

# Estudo eletromiográfico de músculos do sistema estomatognático durante a mastigação de diferentes materiais

**Daniela A. Biasotto Gonzales**

- Professora Doutora em Biologia e patologia buco-dental – FOP-UNICAMP
- Professora supervisora em Ortopedia pela UMC

**Fausto Bérzin**

- Professor Doutor da FOP-UNICAMP

## RESUMO

O objetivo deste estudo foi comparar o comportamento de alguns dos principais músculos da mastigação (M. temporal, porção anterior, M. masséter e MM. suprahióideos), com a utilização de duas marcas comerciais de goma de mascar A e B e dois materiais insípidos, Rolinho de Algodão e Parafilm.M.<sup>®</sup>, através de análise dos sinais eletromiográficos. Participaram deste estudo dez (10) voluntários, do sexo feminino, adulto/jovem, com idade variando de 18 a 27 anos, com normo oclusão, e sem história de disfunção craniomandibular. A atividade mastigatória foi realizada com o voluntário sentado com o plano de Frankfurt posicionado paralelo ao solo. Para tanto, foram realizados exames eletromiográficos dos mm. temporais, porção anterior e masséteres, bilaterais e supra-hióideos, bilateralmente; utilizando-se mini-eletrodos passivos de superfície. Os voluntários foram orientados a mastigar

bilateral e simultaneamente cada um dos produtos, em seqüência aleatória. Para o estudo da atividade mastigatória os traçados eletromiográficos foram tratados através de retificação, envoltório linear e normalização, de forma que o coeficiente de variação resultante do processamento fosse analisado comparativamente. Todos os dados foram tratados pela Análise de Variância Univariada e Multivariada. Os resultados do estudo demonstraram que não existiu diferença estatística fortemente significativa entre o material Rolinho de Algodão e Parafilm. Estes produtos revelam que no contexto geral ambos são indicados para execução do exame eletromiográfico, pois apresentam menor variação com relação aos demais produtos.

**Palavras-chave:** eletromiografia; músculos da mastigação; goma de mascar.

## ABSTRACT

*The aim of this study was to compare the behavior of the major chewing muscles (anterior temporalis, masseter and suprahyoid muscles) by using two commercial chewing gums (A and B) and two insipid materials (cotton ball and Parafilm M<sup>®</sup>) through analysis of electromyographic signals. Ten female young adult subjects, aged from 18 to 27 years, with normal occlusion and no history of craniomandibular disorder were studied. The masticatory activity was performed with the subjects comfortably sat so that the Frankfurt plane was parallel to the floor. Electromyographic exams were carried out using bipolar surface passive mini-electrodes positioned on the anterior temporalis, masseter, and suprahyoid muscles. The subjects were guided to chew bilaterally and simultaneously each one of the materials, in aleatory sequence. For the study of the masticatory activity the*

*electromyographic signals were processed through rectification, linear envelope and normalization, so that the coefficient of variation obtained from the procedure was comparatively analyzed. All data were submitted to analysis of variance (uni- and multi-varied). The results of this study indicated that the best materials for electromyographic studies on the chewing were Parafilm and cotton ball because they demonstrated the smallest coefficients of variation. In addition, Parafilm showed the best palatability. In a general way, these materials are indicated for the accomplishment of electromyographic exams, since they demonstrated a smaller coefficient of variation as compared to the other materials.*

**Key words:** *electromyography; mastication muscles; chewing gum.*

**INTRODUÇÃO**

“O movimento intrínseco é o primeiro sinal inerente da vida animal”. Por esta e muitas outras razões, o homem tem mostrado uma curiosidade permanente sobre os órgãos da locomoção, em seu próprio corpo e naqueles de outras criaturas. Na verdade, alguns dos primeiros experimentos científicos preocuparam-se em conhecer o músculo e suas funções <sup>(1)</sup>.

Com o despertar da ciência durante a Renascença, o interesse pelos músculos foi inevitável. Leonardo da Vinci (1452-1519), por exemplo, dedicou muito de seus pensamentos para a análise de músculos e suas funções através de dissecações anatômicas em cadáveres <sup>(1)</sup>.

No decorrer dos anos subseqüentes, muitos cientistas estudaram a dinâmica dos músculos. A primeira dedução lógica de eletricidade gerada por músculos foi documentada pelo italiano Francesco Redi em 1666, suspeitando que a descarga do peixe elétrico era de origem muscular.

Luigi Galvani apresentou o primeiro relato sobre as propriedades elétricas dos músculos e nervos em 1791. A esta demonstração da existência de potenciais neuromusculares denominou-se “Eletricidade Animal”. Esta descoberta foi reconhecida como o nascimento da neurofisiologia. A partir daí, várias pesquisas começaram a ser desenvolvidas <sup>(2)</sup>.

O primeiro estudo que ganhou ampla aceitação, no período em que ocorreu o grande desenvolvimento na eletrônica foi o realizado por INMAN et al. (1944) <sup>(3)</sup>, dando início à Eletromiografia Cinesiológica.

SOUSA (1959) realizou a revisão da literatura sobre Eletromiografia, e através de seus trabalhos introduziu em nosso país o estudo da Eletromiografia Cinesiológica.

BASMAJIAN, em 1962 <sup>(2)</sup>, permitiu uma grande divulgação da Eletromiografia Cinesiológica com seu livro *Muscles alive: their function revealed by electromyography*.

Desde então, muitos trabalhos vêm sendo desenvolvidos nesta área, consistindo na captação e registro da atividade elétrica. Permitem, dessa maneira, a análise do comportamento dos músculos e contribuem no diagnóstico e prognóstico de pacientes que apresentem algum tipo de disfunção muscular.

Segundo KARKAZIS & KOSSIONI (1997) <sup>(4)</sup>, a resposta muscular para gomas de mascar comerciais variadas pode mostrar atividades elétricas diferentes durante

a atividade mastigatória. A análise da atividade elétrica dos músculos da mastigação exige que o traçado eletromiográfico seja o mais fiel e preciso possível, daí a importância de se padronizar um material que permita os melhores resultados, já que eles poderão contribuir para o diagnóstico de várias Desordens Crânio-mandibulares.

Alguns autores (SODERBERG & COOK, 1984) <sup>(5)</sup> acreditam que o sinal eletromiográfico seja complexo. Atualmente, devido ao grande desenvolvimento tecnológico e científico, pode-se permitir um melhor entendimento e aproveitamento deste sinal.

Assim, dada a carência de literatura científica sobre o material mais adequado para a execução de um exame eletromiográfico (EMG) dos músculos da mastigação e a demanda de exames realizados no Laboratório de Eletromiografia do Departamento de Morfologia da Faculdade de Odontologia de Piracicaba (FOP/UNICAMP), pensou-se em desenvolver um trabalho com o objetivo de comparar o desempenho de vários materiais quanto à geração do traçado eletromiográfico, utilizando-se duas gomas de mascar comerciais, A e B e dois materiais insípidos, Rolinho de Algodão e Parafilm.M.®.

**MATERIAL E MÉTODOS****• Amostra experimental**

Participaram deste estudo dez indivíduos adultos jovens, do sexo feminino, alunos de Graduação e Pós-graduação do Curso de Odontologia da Faculdade de Odontologia de Piracicaba (FOP/UNICAMP), faixa etária de 18 a 27 anos, com normo oclusão, sem história de desordem craniomandibular. Em atenção aos aspectos éticos, tomou-se o cuidado de consultar os voluntários, pois, no período referente à realização do procedimento experimental deste trabalho, a Faculdade de Odontologia de Piracicaba (FOP/UNICAMP) ainda não havia constituído um Comitê de Ética. Os voluntários assinaram um Termo de Consentimento para a pesquisa ser conduzida (Anexo II). Somente após o consentimento, o voluntário passou a fazer parte desta pesquisa. Também foi fornecido aos voluntários um questionário (Anexo II), para melhor investigação.

O registro da atividade elétrica foi feito nos músculos temporais (porção anterior) e masséteres, bilaterais e suprahióideos, que serviram de objeto de estudo desta pesquisa a partir do exame eletromiográfico (EMG). A porção anterior do músculo temporal tem sido a mais

utilizada nas pesquisas eletromiográficas dos músculos mastigatórios, uma vez que o intervalo entre a junção miotendinosa e o ponto motor não apresenta cabelo, sendo, portanto, a região mais apropriada para o acoplamento dos eletrodos, não sendo inclusive necessária a análise das outras porções do músculo temporal, conforme a literatura verificada <sup>(6,7,8)</sup>.

Embora os eletrodos passivos de superfície tenham sido colocados sobre o ventre anterior do músculo digástrico, nesta região é impossível evitar o “cross-talk” <sup>(1,2)</sup>, ou seja, por se tratarem de músculos pequenos e delgados, não se pode afirmar que a captação é de um único músculo – músculo digástrico – e sim, do conjunto dos músculos suprahióides adjacentes. Segundo TURKER (1993) <sup>(9)</sup>, o registro da eletromiografia de superfície contém alguma atividade originária de outros músculos que estão sendo ativados, podendo ser sinérgicos ou antagônicos ao músculo estudado. Este fenômeno é conhecido como “cross talk”.

#### • Eletrodos

Para captação e derivação dos sinais elétricos foram utilizados cinco pares de mini-eletrodos bipolares passivos de superfície do tipo Beckman (SensorMed nº 650950) com diâmetro de onze milímetros e superfície de detecção de dois milímetros, para cada músculo em estudo. Foi usado um par de eletrodo para cada músculo estudado. Os eletrodos de superfície foram escolhidos por apresentarem alto grau de precisão e por serem um instrumento não invasivo, indolor, que não causa desconforto ou risco ao voluntário <sup>(5)</sup>.

#### • Colocação dos eletrodos

A pele sobre os músculos estudados foi limpa com uma gaze embebida em solução álcool para remover gordura e impurezas, desta forma, reduzindo a resistência elétrica da pele <sup>(9)</sup>. Os eletrodos foram fixados à pele por meio de colar adesivo dupla face e posicionados seguindo o alinhamento longitudinalmente, paralelos ao sentido das fibras musculares, guardando sempre uma distância entre cada par, de 1,5 centímetro, a partir do centro dos eletrodos.

Cada par de eletrodo foi untado com gel eletrocondutor, cuja finalidade é melhorar a captação do eletrodo. O eletrodo terra, também foi untado com gel eletrocondutor e fixado na região anterior da porção distal do antebraço do voluntário por uma fita de velcro

e ligado a um dos canais do eletromiógrafo. Segundo TURKER (1993) <sup>(9)</sup>, o eletrodo terra tem como objetivo minimizar ou preferencialmente eliminar os ruídos do registro eletromiográfico.

#### • Eletromiógrafo

Para o registro dos sinais eletromiográficos, os canais foram calibrados permitindo um ganho de 600, com frequência de corte de 20 Hz no filtro passa alta e 500 Hz no filtro passa baixa realizada através de filtro analógico, tipo “Butterworth” de dois pólos, por recomendação do fabricante.

Todos os sinais analógicos foram amplificados e preparados para serem digitalizados no módulo condicionador de sinais (MCS 1000 - V2, da Lynx), com 16 entradas analógicas. Suporte DMA (Direct Memory Access), interfaciado com um computador 486 DX padrão, através de uma placa de Conversão de sinal Analógico para Digital (A/D) modelo CAD 12/36 da Lynx\*, de 12 bits de resolução e frequência de amostragem de 1.000 Hz, gerenciado por um programa de aquisição de dados pertencente ao Departamento de Morfologia da Faculdade de Odontologia de Piracicaba – FOP/UNICAMP.

Para a aquisição e armazenamento em arquivos dos sinais digitalizados foi utilizado o software Aqdados, também da Lynx, versão 4 para MS - DOS, com frequência de amostragem e duração de ensaio programável, apresentando de 1 até 8 canais simultaneamente na tela durante a aquisição, e que permite o tratamento dos dados após aquisição e compartilhamento com formatos mais universais.

O próximo passo foi a preparação dos voluntários a serem testados. Esta etapa teve início com uma breve explanação sobre o experimento, sendo então fornecido o Termo de Consentimento ao voluntário.

Os voluntários foram posicionados confortavelmente em uma cadeira, com as costas completamente apoiadas no encosto, plano de Frankfurt paralelo ao solo, olhos abertos e voltados para o infinito, pés apoiados no solo, braços apoiados sobre os membros inferiores.

Encerradas as etapas preparatórias, procedeu-se a coleta dos dados, com os voluntários sendo treinados e orientados a mastigar bilateralmente e simultaneamente os materiais, em seqüência aleatória.

Os materiais estudados foram duas gomas de mas-

car, A e B, e dois materiais insípidos, Rolinho de Algodão e o Parafilm.M.<sup>®</sup>, fabricado pela indústria American National Can.

Cabe ressaltar que os materiais foram preparados 1 dia antes da data do experimento. A elaboração de cada um deles, seguiu parâmetros encontrados na literatura<sup>(10)</sup> para execução da mastigação.

Todos os materiais foram adaptados segundo as dimensões do material B, ou seja, foi necessário recortar o material A em largura, espessura e comprimento; o material Rolinho de Algodão, em comprimento; e o Parafilm.M.<sup>®</sup>, ou seja, a folha de parafina, foi dobrada em 5 partes iguais e redobradas no meio do seu comprimento total, pois desta maneira sua largura e espessura se tornaram semelhantes às dimensões da goma encontrada na literatura – material B.

Os voluntários realizaram 10 ciclos mastigatórios para treinamento; a seguir foi realizado o registro de outros 10 ciclos mastigatórios. Finalizando esta coleta, os voluntários tiveram trinta segundos de descanso para iniciar o exame com outro material, e assim sucessivamente.

O comando verbal teve como objetivo orientar o voluntário a acompanhar o ritmo estabelecido pelo metrônomo (60 bpm)\*.

Ao final de cada ensaio, os sinais captados eram examinados na tela “trata dados”, no sentido de garantir a qualidade dos dados obtidos.

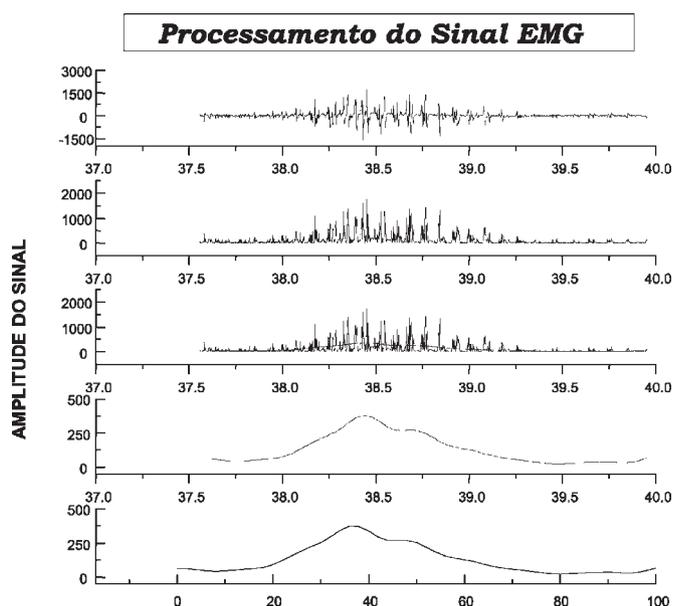
Ao final da coleta dos dados de cada voluntário, os traçados eletromiográficos da mastigação foram submetidos a uma seleção dos trechos correspondentes ao início e fim de cada período de contração isotônica, para serem preparados para análise, totalizando 10 períodos mastigatórios para cada produto utilizado de cada músculo estudado.

Os voluntários, após a seleção de cada traçado do período mastigatório, foram submetidos a dois procedimentos distintos:

- a) processamento dos sinais dos traçados referentes à atividade mastigatória usando o software Microcal Origin (versão 3.5);
- b) análise estatística de Variância Univariada e Multivariada dos coeficientes de variação.

Portanto, para o estudo da atividade mastigatória, os trechos do traçado eletromiográfico foram tratados para posterior comparação e análise, conforme preconizado por WINTER (1990)<sup>(11)</sup>. O processamento constitui-se nas seguintes etapas:

- 1) Retificação total do sinal – também conhecido como retificação de onda completa, consiste na obtenção do valor absoluto do traçado eletromiográfico de forma que todos os sinais negativos são invertidos, passando, desta forma, a possuir apenas sinais positivos;
- 2) Normalização da amplitude do sinal – procedimento que consiste em submeter os valores do sinal eletromiográfico retificado a um valor de referência, e que seja comum a todos os sinais, de forma a permitir comparações entre sujeitos, músculos, materiais, etc; neste caso, foi empregada a média do sinal retificado da atividade dinâmica como valor de referência;
- 3) Envolvimento linear – obtido a partir do traçado retificado, fazendo uso de um filtro (passa baixa) digital com frequência de corte de 5Hz<sup>(11)</sup> e que resulta num envoltório que segue o contorno do sinal eletromiográfico;
- 4) Normalização da base de tempo – procedimento que tem como objetivo normalizar o tempo de atividade dos diferentes sinais coletados, onde o tempo do sinal é convertido em porcentagem de atividade (0 a 100%). Esta seqüência de procedimento do sinal pode ser observada no Gráfico 01.



**Gráfico 01:** Exemplo da seqüência do processamento do sinal: sinal eletromiográfico puro; retificação total do sinal; envoltório linear sobre o sinal retificado; ④ envoltório linear; em ⑤ envoltório linear normalizado na base do tempo.

Após o processamento de cada trecho do traçado, foi obtida a média dos 10 traçados de cada produto (n=4) para cada músculo (n=5) de cada voluntário (n=10), de forma que o traçado final obtido é representativo da atividade mastigatória do indivíduo. Em seguida, obteve-se a média dos traçados dos 10 voluntários, juntamente com o desvio padrão e o coeficiente de variação, que então foi considerado para análise da atividade de cada músculo para cada produto.

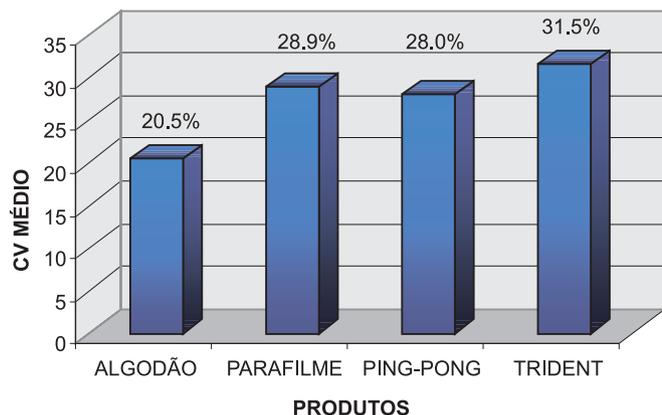
Após testados para homogeneidade de variância, normalidade, independência dos erros e atividade do modelo, os dados foram submetidos à Análise de Variância-Univariada, comparando o efeito dos produtos em cada músculo, independentemente, e à Análise de Variância-Multivariada, objetivando comparar os efeitos dos produtos no conjunto de respostas de todos os músculos.

As análises seguiram o modelo adequado para experimentos casualizados em blocos. Adotou-se o nível de significância alfa ( $\alpha$ ) de 5%.

Quando observados indícios para rejeição da hipótese através da Análise de Variância Univariada, foi utilizado o teste de Bonferroni para comparações múltiplas de médias, com nível de significância de 5%.

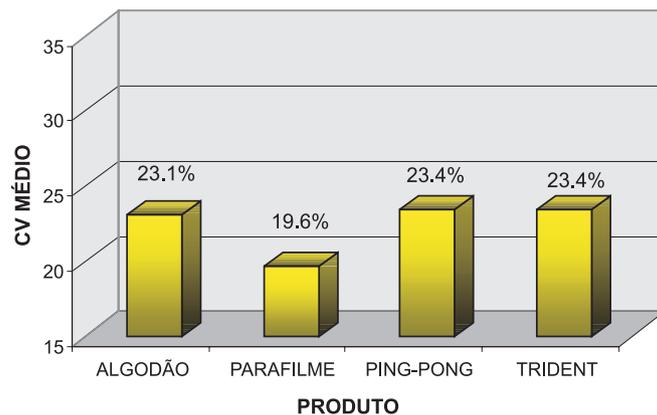
Na análise multivariada, a rejeição da hipótese de nulidade com um nível de 5% foi complementada com comparações dos produtos através do estudo de contrastes.

Os cálculos foram efetuados através do sistema SAS<sup>1</sup>. A apresentação dos resultados obtidos neste estudo sobre a atividade elétrica dos MM. temporais (porção anterior) masséteres e suprahióideos, durante a mastigação

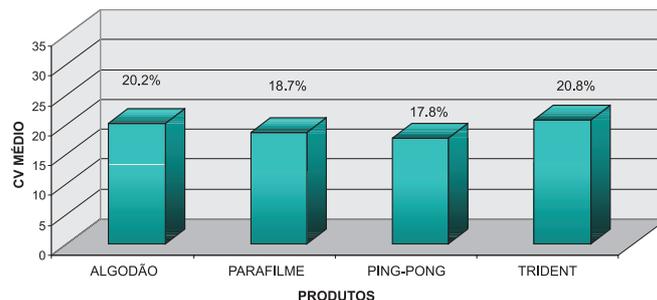


**Gráfico 2:** Média dos coeficientes de variação (N=10) da porção anterior do músculo temporal direito (TD), calculados para cada produto estudado.

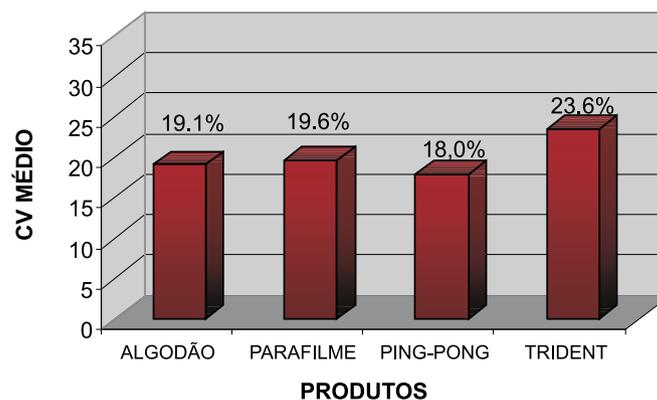
isotônica de diferentes produtos, Algodão, Parafilme, Ping-Pong e Trident, será através do CV (coeficiente de variação) de cada período de atividade mastigatória, de cada músculo dos voluntários para cada produto (Gráficos 2 a 6).



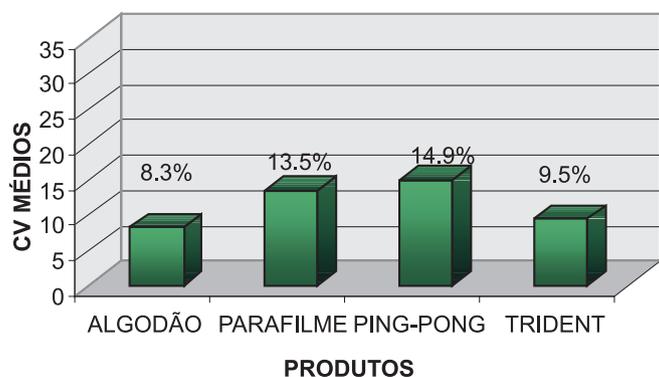
**Gráfico 3:** Média dos coeficientes de variação (N=10) do músculo masséter direito (MD), calculados para cada produto estudado.



**Gráfico 4:** Média dos coeficientes de variação (N=10) da porção anterior do músculo temporal esquerdo (TE), calculados para cada produto estudado.



**Gráfico 5:** Média dos coeficientes de variação do músculo masséter esquerdo (ME), calculados para cada produto estudado.



**Gráfico 6:** Média dos coeficientes de variação (N=10) do músculo suprahióideo (SH), calculados para cada produto estudado.

Em vista de todos os resultados observados através das análises estatísticas, pode-se concluir que há indícios de que o algodão e parafilme conduzem a resultados significativamente diferentes de todos os demais produtos.

## DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

A princípio não é possível fazer qualquer comparação com a literatura sobre os músculos e produtos estudados nesta pesquisa, pois não há nos trabalhos<sup>(12,13,4)</sup> uma preocupação com a normalização do sinal com a padronização do produto. Por esta razão tomou-se a liberdade em pesquisar sobre a padronização de um produto para a execução do exame eletromiográfico durante a mastigação, e futura análise dos músculos temporais (porção anterior) masséteres e suprahióideos.

Os resultados obtidos neste estudo são resultantes de uma trabalhosa análise. Assim como descrito no capítulo material e métodos – estudo da atividade mastigatória, os trechos do traçado eletromiográfico foram tratados para posterior comparação e análise, conforme preconizado por WINTER (1990)<sup>(11)</sup>.

Após feita esta última análise, pode-se observar o desempenho de cada produto em cada músculo estudado. No geral, chegou-se ao consenso que os produtos algodão e parafilme apresentavam CVs (coeficientes de variação) com menor variabilidade. Conforme planejado, seguiu-se a análise de dados através da Análise de Variância – Multivariada, pois desta forma, seria possível analisar a existência de diferenças entre os tratamentos, quando avaliadas todas as variáveis em conjun-

to, e também detectar efeitos gerais, em vez dos efeitos independentes sobre cada músculo.

Nesta última análise há indícios de diferenças estatísticas entre os produtos; o produto algodão e parafilme, mais uma vez, se mostraram com um comportamento com menor variação.

Em vista do questionário aplicado após o exame eletromiográfico, o voluntário pôde expressar seu descontentamento ou aspereza com um ou mais dos produtos utilizados. Uma significativa parte da amostra (60%) não gostou de mastigar o produto algodão. A análise estatística estudou exclusivamente as características de variabilidade do sinal.

Existe diferença de palatabilidade entre os produtos, o que deveria ser estudado de uma forma mais completa. Da mesma forma que a análise de eficiência do produto foi realizada neste estudo, seria importante realizar uma análise sensorial com um número maior de voluntários para melhor caracterização das quantidades do produto quanto sua aceitabilidade pelos usuários.

Portanto, os resultados deste trabalho, dentro das condições experimentais utilizadas, permitem concluir que:

- os melhores produtos, estatisticamente significativos com menores índices de variação, foram os produtos *Algodão* e *Parafilme*, o que segue suas indicações, para realização do exame eletromiográfico dos músculos mastigatórios;
- houve melhor palatabilidade do produto *Parafilme* com relação ao *Algodão* segundo uma análise sensorial dos produtos através de um questionário.

Maiores estudos serão necessários para realizar uma análise sensorial mais completa.

Os autores agradecem o apoio da FAPESP.

## BIBLIOGRAFIA

1. BASMAJIAN, J.V.; DE LUCA, C.J. **Muscle alive: their function revealed by eletromyography**. 5. ed. Baltimore: Williams e Wilkins, v. 24, p. 501-61, 1985.
2. BASMAJIAN, J.V. **Muscles alive: their function revealed by eletromyography**. 1. ed. Baltimore: Williams e Wilkins, 1962.
3. INMAN, V.T.; SAUNDERS, J.B.C.; ABBOTT, L.C. Observations on the function of the shoulder joint. **J. Bone Jt. Surg.** 26: 1-30, 1944.
4. KARKARAZIS, H.C.; KOSSIONI, A.E. Re-examination of the surface EMG activity of the masseter muscle in young adults during chewing of two test foods. **Journal of Oral Rehabilitation**, 24 : 216-223, 1997.
5. SODERBERG, G.L.; COOK, T.M. Eletromyography in Biomechanics. **Physical Therapy**, 64 : 1813-20, 1984.
6. BURDETTE, B.H.; GALLE, E.N. Reliability of surface eletromyograph of masseteric and anterior temporal areas. **Archs Oral Biol.**, 35(9): 747-751, 1990.
7. FURUYA, R.; ZULQARNAI, B.J.; HEDEGARD, B. The silent period in the masseter and anterior temporalis muscle in young adults. Subjects unaware of mandibular dysfunction symptoms. **Journal of Oral Rehabil.**, 15(1): 77-90, 1988.
8. LYNONS, M.F.R.; ROUSE, M.E.; BAXENDALE, R.H. Fatigue and EMG changes in the masseter and temporalis muscle during sustained contractions. **Journal of Oral Rehabil.**, 20: 321-331, 1993.
9. TÜRKER, K.S. Electromyographic: some methodological problems and issues. **Phys. Ther.**, 73(10): 698-710, 1993.
10. CHRISTENSEN, L.V.; TRAN, K.T.; MOHAMED, S.E. Gum chewing and jaw muscle fatigue and pains. **Journal of Oral Rehabil.**, 23: 424-437, 1996.
11. WINTER, D.A. **The biomechanics and motor control of human movement**. 2. ed. John Wiley & Sons, 1990.
12. STOHLER, C.S. A comparative electromyographic and Kinesiographic study of deliberate and habitual mastication in man. **Archs. Oral Biol.** 31(10): 669-78, 1986.
13. BLANKSMA, N.G.; VAN EIJDEN, T.M.G.J. Electromyographic Heterogeneity in the Humam Temporalis and Masseter Muscles during Static Biting. Open Close Excursion, and Chewi. **Journal of Dental Research.**, 74 (6): 1318-1327, 1995.



# INPES

## Instituto de Pesquisa

O INPES é um órgão do Centro Universitário Municipal de São Caetano do Sul - IMES que opera no mercado há 15 anos, em empresas e entidades do setor público e privado, oferecendo serviços nas áreas de:

- pesquisas qualitativas e quantitativas;
- treinamento e desenvolvimento de recursos humanos;
- projeto de consultoria administrativa, econômica, financeira, comércio internacional e sistema de informática.

Informações e consultas poderão ser feitas pelo telefone:  
 (011) 4239-3258 - fax: (011) 4239-3268 - inpes@imes.edu.br  
 Rua Conselheiro Lafaiete, 1.111 - São Caetano do Sul