmetro da área de seção transversal, onde esta também foi maior nos indivíduos do gênero masculino ( $4,3 \pm 1,5\text{cm}^2$ , direito e esquerdo) em comparação aos indivíduos do gênero feminino ( $3,0 \pm 1,2\text{cm}^2$ ). Além disso, os indivíduos do gênero masculino apresentaram maior simetria para a área de seção transversal<sup>25</sup>.

Além da medida da espessura por meio da USG outros estudos também têm verificado a morfometria

do músculo masseter com tomografia computadorizada (TC)<sup>26</sup> e ressonância nuclear magnética (RNM)<sup>27,28</sup>. Tem sido defendido que com a ultrassonografia é possível obter resultados semelhantes aos obtidos com a RNM<sup>5</sup>. Nos indivíduos do gênero masculino, tanto a espessura do músculo masseter, neste e em outros trabalhos listados em uma revisão<sup>29</sup>, como a área da seção transversal<sup>30</sup>, obtidos por meio da USG, apresentaram valores maiores do que para os indivíduos do gênero feminino.

É descrito que as atividades exercidas pelo músculo masseter também podem definir sua morfologia, bem como definir a morfologia craniofacial<sup>4</sup>. Pelo do estudo da atividade elétrica do músculo masseter e da medida de sua espessura, alguns pesquisadores têm sustentado a ideia de que indivíduos com morfologia craniofacial longa possuem a morfologia do músculo masseter diferentes de indivíduos com face curta<sup>6</sup>.

Pode-se levantar a hipótese de que a dieta poderia determinar a morfologia do músculo masseter, como exemplo, a diferença entre as dietas orientais e ocidentais. Contudo, esta hipótese parece não encontrar sustentação, como mostra a comparação entre os resultados de dois estudos, um realizado na Suécia e outro na China. No estudo sueco, os indivíduos do gênero masculino apresentaram espessura de 9,7 mm durante o repouso e 15,1 mm durante a contração; já os indivíduos do gênero feminino 8,7 mm durante o repouso e 13,0 mm durante a contração<sup>9</sup>. No estudo chinês, os indivíduos do gênero masculino, durante o repouso, apresentaram 11,83 mm e em contração 15,51 mm; já os indivíduos do gênero feminino, durante o repouso, apresentaram 9,84 mm e em contração, 13,02 mm<sup>8</sup>.

Os resultados da presente pesquisa, para espessura do músculo masseter (Tabela 2), mostram pequenas diferenças quando comparados com os



estudos citados acima. Porém, deve-se considerar que a dieta brasileira apresenta diferenças em relação à dieta dos participantes destes estudos. Há a possibilidade da influência da variável morfologia craniofacial e da dieta dos indivíduos, uma vez que a consistência dos alimentos parece influenciar no desenvolvimento craniofacial e mais especificamente no côndilo mandibular<sup>31</sup>.

No presente estudo a espessura do músculo masseter em contração quando comparada a espessura do músculo em repouso em indivíduos do mesmo gênero (Tabela 3) também foi diferente estatisticamente significativa ( $p < 0.05$ ), como já descrito na literatura<sup>29</sup>. A espessura do masseter em contração apresentou simetria entre os lados e o mesmo ocorreu para o repouso (Tabela 2), o que sinaliza que o estudo conseguiu controlar possíveis erros metodológicos como condições dentárias e possíveis distúrbios neuromusculares associados à ATM.

A frequência mediana, no presente estudo, não foi calculada com o objetivo de determinação da fadiga muscular, uma vez que as tarefas foram de curta duração, incluindo um intervalo de descanso. O objetivo foi estudar parâmetros eletromiográficos, relacionando-os com a força de mordida e com a espessura muscular.

Sobre a amplitude do sinal EMGs, na literatura é encontrado que o aumento da intensidade do esforço gera um aumento do valor RMS, porém acarreta um decréscimo no valor da frequência mediana e da frequência média ao longo do tempo<sup>32</sup>. Esta variação tem sido utilizada para o estudo da fadiga muscular e do tipo de fibra recrutada durante a realização de tarefas específicas. Na distribuição espectral de frequências, a frequência mediana do sinal EMG tende a se mover para valores de frequências menores<sup>21,33</sup>. Acredita-se que a diminuição da frequência mediana esteja relacionada à diminuição da velocidade de condução dos potenciais de ação que compõem o sinal EMGs<sup>21</sup>. É possível que contrações submáximas, ou a existência de um intervalo de repouso ou a duração da mordida possam influenciar o espectro de frequências do músculo. Além disso, também é possível que a região do músculo onde o sinal é gerado e captado, isto é, fibras do feixe superficial ou do feixe profundo, influencie no valor da frequência mediana do sinal. O que também tem sido relatado é que em condições de contração sustentada o músculo masseter apresenta valores de frequência mediana menores do que o músculo temporal<sup>21,33</sup>.

A literatura mostra que a força de mordida tem sido medida unilateralmente<sup>24,34</sup> e bilateralmente<sup>34,35</sup>. Alguns pesquisadores encontraram que a força de mordida e a atividade elétrica do músculo masseter e do músculo temporal medidas unilateralmente foram menores do que quando medidas bilateralmente<sup>34</sup>. Na construção da metodologia do presente estudo observou-se que havia uma maior dificuldade para o voluntário durante a avaliação da força de mordida bilateral, por isto, optou-se pela medida unilateral. Também foi adotada a CVM em curto período de tempo para não levar o voluntário à fadiga muscular.

Um estudo com soldados do gênero masculino relacionou a força de mordida, a massa corpórea e o condicionamento físico, indicando valores maiores para a força de mordida após três meses de treinamento no exército. Os resultados sugeriram que o aumento da atividade física pode ter influenciado no aumento da força de mordida após o treinamento<sup>36</sup>.

Nas atividades cotidianas, os indivíduos do gênero masculino geralmente costumam desempenhar atividades físicas que exigem maior esforço em relação aos indivíduos do gênero feminino. É possível que no cotidiano, a atividade física seja um fator determinante para os indivíduos do gênero masculino em apresentarem maior força de mordida em relação aos indivíduos do gênero feminino. Outro fato que pode ser relevante é o dos indivíduos do gênero masculino ganharem massa muscular mais facilmente do que os indivíduos do gênero feminino, fato que demonstra estar associado a questões hormonais, considerando que os indivíduos do gênero masculino possuem um maior nível de testosterona<sup>37</sup>. Além disso, a própria intensidade das mordidas durante a mastigação, bem como a amplitude dos movimentos mandibulares podem ser fatores determinantes para que os indivíduos do gênero masculino possuam maior força de mordida. A junção dos fatores citados pode sugerir uma influência na variabilidade dos valores dos parâmetros estudados, dificultando a modelagem estatística de uma regressão linear.

Também é necessário verificar em novos estudos se melhoras no desempenho da força de mordida significa aumento da espessura do músculo masseter e da atividade elétrica deste músculo. E ainda se a prática de diferentes exercícios físicos pode influenciar na espessura do músculo masseter, na força de mordida e na atividade elétrica.

Pesquisadores japoneses verificaram que a força de mordida parece ter diferentes níveis em crianças com

dentição decídua de diferentes idades. As crianças do gênero feminino, com idades entre 3 e 5 anos, parecem ter maior força de mordida do que as do gênero masculino. Crianças do gênero masculino, com faixa etária de 6 a 11 anos, adolescentes de 12 a 14 anos, e ainda de 15 a 17 anos, também do gênero masculino, parecem ter maior força de mordida que as do gênero feminino<sup>38</sup>, podendo sugerir uma relação com os níveis de testosterona mais elevados nos indivíduos do gênero masculino a partir da adolescência.

Além disso, tem sido sugerido que há uma maior taxa de oxigenação da hemoglobina nos indivíduos do gênero masculino em relação aos do gênero feminino, isto é, há uma diferença na oxigenação da hemoglobina entre os gêneros<sup>39</sup>. Este fato pode justificar, em parte, uma maior geração de força de mordida, maior espessura do músculo masseter em CVM e maior atividade elétrica nos indivíduos do gênero masculino.

Assim como no presente estudo, outros pesquisadores também não encontraram relação linear em modelo de regressão envolvendo a força de mordida, mais especificamente não foi encontrado um modelo de regressão com a força de mordida e medidas da morfologia craniofacial, em homens e mulheres<sup>24</sup>. Outros pesquisadores, também por meio da regressão linear multivariada, buscaram relacionar a amplitude do sinal EMGs com fatores morfológicos e histológicos (fibras musculares) relacionados ao músculo masseter, além de fatores oclusais. Foram encontrados modelos lineares com coeficiente de determinação de nível moderado a forte. Um dos modelos incluiu a força de mordida e a espessura do músculo masseter durante o repouso ( $R^2=0,55$ )<sup>23</sup>. Outro estudo encontrou um modelo com a espessura do músculo masseter em contração (variável dependente) e variáveis craniofaciais (variável independente), com coeficiente de correlação de nível moderado a forte ( $R=0,78$ ) e outro modelo com a espessura do músculo masseter durante o repouso (variável dependente) variáveis craniofaciais ao mesmo nível ( $R=0,78$ )<sup>7</sup>. A comparação do presente estudo com esses trabalhos torna-se mais complexa pelo fato de não terem sido consideradas variáveis da mesma natureza. Contudo, a ausência de um modelo obtido a partir de regressão linear multivariada sugere que as variáveis independentes contidas na tabela 4 pouco podem prever o valor para a força de mordida.

Mesmo a amostra estudada não revelando um modelo linear, a utilização da regressão linear multivariada na análise da relação entre as variáveis

consideradas no estudo foi a principal contribuição deste trabalho.

O estudo de novos modelos de regressão, com outros parâmetros da eletromiografia de superfície pode auxiliar a encontrar uma relação linear entre as variáveis.

Considerando o teorema central do limite, é possível que uma amostra maior possibilite encontrar um padrão mais bem definido para os parâmetros estudados, como consequência de uma maior homogeneidade da variância entre os dados.

É possível também que em uma amostra maior, combinada à análise por gênero, com controle das variáveis: tipo facial e tipo de oclusão e a aplicação de uma análise multivariada, possa se encontrar uma relação estatística entre os parâmetros envolvidos no estudo. É necessária a realização de estudos que busquem relacionar a força de mordida com as características espectrais do sinal eletromiográfico (Fmed e Fm) e com os parâmetros ultrassonográficos do músculo masseter (volume, área de seção transversal, espessura, largura e comprimento).

Além disso, é necessária uma análise espectral mais detalhada do sinal eletromiográfico, como o estudo específico da ativação dos feixes superficial e profundo. Também é sugerido para trabalhos futuros, ao invés de uma CVM se utilizar uma contração com força de mordida de valor conhecido e igual para todos os voluntários, isto contribuirá para uma diminuição da variância entre os resultados dos parâmetros a serem estudados.

Considerando que os indivíduos podem efetuar diferentes níveis de contração muscular, em novos estudos, para minimizar possíveis dificuldades metodológicas relacionadas à intensidade da contração, pode-se pré-estabelecer medidas de contração padrão com dinamômetro ou transdutor de força de mordida e o voluntário pode acompanhar como *feedback*. Garantindo assim um nível de contração uniforme para todos os voluntários. Como a posição do transdutor de força no dente pode interferir na captação da força de mordida também é necessário estudar este fator.

Talvez, na modelagem da regressão, a influência da força de mordida seja menor quando comparada com a influência da amplitude do sinal EMGs pelo fato da mordida do transdutor ser desconfortável, fazendo com que nem todos os voluntários consigam ter o mesmo desempenho. Além disso, o registro da EMGs se mostra mais preciso e específico. Por isso, em

estudos futuros é sugerido o estabelecimento de níveis de força gradativos para a mordida.

A força de mordida demonstrou ser um parâmetro difícil de ser medido, entre outros fatores, por estar relacionada às condições de oclusão e estado dental. Diferentemente dos parâmetros eletromiográficos que estão relacionados com a contração muscular e dos parâmetros ultrassonográficos que estão relacionados com a morfologia muscular. A medida da força de mordida é limitada a grupos de indivíduos dentados e parece depender do posicionamento metodológico e adequando do transdutor entre os dentes superiores e inferiores e ainda das forças interdentais. É possível que a variação do posicionamento do transdutor entre os dentes registre valores de diferentes intensidades.

## CONCLUSÃO

Ao contrário do que se acreditava, não foi possível obter valores da força de mordida a partir da espessura do músculo masseter e parâmetros do sinal eletromiográfico, como variáveis preditivas. Salienta-se que para maiores aprofundamentos novos estudos são necessários.

## REFERÊNCIAS

1. Yamaguchi S, Itoh S, Watanabe Y, Tsuboi A, Watanabe M. Quantitative analysis of masticatory activity during unilateral mastication using muscle fMRI. *Oral Dis.* 2011;17(4):407-13.
2. Ishikawa M, Sato H, Ukon S, Matsuguma T, Zeze R. Quantification of masseter muscle deformation during palpation using MRI and image-analysis procedure. *Int J Prosthodont.* 2001;14(4):367-73.
3. Kimoto K, Tamaki K, Yoshino T, Toyoda M, Celar AG. Correlation between elevator muscle activity and direction of sagittal closing pathway during unilateral chewing. *J Oral Rehabil.* 2002;29(5):430-4.
4. Kitai N, Fujii Y, Murakami S, Furukawa S, Kreiborg S, Takada K. Human masticatory muscle volume and zygomatico-mandibular form in adults with mandibular prognathism. *J Dent Res.* 2002;81(11):752-6.
5. Raadsheer MC, Van Eijden TM, Van Spronsen PH, Van Ginkel FC, Kiliaridis S, Prahli-Andersen B. A comparison of human masseter muscle thickness measured by ultrasonography and magnetic resonance imaging. *Arch. Oral Biol.* 1994;39(12):1079-84.
6. Li HT, Cui CJ, Lu SL, He KY. Study on the association of ultrasonographic thickness and electromyographic activity of masseter muscle in young females with different vertical craniofacial morphology. *Shanghai Kou Qiang Yi Xue.* 2008;17(5):529-34.
7. Raadsheer MC, Kiliaridis S, Van Eijden TM, Van Ginkel FC, Prahli-Andersen B. Masseter muscle thickness in growing individuals and its relation to facial morphology. *Arch. Oral Biol.* 1996;41(4):323-32.
8. Zhao JZ, Dai Q, Lai QS. [Masseter thickness measured by ultrasonography of 50 young healthy adults in relation to facial morphology]. *Zhongguo Yi Xue Ke Xue Yuan Xue Bao.* 2001;23(1):60-2.
9. Kiliaridis S, Kalebo P. Masseter muscle thickness measured by ultrasonography and its relation to facial morphology. *J Dent Res.* 1991;70(9):1262-5.
10. Bakke M, Tuxen A, Vilmann P, Jensen BR, Vilmann A, Toft M. Ultrasound image of human masseter muscle related to bite force, electromyography, facial morphology, and occlusal factors. *Scand J Dent Res.* 1992;100(3):164-71.
11. Georgiakaki I, Tortopidis D, Garefis P, Kiliaridis S. Ultrasonographic thickness and electromyographic activity of masseter muscle of human females. *J Oral Rehabil.* 2007;34(2):121-8.
12. Benington P, Gardener J, Hunt N. Masseter muscle volume measured using ultrasonography and its relationship with facial morphology. *Eur J Orthod.* 1999;21(6):659-70.
13. Bertram S, Brandlmaier I, Rudisch A, Bodner G, Emshoff R. Cross-sectional characteristics of the masseter muscle: an ultrasonographic study. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2003;32(1):64-8.
14. Palinkas M, Nassar MS, Cecilio FA, Siessere S, Semprini M, Machado-de-Sousa JP, et al. Age and gender influence on maximal bite force and masticatory muscles thickness. *Arch. Oral Biol.* 2010;55(10):797-802.
15. Hagberg C, Agerberg G, Hagberg M. Regression analysis of electromyographic activity of masticatory muscles versus bite force. *Scand J Dent Res.* 1985;93(5):396-402.
16. Bakke M, Tuxetv A, Vilmann P, Jensen BR, Vilmann A, Toft M. Ultrasound image of human masseter muscle related to bite force, electromyography, facial morphology, and occlusal factors. *Eur J Oral Sci.* 1992;100(3):164-71.

17. Kim YJ, Kuboki T, Tsukiyama Y, Koyano K, Clark GT. Haemodynamic changes in human masseter and temporalis muscles induced by different levels of isometric contraction. *Arch. Oral Biol.* 1999;44(8):641-50.
18. Farina D, Fosci M, Merletti R. Motor unit recruitment strategies investigated by surface EMG variables. *J Appl Physiol.* 2002;92(1):235-47.
19. Bazzotti L. Electromyography tension and frequency spectrum analysis of some masticatory muscles at rest, isotonic and isometric contractions. *Electromyogr Clin Neurophysiol.* 1999;39(7):421-34.
20. Bilodeau M, Cincera M, Gervais S, Arsenault AB, Gravel D, Lepage Y, et al. Changes in the electromyographic spectrum power distribution caused by a progressive increase in the force level. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1995;71(2-3):113-23.
21. Palla S, Ash MM, Jr. Effect of bite force on the power spectrum of the surface electromyogram of human jaw muscles. *Arch Oral Biol.* 1981;26(4):287-95.
22. Takarada T, Larrinaga GA, Nishida F, Nishino M. Frequency analyses of EMG power spectra of anterior temporal and masseter muscles in children and adults. *Dent Jpn.* 1990;27(1):119-25.
23. Bakke M, Stoltze K, Tuxen A. Variables related to masseter muscle function: a maximum R2 improvement analysis. *Scand J Dent Res.* 1993;101(3):159-65.
24. Tuxen A, Bakke M, Pinholt EM. Comparative data from young men and women on masseter muscle fibres, function and facial morphology. *Arch Oral Biol.* 1999;44(6):509-18.
25. Close PJ, Stokes MJ, L'Estrange PR, Rowell J. Ultrasonography of masseter muscle size in normal young adults. *J Oral Rehabil.* 1995;22(2):129-34.
26. Chan HJ, Woods M, Stella D. Mandibular muscle morphology in children with different vertical facial patterns: A 3-dimensional computed tomography study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008;133(1):10.e1-3.
27. Dicker GJ, Koolstra JH, Castelijns JA, Van Schijndel RA, Tuinzing DB. Positional changes of the masseter and medial pterygoid muscles after surgical mandibular advancement procedures: an MRI study. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2012;41(8):922-9.
28. Kubo K, Kawata T, Ogawa T, Watanabe M, Sasaki K. Outer shape changes of human masseter with contraction by ultrasound morphometry. *Arch Oral Biol.* 2006;51(2):146-53.
29. Oliveira JHPd, Dourado Filho MGD, Melo TMA, Lima NSd, Marcelino Filho M, Silva HJd. Evidências de medidas de normalidade para a espessura do músculo masseter avaliadas com ultrassonografia: estudo de revisão. *Rev. CEFAC.* 2015;17:238-52.
30. Close PJ, Stokes MJ, L'Estrange PR, Rowell J. Ultrasonography of masseter muscle size in normal young adults. *J Oral Rehabil.* 1995;22(2):129-34.
31. Dias GJ, Cook RB, Mirhosseini M. Influence of food consistency on growth and morphology of the mandibular condyle. *Clin Anat.* 2011;24(5):590-8.
32. Nadeau S, Bilodeau M, Delisle A, Chmielewski W, Arsenault AB, Gravel D. The influence of the type of contraction on the masseter muscle EMG power spectrum. *J Electromyogr Kinesiol.* 1993;3(4):205-13.
33. Chung JW, Kim C, McCall WD, Jr. Effect of sustained contraction on motor unit action potentials and EMG power spectrum of human masticatory muscles. *J Dent Res.* 2002;81(9):646-9.
34. van der Bilt A, Tekamp A, van der Glas H, Abbink J. Bite force and electromyography during maximum unilateral and bilateral clenching. *Eur J Oral Sci.* 2008;116(3):217-22.
35. Mountain G, Wood D, Toumba J. Bite force measurement in children with primary dentition. *Int J Paediatr Dent.* 2011;21(2):112-8.
36. Jakovac M, Zivko-Babic J, Zdilar M, Kardum-Ivic M. Relationship between the training of young recruits and values of bite forces. *Coll Antropol.* 2012;36(1):93-7.
37. English AW, Schwartz G. Development of sex differences in the rabbit masseter muscle is not restricted to a critical period. *J Appl Physiol.* 2002;92(3):1214-22.
38. Mao J, Osborn JW. Direction of a bite force determines the pattern of activity in jaw-closing muscles. *J Dent Res.* 1994;73(5):1112-20.
39. Sugisaki M, Misawa A, Ikai A, Young-Sung K, Tanabe H. Sex differences in the hemoglobin oxygenation state of the resting healthy human masseter muscle. *J Orofac Pain.* 2001;15(4):320-8.