

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE RIBEIRÃO PRETO
DEPARTAMENTO DE MORFOLOGIA, FISIOLOGIA E PATOLOGIA
BÁSICA



**A INFLUÊNCIA DA IDADE NA ANÁLISE DO LIMIAR DE
FADIGA ELETROMIOGRÁFICA DOS MÚSCULOS DA
MASTIGAÇÃO EM INDIVÍDUOS SAUDÁVEIS**

LÍGIA FRANCO OLIVEIRA

Ribeirão Preto
2017

LÍGIA FRANCO OLIVEIRA



**A INFLUÊNCIA DA IDADE NA ANÁLISE DO LIMIAR DE
FADIGA ELETROMIOGRÁFICA DOS MÚSCULOS DA
MASTIGAÇÃO EM INDIVÍDUOS SAUDÁVEIS**



Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Ciências.

Orientadora: Profa. Dra. Simone Cecilio Hallak Regalo



Ribeirão Preto
2017

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada à fonte.

CATALOGAÇÃO DA PUBLICAÇÃO

Serviço de Documentação Odontológica

Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo

FICHA CATALOGRÁFICA

Oliveira, Lígia Franco

A influência da idade na análise do limiar de fadiga eletromiográfica dos músculos mastigatórios em indivíduos saudáveis. Ribeirão Preto, 2017
71 p.: il.; 30 cm

Dissertação de Mestrado, apresentada à Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto/USP – Área de concentração: Biologia Oral.

Orientadora: Regalo, Simone Cecilio Hallak

1. Fadiga Eletromiográfica. 2. Frequência Mediana. 3. Faixa Etária. 4. Músculos da Mastigação

FOLHA DE APROVAÇÃO

Candidata: Lígia Franco Oliveira

Título da Dissertação A Influência da Idade na Análise do Limiar de Fadiga Eletromiográfica dos Músculos da Mastigação Em Indivíduos Saudáveis.

A comissão julgadora dos trabalhos de defesa da dissertação de Mestrado, Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto (USP) – área de concentração Biologia Oral, em sessão pública realizada em ____/____/ 2017, considerou a candidata_____.

BANCA EXAMINADORA

1. Prof(a).Dr(a)._____Instituição:_____

Julgamento_____Assinatura:_____

2. Prof(a).Dr(a)._____Instituição:_____

Julgamento:_____Assinatura:_____

3. Prof(a).Dr(a)._____Instituição:_____

Julgamento:_____Assinatura:_____

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho em primeiro lugar a **Deus**, que está sempre ao meu lado, me guiando e protegendo. Obrigada Senhor, pela vida que tenho e por todas as pessoas boas que me cercam.

Dedico aos meus pais **Edmilson Bersani** e **Estelamaris Arantes Franco Oliveira** por todo carinho, dedicação, paciência e orientação.

Ao meu marido **Ivan Pereira de Oliveira**, pela sabedoria. Sempre que eu pensava em desistir de algo, ele segurou na minha mão, dando forças para continuar sempre em frente.

Aos meus irmãos **Erica Franco Oliveira** e **Enzo Franco Bersani Oliveira**, por todo amor e carinho.

Aos meus avós **Francisco Severino Franco**, **Celi Arantes Franco** e **Vilma Bersani**. Sem vocês eu não seria nada.

Aos meus tios **Edvaldo Ramalli** e **Elaine Aparecida Ramalli** que sempre foram presentes em minha vida.

AMO VOCÊS DEMAIS!

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

À **Profa. Dra. Simone Cecilio Hallak Regalo**, minha orientadora, que considero como uma mãe e por quem tenho extremo respeito. Profissional de caráter, generosa, dedicada, determinada e persistente. Um ser humano fantástico que conduz a vida com dignidade, mostrando que os obstáculos existem para serem vencidos, até mesmo os obstáculos que parecem serem invencíveis. Meus agradecimentos pelo incentivo, oportunidade e principalmente pela confiança.

À **Profa. Dra. Selma Siéssere** e à **Profa. Dra. Marisa Semprini**, por carinhosamente cuidar e me orientar quando necessário.

Ao **Prof. Dr. Marcelo Palinkas**, que com seu trabalho e empenho, tornou possível o desenvolvimento desta pesquisa. Seu apoio foi fundamental para os frutos que foram colhidos.

À minha companheira de mestrado **Veridiana Wanshi Arnoni**, que provou sua amizade e lealdade em todos os momentos. Nunca me esquecerei de você amiga!

À secretária do Departamento de Morfologia, Fisiologia e Patologia Básica, **Clélia Aparecida Celino**, pela atenção e simpatia constantes, sempre com um sorriso no rosto e disposta a ajudar.

Aos **funcionários dos Laboratórios da FORP/USP**, por sua disposição e auxílio no desenvolvimento desta pesquisa.

À **Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior (CAPES)**, agradeço o apoio financeiro imprescindível para o desenvolvimento desta pesquisa científica.



Ao **Laboratório de Eletromiografia “Prof. Dr. Mathias Vitti”**, bem como ao **Departamento de Morfologia, Fisiologia e Patologia Básica, da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo**, agradeço por fornecer o espaço, suporte e também os equipamentos para realização desta pesquisa.

A **Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto e ao Programa de Biologia Oral, na pessoa da Diretora da Unidade Profa. Dra. Lea Assed Bezerra** agradeço pelo apoio e por permitir ter a honra de cumprir uma etapa da minha vida profissional nesta Instituição.

Aos **Participantes da Pesquisa** que contribuíram de maneira decisiva para realização deste trabalho e por acrescentar valores e conhecimentos em minha vida pessoal e profissional.

ÍNDICE

RESUMO

ABSTRACT

1.INTRODUÇÃO.....	12
2.PROPOSIÇÃO.....	20
3.MATERIAL E MÉTODOS	
3.1 Seleção da	
Amostra.....	22
3.2 Análise do Limiar de Fadiga Eletromiografia.....	23
3.3 Análise Estatística.....	27
4.RESULTADOS – FADIGA ELETROMIOGRÁFICA.....	29
4.1 Análise do Sinal EMG para o Músculo Masseter Direito.....	29
4.2 Análise do Sinal EMG para o Músculo Masseter Esquerdo.....	31
4.3 Análise do Sinal EMG para o Músculo Temporal Direito.....	33
4.4 Análise do Sinal EMG para o Músculo Temporal Esquerdo.....	35
4.5 Análise do Sinal da Fadiga Eletromiográfica por Grupos Etários.....	37
4.5.1 Grupo I.....	37
4.5.2 Grupo II.....	39
4.5.3 Grupo III.....	41
4.5.4 Grupo IV.....	43
4.5.5 Grupo V.....	45
5.DISSCUSSÃO.....	48
6.CONCLUSÕES.....	56
REFERÊNCIAS.....	58
ANEXOS.....	70

RESUMO

Oliveira, Lígia F. **A influência da idade na análise do limiar de fadiga eletromiográfica dos músculos da mastigação em indivíduos saudáveis** (dissertação). Ribeirão Preto: Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo; 2017.

A fadiga neuromuscular pode ser induzida por contrações isométricas sustentadas para determinar o desempenho funcional muscular do organismo humano ao longo dos anos. A finalidade desta pesquisa foi determinar o limiar de fadiga eletromiográfica dos músculos masseter e temporal (bilateral), por meio do espectro da frequência mediana (FM), de crianças, jovens, adultos e idosos, com intuito de traçar parâmetros que possam ser considerados normais em função da idade. Cento e setenta indivíduos brasileiros dentados completos (exceto o Grupo I com dentição mista) sem disfunção temporomandibular foram distribuídos em cinco Grupos Etários: I (7-12 anos, n=38), II (13-20 anos, n=36), III (21-40 anos, n=40), IV (41-60 anos, n=40) e V (61-80 anos, n=16). Foi utilizado o eletromiógrafo Myosystem-Br1 para análise do sinal EMG normalizado na condição de fadiga muscular. Os dados da FM do sinal EMG foram obtidos pelos valores do janelamento de 5s durante o período inicial (PI), médio (PM) e final (PF) do sinal EMG. O apertamento dental em contração voluntária máxima foi o fator que determinou a fadiga muscular e normalizou os dados EMG que foram tabulados e submetidos para análise estatística (ANOVA e medidas repetidas; SPSS 22.0; $p < 0,05$). Foram encontradas diferenças estatísticas significantes entre as faixas etárias no PM ($p=0,05$) para o músculo temporal direito; PI ($p=0,02$) e PF ($p=0,01$) para o músculo temporal esquerdo. Houve decréscimo linear da FM entre os períodos do sinal EMG para todos os grupos etários em relação aos músculos masseteres e temporais, com diferenças estatísticas significantes, exceto masseter esquerdo – Grupo V ($p=0,00$ para cada análise). Baseados nos resultados desta pesquisa, o fator idade influenciou o sinal eletromiográfico normalizado no processo de fadiga neuromuscular e demonstrou que existe declínio linear no decorrer do sinal eletromiográfico para os músculos masseter e temporal. Este estudo contribuiu para a comunidade científica, porque demonstrou parâmetros do sinal eletromiográfico de indivíduos saudáveis na condição de fadiga durante o envelhecimento humano, adequados para serem utilizados em trabalhos futuros de comparação do sistema muscular esquelético saudável e com alterações morfofuncionais.

Palavras-Chave: Fadiga eletromiográfica; frequência mediana, faixa etária; músculos da mastigação

ABSTRACT

Oliveira, Lígia F. **The influence of age on the analysis of the electromyographic fatigue threshold of chewing muscles in healthy individuals.** (dissertation). Ribeirão Preto: School of Dentistry of University of São Paulo; 2017.

Neuromuscular fatigue can be induced by sustained isometric contractions to determine the functional muscular performance of the human body over the years. The aim of this research was to determine the EMG fatigue threshold of the masseter and temporal muscle (bilateral), through the median frequency (MF) spectrum, of children, young adults and elderly, in order to draw parameters that can be considered normal according to age. A total of 170 full-toothed Brazilian subjects (except Group I with mixed dentition) without temporomandibular dysfunction were distributed in five Age Groups: I (7-12 years, n = 38), II (13-20 years, n = 36), III 21-40 years, n = 40), IV (41-60 years, n = 40) and V (61-80 years, n = 16). The Myosystem-Br1 electromyograph was used to analyze the normalized EMG signal in the muscular fatigue condition. The MF data of the EMG signal were obtained by the windowing values of 5s during the initial period (IP), mean (MP) and final (FP) of the EMG signal. The teeth clenching in maximal voluntary contraction was the factor that determined muscle fatigue and normalized the EMG data that were tabulated and submitted to statistical analysis (ANOVA and repeated measures, SPSS 22.0, $P < 0.05$). Significant statistical differences were found between the age groups in the MP ($p = 0.05$) for the right temporal muscle; IP ($P = 0.02$) and FP ($P = 0.01$) for left temporal muscle. There was a linear decrease in MF between the EMG signal periods for all age groups in relation to the masseter and temporalis muscles, with significant statistical differences, except left masseter - Group V ($P = 0.00$ for each analysis). Based on the results of this research, the age factor influenced the normalized EMG signal in the process of neuromuscular fatigue and demonstrated that there is a linear decline during the EMG signal for the masseter muscle and temporal muscle. This study should be useful for the scientific community because it demonstrates parameters of the EMG signal of healthy individuals in fatigue condition during human aging, suitable for use in future studies of comparison of healthy skeletal muscle system with morphofunctional changes

.Keywords: Electromyographic fatigue; median frequency, age range; masticatory muscles

INTRODUÇÃO



1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento harmônico do complexo craniofacial ao longo do tempo é um fator importante para a atuação do sistema estomatognático (CECILIO et al., 2010). A atividade orgânica e funcional do indivíduo, particularmente do sistema estomatognático, diminui com o tempo e pode desencadear mudanças no processo biológico natural do envelhecimento que mesmo não sendo considerada patologia são caracterizadas por alterações morfofisiológicas capazes de trazer algum prejuízo a qualidade de vida devido a maneira complexa e interdependente com que as estruturas se relacionam (DOUGLAS, 1998; CORBIN-LEWIS; LISS; SCIORTINO, 2009; ABDULMASSIH; TEIVE; SANTOS, 2013; SANTOS; FRAGA; CARDOSO, 2014).

O início da atividade muscular voluntária envolve vários mecanismos que começam no córtex sensório-motor que organiza o comando e envia em sequência para controle motor, glândula da base, tronco encefálico, medula e músculo. A contração muscular acontece pelo encurtamento das miofibrilas que são constituídas principalmente pela actina e a miosina. Os filamentos de actina e miosina apresentam uma alta afinidade estabelecendo ligações estáveis por meio das pontes cruzadas. Graças a esse processo ocorre o encurtamento das miofibrilas o que leva a contração muscular (FUSI et al., 2016).

O sistema neuromuscular apresenta grande capacidade adaptativa crônica. Sempre que submetido a um estímulo, por exemplo, imobilização, treino ou até mesmo o efeito do envelhecimento, o sistema neuromuscular pode adaptar-se às exigências funcionais. Da mesma forma, consegue adaptar-se a alterações agudas, tais como as associadas ao exercício prolongado ou intenso, ou seja, é caracterizado pela alteração na força desejada ou solicitada em consequência da determinação de vários processos

responsáveis pela excitação, contração e relaxamento que depende do tipo, duração e intensidade exigida sendo uma das mais conhecidas o fenômeno habitualmente referido como fadiga. Contrações sustentadas é fundamental, porque pode determinar o desempenho funcional muscular no ser muscular. Dentre as avaliações das atividades musculares, a da fadiga fisiológica, induzida por contrações sustentadas é fundamental, porque pode determinar o desempenho funcional muscular no ser humano (BILLS, 1943; SANTOS 2003). A análise da fadiga muscular é um importante método que permite avaliar e mensurar a capacidade de resistência muscular de um indivíduo por meio da sustentação dos elevados níveis de forças ou manutenção destas por um determinado tempo (ENOKA, STUART, 1992; BASMAJIAN; DE LUCA, 1985; ZUCCOLOTTO et al., 2007; PITTA et al., 2015).

O processo da fadiga muscular pode ser dividido em dois fatores: centrais e periféricos (BERCHICCI et al., 2013; MONKS et al., 2016). Os fatores centrais atingem a transmissão neuromuscular entre o Sistema Nervoso Central e a membrana muscular. Os fatores periféricos ocorrem com a deterioração dos processos bioquímicos e contráteis dos músculos estriados esqueléticos (ROBERGS, 1997).

A fadiga muscular considerada aguda é caracterizada pela alteração na força desejada ou solicitada em consequência da determinação de vários processos responsáveis pela excitação, contração e relaxamento que depende do tipo, duração e intensidade exigida na região muscular (SANTOS; DEZAN; SARRAF, 2003).

A eletromiografia de superfície, considerada padrão ouro para análise muscular, é um método não invasivo de medida do movimento humano, utilizada como ferramenta de diagnóstico para avaliação direta e objetiva da função muscular (DE OLIVEIRA et al., 2014; MENDES DA SILVA et al., 2016; PALINKAS et al., 2016;

ESPEIT; PAVAILLER; LAPOLE, 2016; MAPELLI et al., 2016; PASINATO et al., 2016). Por meio desta metodologia, pode ser avaliado o limiar de fadiga eletromiográfica por meio do espectro da frequência mediana, com a finalidade de detectar a susceptibilidade do músculo perante a condição fadiga fisiológica induzida, ou seja, o momento em que a produção de força desejada não pode ser mais mantida e a fadiga contrátil tornar-se observável

(BASMAJIAN e DE LUCA; 1985; BRADL et al., 2005; AZEVEDO, 2007; YOUN, LEE, LEE, 2016; SCHODROWSKI, 2016).

As características do sinal eletromiográfico pelo domínio da frequência mediana, que segmenta o espectro de potência do sinal em duas regiões de igual potência, são utilizadas na detecção de fadiga decorrente de fatores fisiológicos e biomecânicos das unidades motoras (LINDSTROM; MAGNUSSON; PETERSÉN, 1970; BANDEIRA; BERNI; RODRIGUES-BIGATON, 2009; JESUS; MELLO; NADAL, 2016; KAHL; HOFMANN, 2016; BARSZAP; SKAVHAUG; JOSHI, 2016).

Andrade (2006) utilizou a eletromiografia de superfície com seus respectivos protocolos eletromiográficos para avaliar o comportamento da fadiga muscular de indivíduos realizando exercício no cicloergômetro (metodologia de observação da fadiga muscular em atividade dinâmica). Foram avaliadas as seguintes variáveis: frequência mediana, raiz quadrada da média, a mediana e raiz da curva de energia acumulada. O autor concluiu que as variáveis estudadas demonstraram correlações positivas com o processo de fadiga muscular, comprovando a eficácia da metodologia aplicada.

Pizzato et al. (2007) avaliaram o comportamento da frequência mediana em 40 indivíduos com lesão do ligamento cruzado anterior durante contrações isométricas em

exercícios de cadeia cinética aberta e fechada . Os resultados desta pesquisa demonstraram valores da frequência mediana menores para indivíduos com lesão do ligamento cruzado anterior quando comparados com o membro contralateral e grupo controle com cadeia cinética aberta ($p < 0,05$). Já nos exercícios em cadeia cinética fechada não houve diferença estatística significativa ($p > 0,05$). Os autores concluíram que a eletromiografia de superfície é eficaz para caracterizar a lesão crônica do ligamento cruzado anterior durante contrações isométricas.

Dos Santos; Vieira; Prestes (2010) observaram pelas bases de dados como PubMed, Medline, Scielo e Lilacs, protocolos eletromiográficos sobre fadiga dos músculos eretores da coluna espinhal em decúbito ventral, em pé e sentado. Foi possível averiguar, segundo os resultados deste estudo, que a fadiga muscular pode ser mensurada pela eletromiografia de superfície, mas com ressalva quanto ao tipo de protocolo e parâmetros eletromiográficos indicados para se identificar a fadiga dos músculos paraespinhais, não existindo assim um consenso sobre o assunto abordado.

Castroflorio et al. (2012) avaliaram, por meio da frequência mediana do sinal eletromiográfico, a fadiga dos músculos masseteres e temporais de indivíduos saudáveis ($n=20$) e indivíduos com disfunção temporomandibular ($n=18$) que realizaram contrações isométricas submáximas e contração voluntária máxima por 30s e contração voluntária máxima até o esgotamento. O decréscimo da frequência mediana foi fator principal para determinar a fadiga neste estudo, demonstrando menores valores para o grupo com disfunção temporomandibular.

Hugger (2013) demonstrou que a eletromiografia de superfície é um método clínico importante para análise dos músculos mastigatórios de indivíduos com disfunção temporomandibular, nas condições de fadiga e mastigação. A influência de

diferentes fatores como gênero, idade, estado dos elementos dentais, morfologia e dor aguda orofacial, relações oclusais estáticas e dinâmicas, mais o impacto das alterações na oclusão estática na atividade eletromiográfica dos músculos mastigatórios foram incluídas neste estudo de revisão.

Busanello-Stella et al. (2015) avaliaram a fadiga dos músculos orbiculares da boca, por meio da análise da frequência mediana do sinal eletromiográfico por 5, 10, 15 e 20s de atividade em 70 crianças na faixa etária entre 6 e 12 anos de idade. As crianças foram distribuídas em dois grupos, considerando o modo respiratório e padrão facial de crescimento. Os participantes sustentaram halteres labiais e exercitador até atingirem a fadiga muscular. Segundo os autores, os músculos orbiculares da boca apresentaram fadiga eletromiográfica a partir dos 5s de atividade sustentada.

Wozniak et al. (2015) avaliaram, pela contração isométrica máxima, a frequência mediana dos dois pares de músculos masseteres e temporais de 200 indivíduos entre 19 e 27 anos de idade com disfunção temporomandibular, por meio da eletromiografia de superfície. A pesquisa demonstrou correlação positiva entre fadiga dos músculos masseter e temporal, intensidade dos sinais e sintomas de disfunção temporomandibular.

Pitta et al. (2015) compararam, por meio da eletromiografia de superfície, o tempo relativo de ativação do músculo masseter e do músculo temporal em diferentes níveis de atividade e frequência mediana durante o apertamento sustentado de 22 mulheres (idade entre 18 e 48 anos) onde 14 participantes tinham o diagnóstico de disfunção temporomandibular e 08 participantes eram saudáveis. Os autores observaram que os músculos temporais, do grupo com disfunção temporomandibular, tiveram maior tempo de ativação em níveis em comparação com o grupo controle

saudável e que o índice de fadiga muscular foi maior para o grupo com disfunção quando comparado ao grupo saudável.

Okkesim e Coşkun (2016) demonstraram uma nova avaliação para fadiga muscular por meio dos sinais simultâneos eletromiográficos e mecanomiográficos dos músculos bíceps braquial e tríceps braquial durante as contrações isométricas e isotônicas de 30 mulheres e 30 homens saudáveis. Foram analisadas as correlações entre a variação da razão de frequência, frequência média e frequência mediana. Foi observada que a frequência mediana pode ser utilizada para avaliar quantitativamente a fadiga muscular.

Youn, Lee e Lee (2016) utilizaram a eletromiografia de superfície para monitorar o exercício isométrico de extensão dos músculos das costas, por 5 minutos, para produzir fadiga muscular em indivíduos tratados com terapia de corrente interferencial por 15 minutos. Participaram 15 homens adultos saudáveis (idade: $24,2 \pm 1,3$ anos). Após repouso, o exercício foi repetido durante 5 minutos e o sinal eletromiográfico foi adquirido durante 15 minutos sem tratamento, considerado como grupo de controle. No grupo que recebeu tratamento, a frequência mediana mudou para um nível maior, mas houve poucas alterações no sinal eletromiográfico após o exercício no grupo controle. Baseados nos resultados deste estudo, os sinais eletromiográficos forneceram informações importantes sobre a duração efetiva do tratamento para fadiga muscular, bem como foi demonstrado características do músculo durante o tratamento proposto neste estudo.

Halvorsen et al. (2016) objetivaram comparar, por meio de medidas eletromiográficas, as alterações de resistência dos músculos flexores e extensores do pescoço de 50 indivíduos com diagnóstico de radiculopatia cervical crônica pela

ressonância magnética. Foram analisadas a amplitude e a frequência mediana do sinal eletromiográfico e os índices subjetivos de fadiga relacionados à dor pela escala analógica visual em exercícios específicos e gerais para os músculos. Os autores concluíram que ambos os exercícios aumentaram a resistência do músculo flexor do pescoço, mas o treinamento específico do pescoço reduziu apenas a coativação dos músculos antagonistas durante a flexão sustentada.

A reprodução dos parâmetros espectrais do sinal eletromiográfico da musculatura estriada esquelética fornece informações importantes sobre quais variáveis se modificam em função de situações estabelecidas, mas ainda não se havia estabelecido parâmetros normais no limiar do sinal eletromiográfico em condição de apertamento dental em contração voluntária máxima no processo de fadiga do músculo masseter e músculo temporal ao longo dos anos em indivíduos saudáveis.

Portanto estabelecer estes parâmetros em indivíduos na faixa etária de 07 a 80 anos tem um enorme valor científico e social porque remete aos profissionais da saúde que trabalham com movimentos do corpo humano, subsídios de comparação entre o organismo saudável com o patológico como as miopatias e atrofia muscular, gerando assim novas perspectivas de avanço nas pesquisas sobre limiar de fadiga eletromiográfica na musculatura estriada esquelética.

PROPOSIÇÃO



2. PROPOSIÇÃO

Determinar por meio do exame eletromiográfico critérios e parâmetros que possam ser considerados morfofisiológicos normal para a relação fadiga muscular quando comparado à idade de indivíduos saudáveis em diferentes faixas etárias.

MATERIAL E MÉTODO



3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 SELEÇÃO DA AMOSTRA

Esta pesquisa caracterizou-se por ser um estudo observacional de corte transversal que avaliou o limiar de fadiga eletromiográfica do músculo masseter e músculo temporal de 170 indivíduos saudáveis na faixa etária entre 07 e 80 anos de idade, divididos em cinco Grupos Etários: 19 mulheres e 19 homens para o Grupo I na faixa etária entre 7 e 12 anos (idade média de $8,89 \pm 0,23$ anos); 17 mulheres e 19 homens para o Grupo II na faixa etária entre 13 e 20 anos (idade média de $17,08 \pm 0,40$ anos); 20 mulheres e 20 homens para o Grupo III na faixa etária entre 21 e 40 anos (idade média de $30,12 \pm 6,25$ anos); 20 mulheres e 20 homens para o Grupo IV na faixa etária entre 41 e 60 anos (idade média de $49,50 \pm 0,95$ anos) e 8 mulheres e 8 homens para o Grupo V na faixa etária entre 61 e 80 anos (idade média de $67,68 \pm 1,56$ anos). Todos os participantes apresentavam dentição permanente completa, excluindo o Grupo I que tinha dentição mista.

A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (processo nº 2006 1971.58.5). Os pais ou responsáveis legais pelos menores de idade foram informados sobre os propósitos e etapas da pesquisa e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido de acordo com a resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde Brasileiro.

Os critérios de inclusão e exclusão foram determinados por meio de uma anamnese (Anexo 1) e exames clínicos. Na anamnese foram obtidas informações como os dados pessoais, histórico médico e odontológico, presença de hábitos parafuncionais, presença de doenças sistêmicas e sinais e sintomas de disfunção temporomandibular (RDC/TMD) (SCHIFFMAN et al., 2014).

Os critérios de inclusão para este estudo foram: indivíduos caucasianos (fenótipo claro da pele), respiradores nasais, possuir normo-oclusão, não apresentar hábitos parafuncionais e nem sinais e sintomas clínicos de disfunção temporomandibular, assim como não usar medicamento que pudessem interferir no funcionamento do sistema nervoso central.

Para os critérios de exclusão foi necessário que os participantes apresentassem uma das seguintes situações: ausência dos primeiros molares permanentes (superiores e inferiores); doença periodontal (mobilidade dental leve, moderada ou severa); restaurações dentais com risco de fraturas; apresentar indisposição física ou mental no momento do exame EMG; distúrbios de origem sistêmica ou local tais como neurológicos, paralisia cerebral, entre outros que poderiam comprometer o crescimento craniofacial ou do sistema mastigatório; estar fazendo uso de anti-histamínicos, sedativos, homeopáticos ou outras drogas depressoras do Sistema Nervoso Central que poderiam interferir na atividade muscular; estar realizando tratamento ortodôntico, fonoaudiológico ou otorrinolaringológico que poderia interferir na função da musculatura mastigatória (CECILIO et al., 2010; PALINKAS et al., 2010).

3.2 ANÁLISE DO LIMIAR DE FADIGA ELETROMIOGRÁFICA

Para aquisição do registro do limiar de fadiga eletromiográfica dos músculos masseteres (direito e esquerdo) e músculos temporais (direito e esquerdo) foi utilizado o eletromiógrafo Myosystem Br-1 versão 3.5 pertencente ao Laboratório de Eletromiografia “Prof. Dr. Mathias Vitti” do Departamento de Morfologia, Fisiologia e Patologia Básica da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, Brasil.

O eletromiografo Myosystem Br-1 apresenta doze canais, sendo oito canais para eletromiografia com eletrodos ativos e passivos, quatro canais auxiliares, sistema de aquisição de dados de alto desempenho e *software* para controle, armazenamento, processamento e análise de dados. Os conectores possuem saídas de tensão CC de $\pm 12V$ @ ± 100 mA, CMRR com relação de rejeição em modo comum de 112dB @ 60dB, impedância de entrada para eletrodos passivos 10^{10} Ohms/6pf, correntes bias de entrada para eletrodos ativos de $\pm 2nA$, proteção contra sobre tensões e filtros passa faixa para eliminação de ruídos de 5Hz a 5KHz (Figura 1).



Figura 1. Myosystem Br-1(DataHominis Tecnologia Ltda[®])

Nos músculos mastigatórios, masseteres e temporais, foram utilizados eletrodos ativos simples diferenciais com dois contatos de prata de 10,0 x 1,0 mm e distância de 10,0 mm entre eles, fixos em um encapsulamento de resina de 40x20x5 mm (Figura 2A). Um eletrodo de referência considerado terra, com disco circular de aço inoxidável com 3,0 cm de diâmetro, 1,5 de espessura e com um cabo de 1m de comprimento foi

usado para minimizar o risco de interferências (Figura 2B) (BASMAJIAN; DE LUCA, 1985; CRAM; KASMAN; HOLTZ, 2010; CECILIO et al., 2010; PALINKAS et al., 2010).

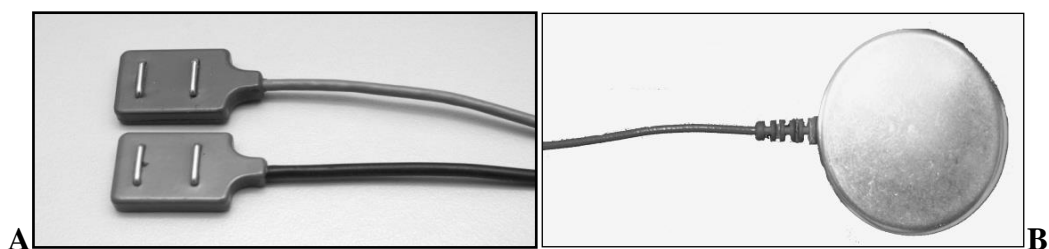


Figura 2. Eletrodos ativos de superfície (A) e Eletrodo de Referência - Terra (B)

Antes da colocação dos eletrodos de superfície, a pele foi limpa com álcool para retirar gordura, maquiagem e/ou poluição. Para a localização dos ventres musculares do masseter e temporal, solicitou-se aos participantes que fizessem um apertamento dental em contração voluntária máxima, acompanhada de palpação digital para a correta fixação dos eletrodos, posicionando a maior extensão das barras no sentido perpendicular às fibras musculares (CRAM; KASMAN; HOLTZ, 2010) (Figura 3).



Figura 3. Posicionamento dos eletrodos de superfície e de referência terra

O registro da fadiga dos músculos mastigatórios foi realizado em um ambiente calmo, reservado, silencioso e com temperatura agradável deixando assim o participante tranquilo e minimizando interferências externas durante o exame. Os participantes permaneceram sentados em uma cadeira confortável, em postura ereta, com as plantas dos pés apoiadas no solo e as palmas das mãos apoiadas sobre as coxas. O limiar de fadiga eletromiográfica dos músculos masseteres e temporais foi obtida durante a contração isométrica máxima do apertamento dental (HEIMER, 1987; VOLLESTAD; SEJERSTED; SAUGEN, 1997) e a mesma foi mensurada utilizando o espectro da frequência mediana (Hz) do sinal eletromiográfico (CIFREK et al., 2009).

Os dados eletromiográficos foram normalizados pelo apertamento dental em contração voluntária máxima (4s). Os dados da fadiga foram adquiridos pelo valor do janelamento de 5 segundos nos períodos inicial (PI), médio (PM) e final (PF) do sinal eletromiográfico coletado (Figura 4).

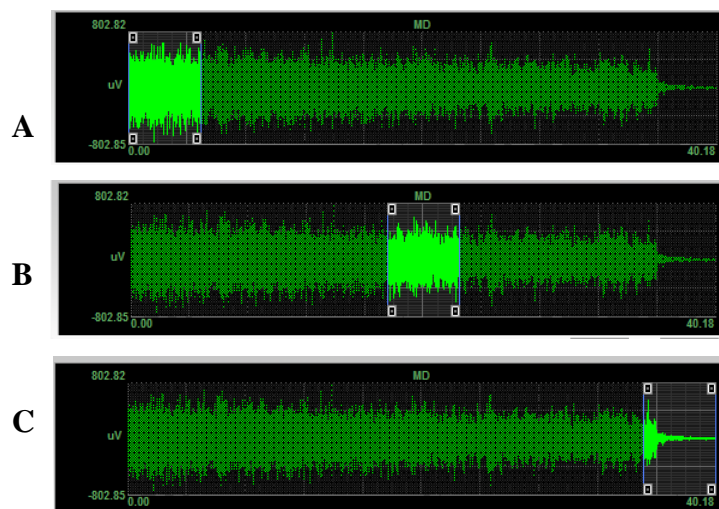


Figura 4. Frequência Mediana do sinal EMG no período: inicial (A), médio (B) e final (C)

3.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

O programa do Myosystem Br-1 permite avaliar tanto a amplitude quanto a frequência da onda que compõe o sinal mioelétrico obtido do limiar de fadiga eletromiográfica. Foi realizada a normalização dos dados obtidos por causa da variabilidade do delineamento tanto intra/ inter participantes quanto intra/ inter músculos da mastigação (BASMALLAN, DE LUCA, 1985; DE LUCA, 1997).

Os dados do período inicial (PI), médio (PM) e final (PF) do espectro da frequência mediana do sinal eletromiográfico normalizado nos Grupos Etários foram tabulados e analisados pelo teste estatístico de análise de variância (ANOVA). Os dados do espectro da frequência mediana do sinal EMG normalizado (período inicial, médio e final) para cada Grupo Etário ao longo do mesmo sinal EMG foram tabulados e analisados pelo teste de análise de medidas repetidas. Foi utilizado o *software* aplicativo do tipo científico, versão 22.0 para Windows (SPSS Inc.; Chicago, IL, USA). Os resultados foram obtidos por meio da análise descritiva (média e desvio padrão) para cada variável. Os valores foram comparados com nível de significância de 5% e intervalo de confiança de 95%.

RESULTADO



4. RESULTADOS DE LIMIAR DE FADIGA ENTRE OS GRUPOS - ANOVA

O período total de contração isométrica (segundos) nos Grupos Etários foi: $31,78 \pm 2,90$ para o Grupo I; $165,12 \pm 7,20$ para o Grupo II; $38,56 \pm 3,07$ para o Grupo III; $56,58 \pm 7,27$ para o Grupo IV e $92,53 \pm 5,12$ para o Grupo V.

4.1 ANÁLISE DO SINAL EMG PARA O MÚSCULO MASSETER DIREITO

Na condição de limiar de fadiga do músculo masseter direito, não houve diferença estatística significativa ($p \leq 0,05$) entre os grupos etários no período inicial, médio e final do espectro da frequência mediana do sinal EMG normalizado. O Grupo V apresentou decréscimo na frequência mediana no período inicial e médio em relação aos Grupos I, II III e IV. O Grupo II apresentou decréscimo na frequência mediana no período final em relação aos outros Grupos Etários (Tabela 1 e Figura 5).

Tabela 1. Valores da frequência mediana (Hz) no período inicial, médio e final do sinal EMG normalizado, desvio padrão e significância estatística ($p \leq 0,05$) da condição de fadiga do músculo masseter direito (MD) para os Grupos Etários: crianças (I), adolescentes (II), adultos jovens (III), adultos (IV) e idosos (V).

Músculo	Períodos	Grupos Etários					Valor de <i>p</i>
		I	II	III	IV	V	
MD	Inicial	0,98±0,12	0,97±0,15	0,98±0,10	1,04±0,22	0,92±0,18	0,13
	Médio	0,91±0,13	0,97±0,14	0,90±0,15	0,95±0,21	0,87±0,19	0,25
	Final	0,89±0,15	0,82±0,18	0,87±0,17	0,87±0,27	0,83±0,21	0,63

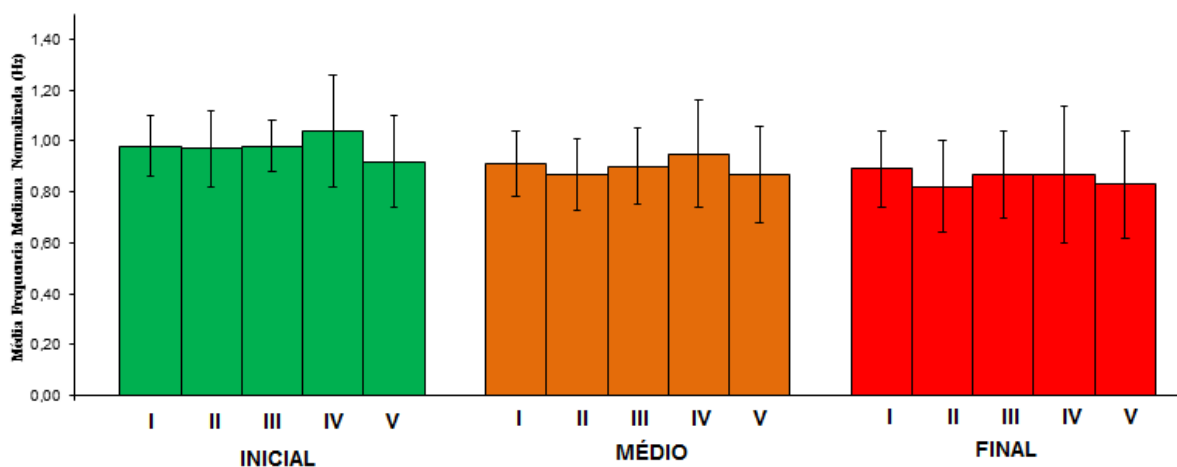


Figura 5. Médias das frequências medianas no período inicial, médio e final do sinal EMG normalizado na condição de Fadiga Eletromiográfica do músculo masseter direito (MD) para os Grupos Etários: crianças (I), adolescentes (II), adultos jovens (III), adultos (IV) e idosos (V).

4.2 ANÁLISE DO SINAL EMG PARA O MÚSCULO MASSETER ESQUERDO

Na condição de limiar de fadiga eletromiográfica do músculo masseter esquerdo, não houve diferença estatística significativa ($p \leq 0,05$) entre os Grupos Etários no período inicial, médio e final no espectro de frequência mediana do sinal EMG normalizado. No período inicial e final, o Grupo III apresentou decréscimo da frequência mediana em relação aos Grupos Etários I, II, IV e V. Os Grupos I e III apresentaram o mesmo espectro de frequência mediana no período médio e em comparação aos outros Grupos Etários, mas com menores valores (Tabela 2 e Figura 6).

Tabela 2. Valores da frequência mediana (Hz) no período inicial, médio e final do sinal EMG normalizado, desvio padrão e significância estatística ($p \leq 0,05$) na condição de Fadiga Eletromiográfica do músculo masseter esquerdo (ME) para os Grupos Etários: crianças (I), adolescentes (II), adultos jovens (III), adultos (IV) e idosos (V).

Músculo	Período	Grupos Etários					Valor de <i>p</i>
		I	II	III	IV	V	
ME		0,97±0,1	1,02±0,2	0,96±0,1	1,01±0,1	0,98±0,0	
	Inicial	6	1	2	8	6	0,46
		0,90±0,1	0,91±0,2	0,90±0,1	0,94±0,1	0,94±0,0	
	Médio	2	0	5	7	7	0,69
		0,87±0,1	0,86±0,2	0,85±0,1	0,87±0,2	0,95±0,2	
	Final	3	5	6	2	1	0,51

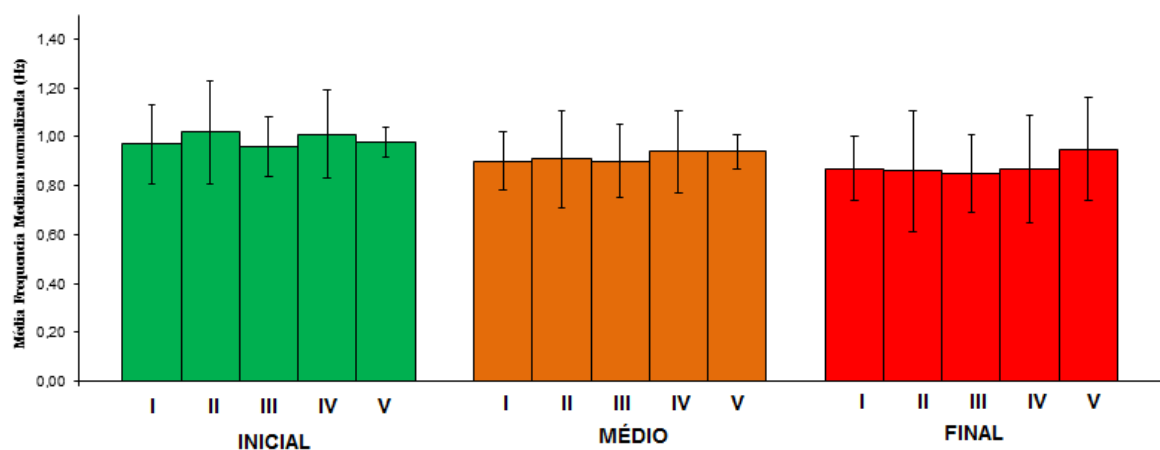


Figura 6. Médias das frequências medianas no período inicial, médio e final do sinal EMG normalizado na condição de Fadiga Eletromiográfica do músculo masseter esquerdo para os Grupos Etários: crianças (I), adolescentes (II), adultos jovens (III), adultos (IV) e idosos (V).

4.3 ANÁLISE DO SINAL EMG PARA O MÚSCULO TEMPORAL DIREITO

Na condição de limiar de fadiga eletromiográfica do músculo temporal direito, houve diferença estatística significativa ($p \leq 0,05$) entre os Grupos Etários no período médio do espectro da frequência mediana do sinal EMG normalizado. O Grupo II apresentou decréscimo da frequência mediana nos períodos médio e final em relação aos Grupos Etários I, III, IV e V. No período inicial, os Grupos I, II e III mantiveram o mesmo valor de frequência mediana, mas diminuída em relação aos Grupos IV e V (Tabela 3 e Figura 7).

Tabela 3. Valores da frequência mediana (Hz) no período inicial, médio e final do sinal EMG normalizado, desvio padrão e significância estatística ($p \leq 0,05$) na condição de Fadiga Eletromiográfica do músculo temporal direito (TD) para os Grupos Etários: crianças (I), adolescentes (II), adultos jovens (III), adultos (IV) e idosos (V).

Músculo	Períodos	Grupos Etários					Valor de <i>p</i>
		I	II	III	IV	V	
TD	Inicial	0,97±0,18	0,97±0,12	0,97±0,10	1,04±0,21	1,00±0,05	0,27
	Médio	0,92±0,13	0,87±0,13	0,91±0,16	0,97±0,18	0,92±0,10	0,05
	Final	0,91±0,22	0,82±0,14	0,85±0,17	0,90±0,23	0,87±0,13	0,22

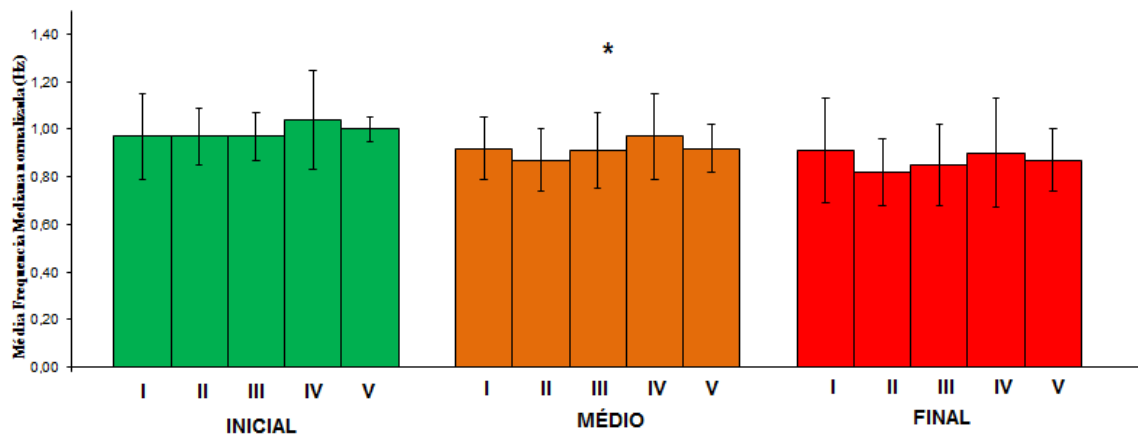


Figura 7. Médias das frequências medianas no período inicial, médio e final do sinal EMG normalizado na condição de Fadiga Eletromiográfica do músculo temporal direito para os Grupos Etários: crianças (I), adolescentes (II), adultos jovens (III), adultos (IV) e idosos (V).

4.4 ANÁLISE DO SINAL EMG PARA O MÚSCULO TEMPORAL ESQUERDO

Na condição de limiar de fadiga eletromiográfica do músculo temporal esquerdo, houve diferença estatística significativa ($p \leq 0,05$) entre os Grupos Etários no período inicial e final do espectro da frequência mediana do sinal EMG normalizado. O Grupo I apresentou decréscimo da frequência mediana no período inicial e médio em relação aos outros Grupos Etários. O Grupo III apresentou decréscimo da frequência mediana no período final em relação aos Grupos Etários I, II, IV e V (Tabela 4 e Figura 8).

Tabela 4. Valores da frequência mediana (Hz) no período inicial, médio e final do sinal EMG normalizado, desvio padrão e significância estatística ($p \leq 0,05$) na condição de Fadiga Eletromiográfica do músculo temporal esquerdo (TE) para os grupos etários: criança (I), adolescentes (II), adultos jovens (III), adultos (IV) e idosos (V).

Músculo	Período	Grupos Etários					Valor de <i>p</i>
		I	II	III	IV	V	
TE		0,94±0,1	0,99±0,1	0,97±0,0	1,03±0,2	1,08±0,2	
	Inicial	6	2	9	1	4	0,02
		0,89±0,1	0,91±0,1	0,90±0,1	0,96±0,1	0,99±0,2	
	Médio	7	1	1	9	1	0,10
		0,84±0,1	0,86±0,1	0,81±0,2	0,89±0,2	1,01±0,2	
	Final	9	1	1	3	0	0,01

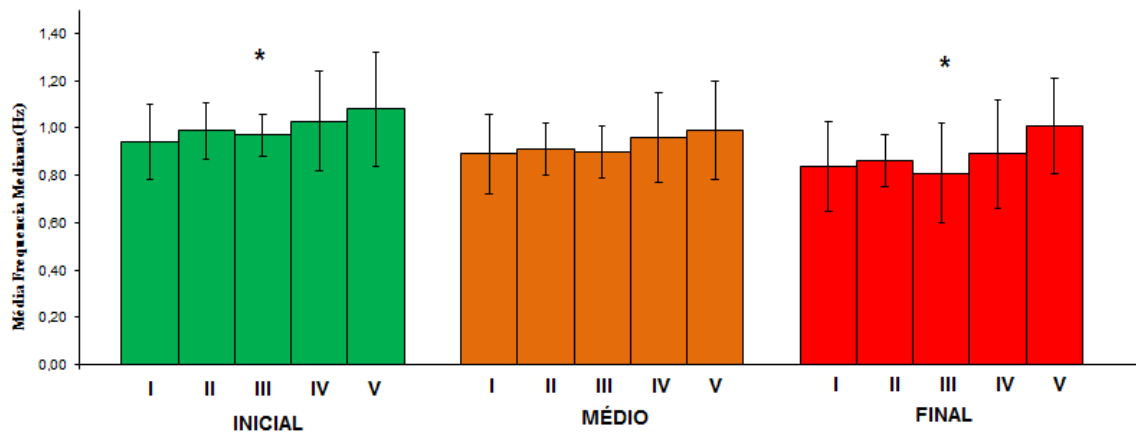


Figura 8. Médias das frequências medianas no período inicial, médio e final do sinal EMG normalizado na condição de Fadiga Eletromiográfica do músculo temporal esquerdo para os Grupos Etários: criança (I), adolescentes (II), adultos jovens (III), adultos (IV) e idosos (V).

4.5 ANÁLISE DO SINAL DA FADIGA POR GRUPOS ETÁRIOS – MEDIDAS REPETIDAS

4.5.1 GRUPO I (CRIANÇAS)

Na condição de limiar de fadiga muscular para o Grupo I (crianças), houve diferença estatística significativa ($p \leq 0,05$) entre os períodos inicial, médio e final para os músculos masseteres (direito e esquerdo) e músculos temporais (direito e esquerdo) (Tabela 5 e Figura 9). O Grupo I apresentou decréscimo linear do espectro de frequência mediana ao longo do sinal eletromiográfico (período inicial, médio e final) para todos os músculos analisados.

Tabela 5. Valores da frequência mediana (Hz) no período inicial, médio e final do sinal EMG normalizado, desvio padrão e significância estatística ($p \leq 0,05$) na condição de fadiga do músculo masseter direito (MD), masseter esquerdo (ME), temporal direito (TD) e temporal esquerdo (TE) para o Grupo I (crianças).

Períodos	Músculos			
	MD	ME	TD	TE
Inicial	0,98±0,12	0,97±0,16	0,96±0,13	0,94±0,16
Médio	0,91±0,13	0,90±0,12	0,93±0,16	0,89±0,17
Final	0,89±0,15	0,97±0,13	0,91±0,18	0,84±0,19
Valor de p	0,00	0,00	0,00	0,00

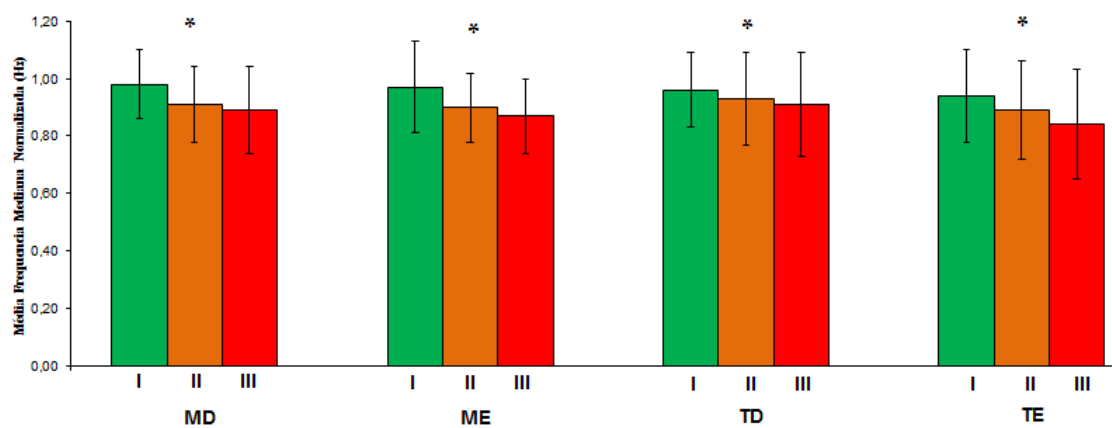


Figura 9. Médias das frequências medianas no período inicial (I), médio (II) e final (III) do sinal normalizado na condição de Fadiga Eletromiográfica do músculo masseter direito (MD) masseter esquerdo (ME), temporal direito (TD) e temporal esquerdo (TE) para o Grupo I (crianças)

4.5.2 GRUPO II (ADOLESCENTES)

Na condição de limiar de fadiga muscular para o Grupo II (adolescentes), houve diferença estatística significativa ($p \leq 0,05$) entre os períodos inicial, médio e final para os músculos masseteres (direito e esquerdo) e músculos temporais (direito e esquerdo) (Tabela 6 e Figura 10). O Grupo II apresentou decréscimo linear do espectro de frequência mediana ao longo do sinal eletromiográfico (período inicial, médio e final) para todos os músculos analisados.

Tabela 6. Valores da frequência mediana (Hz) no período inicial, médio e final do sinal EMG normalizado, desvio padrão e significância estatística ($p \leq 0,05$) na condição de Fadiga do músculo masseter direito (MD), masseter esquerdo (ME), temporal direito (TD) e temporal esquerdo (TE) para o Grupo II (adolescentes).

Períodos	Músculos			
	MD	ME	TD	TE
Inicial	0,97±0,15	1,02±0,21	0,97±0,12	0,99±0,12
Médio	0,87±0,14	0,91±0,20	0,87±0,13	0,91±0,11
Final	0,82±0,18	0,89±0,19	0,82±0,14	0,86±0,11
Valor de p	0,00	0,00	0,00	0,00

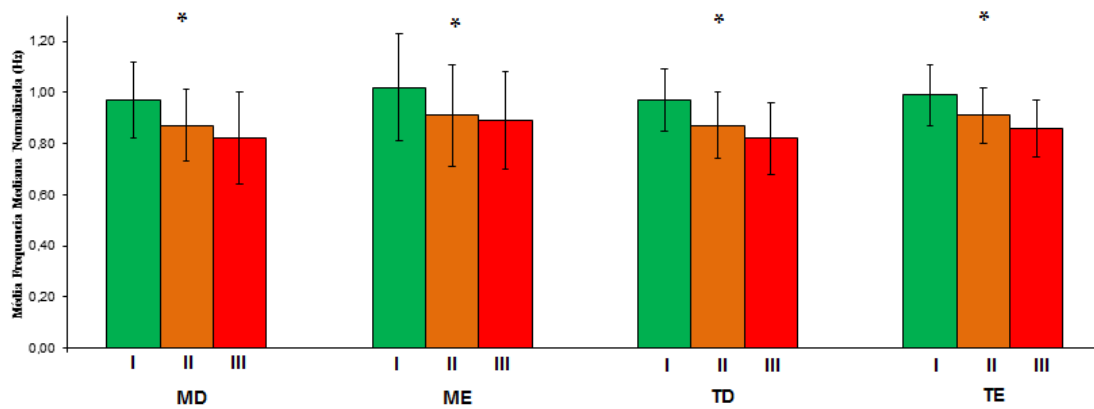


Figura 10. Médias das frequências medianas no período inicial (I), médio (II) e final (III) do sinal normalizado na condição de Fadiga Eletromiográfica do músculo masseter direito (MD) masseter esquerdo (ME), temporal direito (TD) e temporal esquerdo (TE) para o Grupo II (adolescentes).

4.5.3 GRUPO III (ADULTOS JOVENS)

Na condição de limiar de fadiga muscular para o Grupo III (adultos jovens), houve diferença estatística significativa ($p \leq 0,05$) entre os períodos inicial, médio e final para os músculos masseteres (direito e esquerdo) e músculos temporais (direito e esquerdo) (Tabela 7 e Figura 11). O Grupo III apresentou decréscimo linear do espectro de frequência mediana ao longo do sinal eletromiográfico (período inicial, médio e final) para todos os músculos analisados.

Tabela 7. Valores da frequência mediana (Hz) no período inicial, médio e final do sinal EMG normalizado, desvio padrão e significância estatística ($p \leq 0,05$) na condição de fadiga do músculo masseter direito (MD), masseter esquerdo (ME), temporal direito (TD) e temporal esquerdo (TE) para o Grupo III (adultos jovens).

Períodos	Músculos			
	MD	ME	TD	TE
Inicial	0,98±0,10	0,96±0,12	0,97±0,10	0,97±0,09
Médio	0,90±0,15	0,90±0,15	0,91±0,16	0,90±0,11
Final	0,87±0,17	0,85±0,16	0,85±0,17	0,81±0,21
Valor de p	0,00	0,00	0,00	0,00

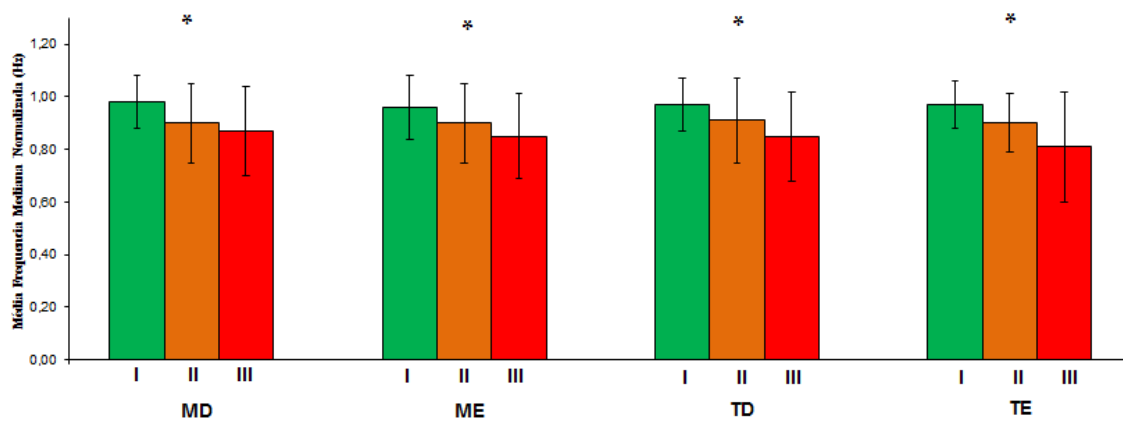


Figura 11. Médias das frequências medianas no período inicial (I), médio (II) e final (III) do sinal normalizado na condição de Fadiga Eletromiográfica do músculo masseter direito (MD) masseter esquerdo (ME), temporal direito (TD) e temporal esquerdo (TE) para o Grupo III (adultos jovens).

4.5.4 GRUPO IV(ADULTOS)

Na condição de limiar de fadiga muscular para o Grupo IV (adultos), houve diferença estatística significativa ($p \leq 0,05$) entre os períodos inicial, médio e final para os músculos masseteres (direito e esquerdo) e músculos temporais (direito e esquerdo) (Tabela 8 e Figura 12). O Grupo IV apresentou decréscimo linear do espectro da frequência mediana ao longo do sinal eletromiográfico (período inicial, médio e final) para todos os músculos analisados.

Tabela 8. Valores da frequência mediana (Hz) no período inicial, médio e final do sinal EMG normalizado, desvio padrão e significância estatística ($p \leq 0,05$) na condição de fadiga do músculo masseter direito (MD), masseter esquerdo (ME), temporal direito (TD) e temporal esquerdo (TE) para o Grupo IV (adultos).

Períodos	Músculos			
	MD	ME	TD	TE
Inicial	1,07±0,28	1,01±0,17	1,04±0,21	1,06±0,32
Médio	0,98±0,26	0,93±0,17	0,99±0,23	0,99±0,26
Final	0,88±0,28	0,84±0,17	0,90±0,23	0,89±0,23
Valor de p	0,00	0,00	0,00	0,00

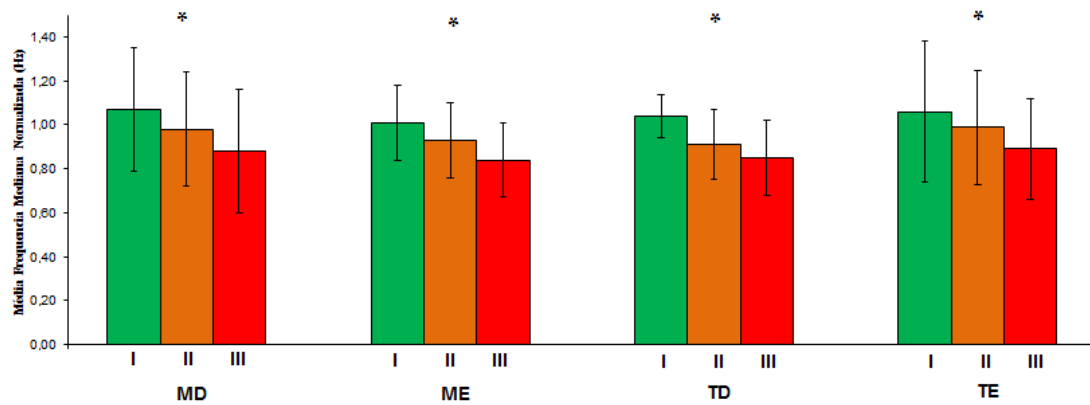


Figura 12. Médias das frequências medianas no período inicial (I), médio (II) e final (III) do sinal normalizado na condição de Fadiga Eletromiográfica do músculo masseter direito (MD) masseter esquerdo (ME), temporal direito (TD) e temporal esquerdo (TE) para o Grupo IV (adultos).

4.5.5 GRUPO V (IDOSOS)

Na condição de limiar de fadiga muscular para o Grupo V (idosos), houve diferença estatística significativa ($p \leq 0,05$) entre os períodos inicial, médio e final para os músculos masseter direito e músculos temporais (direito e esquerdo) (Tabela 9 e Figura 13). O Grupo V apresentou decréscimo linear do espectro da frequência mediana ao longo do sinal eletromiográfico (período inicial, médio e final) para todos os músculos analisados.

Tabela 9. Valores da frequência mediana (Hz) no período inicial, médio e final do sinal EMG normalizado, desvio padrão e significância estatística ($p \leq 0,05$) na condição de fadiga do músculo masseter direito (MD), masseter esquerdo (ME), temporal direito (TD) e temporal esquerdo (TE) para o Grupo V (adultos).

Períodos	Músculos			
	MD	ME	TD	TE
Inicial	0,92±0,18	0,99±0,23	1,00±0,05	1,04±0,16
Médio	0,87±0,19	0,92±0,16	0,92±0,10	0,96±0,16
Final	0,83±0,21	0,91±0,24	0,87±0,13	0,93±0,17
Valor de p	0,00	0,08	0,00	0,00

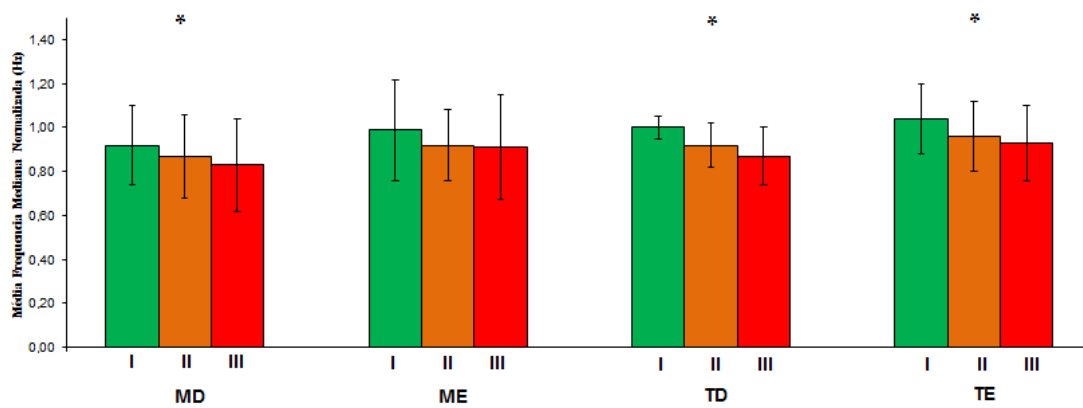


Figura 13. Médias das frequências medianas no período inicial (I), médio (II) e final (III) do sinal normalizado na condição de Fadiga Eletromiográfica do músculo masseter direito (MD) masseter esquerdo (ME), temporal direito (TD) e temporal esquerdo (TE) para o Grupo V (idosos).

DISCUSSÃO



5. DISCUSSÃO

Nesta pesquisa foi determinado o padrão do limiar de fadiga eletromiográfica dos músculos mastigatórios (masseter e temporal), observando o comportamento do sinal mioelétrico nas faixas etárias entre 07 e 80 anos de idade por meio da análise da frequência mediana durante uma contração de força constante de 170 indivíduos saudáveis, com dentição natural e sem disfunção temporomandibular. Na literatura não foi verificado trabalhos anteriores que descrevessem o limiar da fadiga eletromiográfica em todas as faixas etárias da população brasileira, o que torna o resultado obtido relevante.

O apertamento dental contínuo e sustentado em contração isométrica (contração de força constante) foi a condição clínica que escolhemos para promover o processo de fadiga eletromiográfica dos músculos mastigatórios, além de ter sido o fator de normalização do sinal eletromiográfico neste estudo (HERMENS et al., 1999). A normalização da amplitude do sinal eletromiográfico se tornou essencial para minimizar as disparidades entre as variáveis porque comparamos diferentes indivíduos e músculos (REGALO et al., 2008; CASTELEIN et al., 2015; ETTINGER et al., 2016).

Nesta pesquisa foram determinados cinco grupos específicos, divididos por faixas etárias, constituídos por crianças, adolescentes, adultos jovens, adultos e idosos, com intuito de traçar critérios e parâmetros normais para o limiar de fadiga do sinal eletromiográfico dos músculos da mastigação em função da idade para a população brasileira.

Os músculos da mastigação, que fazem parte do complexo sistema estomatognático, em especial o masseter e temporal, executam funções na motricidade oral, extremamente importantes nas atividades dinâmicas da mastigação, deglutição e

fonação (VILIMEK; HORAK; BACA, 2016). Estes músculos superficiais são escolhas primárias dos pesquisadores da área da cabeça e pescoço por serem músculos de fácil acesso, atuarem diretamente na função do sistema estomatognático e das estruturas orofaciais e, principalmente por permitirem possibilidades de mensuração da força contínua, que podem ser utilizadas como método específico de avaliação da fadiga neuromuscular (BUSANELLO-STELLA et al., 2015).

Durante uma contração de força constante, para que não aconteça um dano funcional na musculatura, no momento em que ocorrem as contrações isométricas contínuas e sustentadas, as fibras musculares reduzem o encurtamento num determinado ponto específico, como ato de defesa orgânica, acarretando possíveis mudanças na atividade muscular, que podem ser detectadas por meio do monitoramento da alteração da frequência mediana do sinal eletromiográfico (SANTOS; DEZAN; SARRAF, 2003; LAURITI et al., 2013; ALAM et al., 2015; POLITTI et al., 2016).

Foi demonstrado nesta pesquisa que os músculos masseteres (direito e esquerdo) e músculos temporais (direito e esquerdo) no Período Inicial (PI), Médio (PM) e Final (PF) do espectro da frequência mediana do sinal eletromiográfico normalizado se comportaram de maneira diferente nas faixas etárias estudadas, com diferença estatística significativa no PM do sinal eletromiográfico para o músculo temporal direito e no PI e PF para o músculo temporal esquerdo. Uma possível relação com os resultados obtidos pode ser o fator lado de preferência mastigatória dos participantes da pesquisa, o que poderia acarretar potenciais musculares distintos e até redução de força muscular (FIATARONE et al., 1990; CHRISTENSEN; MOHAMED, 1996; NASCIMENTO GERLANE et al., 2003), mas o lado preferencial de mastigação dos 170 participantes não foi avaliado previamente.

No Grupo V (idosos), verificou-se menores valores na frequência mediana para o masseter direito(PI, PM e PF), masseter esquerdo (PI E PM) e temporal direito(PI, PM e PF) em relação ao Grupo IV (adultos). De Paula, Vale e Dantas (2006) relataram que o conceito de fadiga eletromiográfica detectado pelo menor potencial de frequência mediana do sinal eletromiográfico em idosos é uma variável importante para estudar e compreender a autonomia funcional do ser humano no envelhecimento. O envelhecimento da musculatura estriada esquelética torna-se perceptível na humano e autonomia funcional do sistema muscular humano e a fadiga muscular demonstra a capacitação do indivíduo (VESTERGAARD et al., 2009). Normalmente a fraqueza muscular atinge mais os indivíduos idosos do que os adultos, principalmente aqueles que não praticam atividade física, demonstrando diminuição da capacidade funcional, devido à sarcopenia senil, com visíveis alterações fisiológicas neuromusculares (NARICI; MAGANARIS; REEVES, 2005; KENT-BRAUN, 2009).

Outra possibilidade para explicar os resultados obtidos no Grupo V é o comportamento fisiológico muscular, quando se observa a unidade motora ao longo dos anos, onde ocorre diminuição das fibras musculares do tipo II e reinervação das fibras musculares do tipo I, tornando o músculo senil mais lento e menos forte, explicando a redução na capacidade de força máxima ao envelhecer (CASALE et al., 2003), mas para Da Silva et al. (2015) não existem efeitos significativos, em função da idade, no potencial de frequência mediana do sinal eletromiográfico dos músculos estriados esqueléticos em especial os multifídios, iliocostal e bíceps femoral de indivíduos adultos jovens e idosos com e sem dor lombar crônica, o que é discorde dos resultados obtidos nesse estudo. O temporal esquerdo no Grupo no V apresentou valores maiores na frequência mediana (PI, PM e PF) mostrando um comportamento muscular que não

corroborar com as hipóteses anteriores para esta faixa etária e relação ao Grupo IV. Aproximadamente 25% dos indivíduos com 65 anos de idade ou mais apresentam diminuição das fibras musculares, e ocorre uma elevação percentual em torno de 30 a 50% naqueles com 80 anos ou mais (BAPTISTA; VAZ, 2009).

Neste estudo, o comportamento do músculo masseter esquerdo pela análise do PI, PM e PF do sinal eletromiográfico normalizado no apertamento dental em contração voluntária máxima mostrou que o Grupo III (adultos jovens) no PI ($0,96 \pm 0,12$), PM ($0,90 \pm 0,15$) e PF ($0,85 \pm 0,16$) sofreu um decréscimo na frequência mediana em relação aos outros grupos etários. Este padrão de resultado pode ser explicado pela redução das taxas de disparo das unidades motoras nos adultos jovens provocando alterações na densidade do espectro de potência do sinal eletromiográfico, caracterizando a alteração do estado fisiológico muscular (LOWERY; NOLAN; O'MALEY, 2002). A redução da frequência dos potenciais captados pelos eletrodos de superfície demonstra diminuição da velocidade de condução das fibras musculares, provocado pelo aumento na concentração de íons de hidrogênio durante contrações musculares contínuas (BASMAJIAN; DE LUCA, 1985).

Para o músculo temporal direito, foi verificado no Grupo II (adolescentes) o decréscimo da frequência mediana nos períodos PM ($0,87 \pm 0,13$) e PF ($0,82 \pm 0,14$), em relação aos grupos etários I, III, IV e V. Segundo Huang et al. (2007) o comportamento da função neuromuscular relacionada à fadiga para os adolescentes, por meio da análise espectral, mostrou aumento significativo na amplitude eletromiográfica quando comparados aos indivíduos idosos. Com o passar do tempo, o comportamento do sinal EMG pode se modificar em indivíduos jovens pelo fato destes não suportarem a contração isométrica contínua. Este fato se deve a percepção subjetiva da fadiga que

envolve aspectos psicológicos e cognitivos, onde os adolescentes são os que mais apresentam, em relação às outras faixas etárias, maior prevalência de fadiga muscular por causa do incômodo de realizar e manter atividades pré-determinadas (HINDS et al., 2007).

Para o músculo temporal esquerdo, observou-se que o Grupo I (crianças) apresentou decréscimo da frequência mediana no PI ($0,94\pm 0,16$) e PM ($0,89\pm 0,17$) e o Grupo III (adultos jovens) no PF ($0,81\pm 0,21$) em relação aos outros grupos etários. O músculo temporal esquerdo em crianças apresentou menor resistência à fadiga EMG no PI e PM do sinal EMG em relação aos outros grupos etários. Discordando dos resultados obtidos nessa pesquisa, Falk et al. (2009) investigaram que as crianças quando comparadas aos adultos apresentariam maior resistência à fadiga muscular. Este fato provavelmente está relacionado com o perfil metabólico e composição das fibras musculares das crianças (DOTAN et al., 2012). Outro fator que pode estar relacionado com o comportamento do músculo temporal das crianças em relação ao limiar de fadiga EMG é a imaturidade na coordenação motora das crianças, gerando incapacidade de manter elevados níveis de força muscular por determinado tempo (ASCENÇÃO et al., 2003).

O limiar diminuído do espectro de frequência mediana em indivíduos adultos pode ser justificado pela diminuição do fluxo sanguíneo gerado pelo movimento de contração voluntária máxima em apertamento dental, acarretando alterações no pH no meio intracelular e nas concentrações de íons potássio, provocando alterações no potencial de membrana durante a fadiga neuromuscular (MASUDA et al., 1999; SEGERSTED; SJØGAARD, 2000).

Pesquisas anteriores demonstraram diferenças significantes em termos de fadiga muscular, por meio do potencial da frequência mediana, entre grupos com diferentes graus de disfunção temporomandibular (CASTROFLORIO et al., 2012; WOŹNIAK et al., 2015). O resultado obtido nessa pesquisa, onde foram avaliados somente indivíduos saudáveis, torna-se inovador, porque determina quais os padrões normais do limiar de fadiga EMG para os músculos da mastigação (masseter e temporal). Os dados numéricos obtidos poderão ser utilizados em pesquisas futuras, por exemplo, para análise de tempo de fadiga de indivíduos com doenças crônico-degenerativas e disfunções temporomandibulares e qual a influência desse fator na atuação do sistema estomatognático.

A musculatura estriada esquelética quando está sendo submetida ao processo de fadiga não apresenta linearidade no comportamento do sinal EMG (MARSON; GONÇALVES, 2003). Nossos resultados corroboram com os achados da literatura onde, com o passar do tempo pela análise do mesmo sinal eletromiográfico dos músculos masseteres e músculos temporais em todos os grupos etários, observou-se decréscimo linear do espectro da frequência mediana do sinal EMG. Isto demonstra o comportamento e saturação da musculatura, determinando a fadiga EMG, por causa da redução na velocidade de condução dos potenciais elétricos ao longo da fibra muscular decorrente do acúmulo de substâncias metabólicas e possivelmente alterações na concentração iônica extracelular (PALLA; ASH, 1981). O decréscimo do potencial de frequência mediana ao longo do sinal EMG durante contrações contínuas é considerado como medida de processo de fadiga muscular (SANTOS; DEZAN; SARRAF, 2003).

Os resultados encontrados nesta pesquisa apresentam limitações, como não ter mensurado o valor numérico da contração isométrica máxima e o lado de preferência

mastigatório, o que nos leva a refletir na necessidade de estudos mais amplos abordando estes temas.

Este estudo descreveu o limiar de fadiga eletromiográfica dos músculos da mastigação de indivíduos na faixa etária entre 07 a 80 anos de idade, que foram avaliados por um profissional da saúde especializado, durante a realização do apertamento dental em contração voluntária máxima. Em muitos estudos de análise eletromiográfica da cabeça e pescoço, a avaliação das estruturas do sistema estomatognático ainda é realizada de forma subjetiva. Esta pesquisa propiciou traçar parâmetros de normalidade do sinal eletromiográfico utilizando como principal variável o espectro da frequência mediana como ferramenta de monitoramento do processo de fadiga muscular, evidenciando que essa técnica é viável e proporcionou a identificação de critérios específicos que possam ser considerados normais na análise da fadiga muscular ao longo dos anos em população saudável

CONCLUSÃO



6. CONCLUSÕES

A análise da literatura científica sobre a pesquisa da fadiga dos músculos mastigatórios ao longo do tempo na população brasileira permitiu concluir que, embora existam trabalhos focados na análise da fadiga, a metodologia dos instrumentos de pesquisa e dos protocolos empregados é bastante variada, o que dificulta a discussão e comparação dos resultados.

Nesta pesquisa, os dados obtidos do limiar de fadiga eletromiográfica dos músculos masseter e temporal de crianças, adolescentes, adultos jovens, adultos e idosos permitiram concluir e traçar os seguintes parâmetros:

- ✓ O fator idade influencia no espectro da frequência mediana para o PI, PM e PF do sinal eletromiográfico normalizado.
- ✓ Ocorre um decréscimo linear do sinal eletromiográfico ao longo do tempo dos músculos masseteres e temporais em todas as faixas etárias.
- ✓ Com os resultados obtidos, sugere-se que novos estudos com diferentes desenhos metodológicos sejam idealizados com o intuito de pesquisar cada vez mais a fadiga muscular em diversas populações e músculos, em diferentes situações clínicas.

REFERÊNCIAS



REFERÊNCIAS

1. ABDULMASSIH, E. M. S.; TEIVE, H. A. G.; SANTOS, R. S. The evaluation of swallowing in patients with spinocerebellar ataxia and oropharyngeal dysphagia: A comparison study of videofluoroscopic and sonar doppler. **International Archives of Otorhinolaryngology.**, v. 17, n.1, p. 66-73, 2013.
2. ALAM, M. K.; RAHMAN, S. A.; BASRI, R.; SING, YI-T. T.; SI-JIE, J. W.; SAHA, S. Dental Implants - Perceiving Patients' Satisfaction in Relation to Clinical and Electromyography Study on Implant Patients. **PLoS One.**, v.10, n.10; p:e0140438, 2015.
3. ANDRADE, M. M. Análise do tempo - frequência de sinais eletromiográficos para avaliação de fadiga muscular em cicloergonômetro. **Tese de Doutorado (Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília)**, 2006.
4. ASCENSÃO, A.; MAGALHÃES, J.; OLIVEIRA, J.; DUARTE, J.; SOARES, J. Fisiologia da fadiga muscular. Delimitação conceptual, modelos e estudo e mecanismos de fadiga de origem central e periférica. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto.**, v.3, n.1, p.108-123, 2003.
5. AZEVEDO, F. M. Avaliação do sinal eletromiográfico como parâmetro para determinação do limiar de fadiga muscular. **Tese de Doutorado (Escola de Educação Física e esporte da Universidade de São Paulo)**, 2007.
6. BANDEIRA, C. C. A.; BERNI, K. C. S.; RODRIGUES-BIGATON, D. Análise eletromiográfica e força do grupo muscular extensor do punho durante isquemia induzida. **Revista Brasileira de Fisioterapia.**, v.13, n.1, p: 31-37, 2009.
7. BAPTISTA; R. R.; VAZ; M. A. Muscle architecture and aging: functional adaptation and clinical aspects; a literature review. **Fisioterapia e Pesquisa.**, v.16, n.4, p.368-373, 2009.

8. BARCELOS, C. D. Prevalência do lado preferencial mastigatório e sua relação com a alimentação, a saúde periodontal, o lado preferencial no primeiro ciclo mastigatório e a dominância lateral nas dentições decídua, mista e permanente. 145 f. Dissertação(Mestrado) – Departamento Restauradora, Universidade Estadual Paulista, 2010.
9. BARSZAP, A.G.; SKAVHAUG, I.M.; JOSHI, S.S. Effects of muscle fatigue on the usability of a myoelectric human-computer interface. **Hum Mov Sci.**, n.49, p:225-238, 2016.
10. BASMAJIAN, J.V.; DE LUCA, C.J. **Muscles alive: their function revealed by electromyography.** 5ed. Baltimore: Williams and Wilkins, p.276-282, 1985.
11. BERCHICCI, M.; MENOTTI, F.; MACALUSO, A.; DI RUSSO, F. The neurophysiology of central and peripheral fatigue during sub-maximal lower limb isometric contractions. **Front. Hum. Neurosci.**, n.7, p.135, 2013.
12. BILLS, A. G. - **The psychology of efficiency.** Harper and Brothers - N. Y. - 1943.
13. BRADL, I.; MÖRL, F.; SCHOLLE, H.C.; GRAßME, R.; MÜLLER, R.; GRIESHABER, R. Back muscle activation pattern and spectrum in defined load situations. **Pathophysiology.**, n.12, p.275-280, 2005.
14. BUSANELLO-STELLA, A. R.; BLANCO-DUTRA, A. P.; CORRÊA, E. C.; SILVA, A. M. Electromyographic fatigue of orbicular oris muscles during exercises in mouth and nasal breathing children. **Codas.**, v.27, n.1, p.80-88, 2015.

15. CASALE, R.; RAINOLDI, A.; NILSSON, J.; BELOTTI, P. Can continuous physical training counteract aging effect on myoelectric fatigue? A surface electromyography study application. **Arch Phys Med Rehabil.**, n.84, 2003.
16. CASTELEIN, B.; CAGNIE, B.; PARLEVLIET, T.; DANNEELS, L.; COOLS, A. Optimal Normalization Tests for Muscle Activation of the Levator Scapulae, Pectoralis Minor, and Rhomboid Major: An Electromyography Study Using Maximum Voluntary Isometric Contractions. **Arch Phys Med Rehabil.**, v.96, n.10, p.1820-1827, 2015.
17. CASTROFLORIO, T.; FALLA, D.; TARTAGLIA, G.M.; SFORZA, C.; DEREGIBUS, A. Myoelectric manifestations of jaw elevator muscle fatigue and recovery in healthy and TMD subjects. **J Oral Rehabil.**, v.39, n.9, p.648-658, 2012.
18. CECILIO, F.A.; REGALO, S.C.H.; PALINKAS, M.; ISSA, J.P.M.; SIÉSSERE, S.; HALLAK, J.E.; SEMPRINI, M. Aging and surface EMG activity patterns of masticatory muscles. **J Oral Rehabil.**, v.37, n.4, p.248-255, 2010.
19. CIFREK, M.; MEDVED, V.; TONKOVIĆ, S.; OSTOJIĆ, S. Surface EMG based muscle fatigue evaluation in biomechanics. **Clin Biomech (Bristol, Avon)**, v.24, n.4, p.327-340, 2009.
20. CORBIN-LEWIS, K.; LISS, J.M.; SCIORTINO, K.L. **Anatomia clínica e fisiologia do mecanismo da deglutição.** São Paulo: Cengage Learning, 2009.
21. CRAM, J.R.; KASMAN, G.S.; HOLTZ, J. **Introduction to Surface Electromyography.** Ed. Gaithersburg. Maryland: Aspen Publication ®. 1998. Criswell E. Cram's Introduction to Surface Electromyography. Jones & Bartlett Learning, 2ª ed., p.412, 2010.

22. DA SILVA, R. A.; VIEIRA, E. R.; CABRERA, M.; ALTIMARI, L. R.; AGUIAR, A. F.; NOWOTNY, A. H.; CARVALHO, A. F.; OLIVEIRA, M. R. Back muscle fatigue of younger and older adults with and without chronic low back pain using two protocols: A case-control study. **J Electromyogr Kinesiol.**, v.25, n.6, p.928-936, 2015.
23. DE LUCA, C.J. The use of surface electromyography in biomechanics. **J Appl Biomech.**, v.13, p.135-163, 1997.
24. DE OLIVEIRA, R. H.; HALLAK, J. E.; SIÉSSERE, S.; DE SOUSA, L. G.; SEMPRINI, M.; DE SENA, M. F.; OSORIO, F.DE L.; NUNES, E. A.; PINTO, J. P.; REGALO, S. C. Electromyographic analysis of masseter and temporal muscles, bite force, masticatory efficiency in medicated individuals with schizophrenia and mood disorders compared with healthy controls. **J Oral Rehabil.**, v.41, n.6, p.399-408, 2014.
25. MENDES DA SILVA, J.; PIRES, C. P. A. B.; RODRIGUES, L. A. M.; PALINKAS, M.; DE LUCA CANTO, G.; DE VASCONCELOS, P. B.; RANCAN, S. V.; SEMPRINI, M.; SIÉSSERE, S.; REGALO, S.C. Influence of mandibular tori on stomatognathic system function. **Cranio.**, n.8, p.1-8, 2016.
26. DE PAULA, R. H.; VALE, R.; DANTAS, E. H. M. Relação entre o nível de autonomia funcional de adultos idosos com o grau de fadiga muscular aguda periférica verificado pela eletromiografia. **Fitness & Performance Journal.**, v. 5, n 2, p. 95-100, 2006.
27. DOS SANTOS, E. P.; VIEIRA, W. H. DE B.; PRESTES, J. Electromyography in the fatigue of the erector spine muscles under different postures. **Fisioterapia Brasil.**, v.11, n.4, p.293-298, 2010.

28. DOTAN, R.; MITCHELL, C.; COHEN, R.; KLENTROU, P.; GABRIEL, D.; FALK, B. Child-adult differences in muscle activation--a review. **Pediatr Exerc Sci.**, v.24, n.1, p.2-21, 2012.
29. DOUGLAS, C.R. **Patofisiologia oral**. São Paulo: Pancast; p.245-271, 1998.
30. ENOKA, R. M.; STUART, D.G. Neurobiology of muscle fatigue. **J. Appl. Physiol.**, v.72, n.5, p. 1631-1648, 1992.
31. ESPEIT, L.; PAVAILLER, S.; LAPOLE, T. Effects of compression stockings on ankle muscles H-reflexes during standing. **Muscle Nerve**. 2016 Oct 26.
32. ETTINGER, L.; WEISS, J.; SHAPIRO, M.; KARDUNA, A. Normalization to Maximal Voluntary Contraction is Influenced by Subacromial Pain. **J Appl Biomech.**, v.32, n.5, p.433-440, 2016.
33. FALK, B.; BRUNTON, L.; DOTAN, R.; USSELMAN, C.; KLENTROU, P.; GABRIEL, D. Muscle strength and contractile kinetics of isometric elbow flexion in girls and women. **Pediatr Exerc Sci.**, v.21, n.3, p.354-364, 2009.
34. FIATARONE, M. A.; MARKS, E. C.; RYAN, N. D.; MEREDITH, C. N.; LIPZITS, L. A.; EVANS, W. J. High-intensity strength training in nonagenarians. **J Am Med Assoc**. n.263, p.3029-34, 1990.
35. FUSI, L.; PERCARIO, V.; BRUNELLO, E.; CAREMANI, M.; BIANCO, P.; POWERS, J. D.; RECONDITI, M.; LOMBARDI, V.; PIAZZESI, G. Minimum number of myosin motors accounting for shortening velocity under zero load in skeletal muscle. **J Physiol.**, 2016.
36. HALVORSEN, M.; FALLA, D.; GIZZI, L.; HARMS-RINGDAHL, K.; PEOLSSON, A.; DEDERING, Å. Short- and long-term effects of exercise on

- neck muscle function in cervical radiculopathy: A randomized clinical trial. **J Rehabil Med.**, v.48, n.8, p.696-704, 2016.
37. HEIMER, S. **Fatigue.** In: Medved, R., (Ed.), Sports Medicine, second ed. P.147–151, 1987.
38. HERMENS, H. J.; FRERIKS, B.; MERLETTI, R.; STEGEMAN, R.; BLOCK, J.; RAU, G. **European recommendations for surface electromyography,** Roessing Research and Development B.V., Results of SENIAN project. Enschede. The Netherlands; 1999.
39. HINDS, P. S.; HOCKENBERRY, M.; TONG, X.; RAI, S. N.; GATTUSO, J. S.; MCCARTHY, K.; PUI, C.H.; SRIVASTAVA, D. K. Validity and reliability of a new instrument to measure cancer-related fatigue in adolescents. **J Pain Symptom Manage.**, v.34, n.6, p.607-618, 2007.
40. HUANG, C. T.; HUANG, C. C.; YOUNG, M. S.; HWANG, I.S. Age effect on fatigue-induced limb acceleration as a consequence of high-level sustained submaximal contraction. **Eur J Appl Physiol.**, v.100, n.6, p.675-683, 2007.
41. HUGGER, S.; SCHINDLER, H.J.; KORDASS, B.; HUGGER, A. Surface EMG of the masticatory muscles (part 2): fatigue testing, mastication analysis and influence of different factors. **Int J Comput Dent.**, v.16, n.1, p.37-58, 2013.
42. JESUS, I. R.; MELLO, R. G.; NADAL, J. Muscle Fatigue Assessment During Cycle Ergometer Exercise Using Principal Component Analysis of Electromyogram Power Spectra. **J Appl Biomech.**, n.19, p.1-19, 2016.
43. KAHL, L.; HOFMANN, U. G. Comparison of algorithms to quantify muscle fatigue in upper limb muscles based on sEMG signals. **Med Eng Phys.**, 2016 Oct 7.

44. KAWANO, M. M.; DE SOUZA, R. B.; DE OLIVEIRA, B. I. R.; MENACHO, M. O.; CARDOSO, A. P. R. G.; NAKAMURA, F. Y. N.; CARDOSO, J. R. Comparison of Electromyographic Fatigue of Erector Spinae Muscles and Angular Kinematic of Spine between Individuals with and without Low Back. **Pain Rev Bras Med Esporte.**, v.14, n.3, 2008.
45. KENT-BRAUN, J. A. Skeletal muscle fatigue in old age: whose advantage? **Exerc Sport Sci Rev.**, v.37, n.1, p.3-9, 2009.
46. LAURITI, L.; SILVA, P. F.; POLITTI, F.; BIASOTTO-GONZALEZ, D. A.; FERNANDES, K. P.; MESQUITA-FERRARI, R. A.; BUSSADORI, S. K. Pattern of electromyographic activity in mastication muscles of adolescents with temporomandibular disorder. **J Phys Ther Sci.**, v.25, n.10, p.1303-1307, 2013.
47. LINDSTROM, L.; MAGNUSSON, R.; PETERSÉN, I. Muscular fatigue and action potential conduction velocity changes studied with frequency analysis of EMG signals. **Electromyography.**, v.10, n.4, p.341-356, 1970.
48. LOWERY, M.; NOLAN, P.; O'MALEY, M. Electromyogram median frequency, spectral compression and muscle fibre conduction velocity during sustained sub-maximal contraction of the brachioradialis muscle. **J Electromyogr Kinesiol.**, n.12, p.111-118, 2002.
49. MAPELLI, A.; ZANANDRÉA MACHADO, B. C.; GIGLIO, L. D.; SFORZA, C., DE FELÍCIO, C. M. Reorganization of muscle activity in patients with chronic temporomandibular disorders. **Arch Oral Biol.**, n.72, p.164-171, 2016.
50. MARSON, R. A.; GONÇALVES, M. **Efeito do treinamento isométrico no limiar de fadiga eletromiográfico do músculo semitendinoso.** In:

- CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMECÂNICA, n.10, Anais, p. 314-317, 2003.
51. MASUDA, K.; MASUDA, T.; SADOYAMA, T.; INAKI, M.; KATSUTA, S. Changes in surface EMG parameters during static and dynamic fatiguing contractions. **J Electromyogr Kinesiol.**, n.9, p.39-46, 1999.
52. MONKS, M. R.; COMPTON, C.T.; YETMAN, J. D.; POWER, K. E.; BUTTON, D. C. Repeated sprint ability but not neuromuscular fatigue is dependent on short versus long duration recovery time between sprints in healthy males. **J Sci Med Sport.**, pii: S1440-2440(16)30224-9, 2016.
53. NARICI, M. V.; MAGANARIS, C.; REEVES, N. Myotendinous alterations and effects of resistive loading in old age. **Scand J Med Sci Sports.**, v.15, n.6, p.392-401, 2005.
54. NASCIMENTO,
55. OKKESIM, Ş.; COŞKUN, K. Features for muscle fatigue computed from electromyogram and mechanomyogram: A new one. **Proc Inst Mech Eng H.** Nov 7, 2016.
56. PALINKAS, M.; NASSAR, M.S.; CECÍLIO, F.A.; SIÉSSERE, S.; SEMPRINI, M.; MACHADO-DE-SOUSA, J.P.; HALLAK, J.E.; REGALO, S.C. Age and gender influence on maximal bite force and masticatory muscles thickness. **Arch Oral Biol.**, v.55, n.10 p.797-802, 2010.
57. PALINKAS, M.; BATAGLION, C.; DE LUCA CANTO, G.; MACHADO CAMOLEZI, N.; THEODORO, G. T.; SIÉSSERE, S.; SEMPRINI, M.; REGALO, S.C. Impact of sleep bruxism on masseter and temporalis muscles and bite force. **Cranio.**, v.34, n.5, p.309-315, 2016.

58. PALLA, S.; ASH MM, JR. Power spectral analysis of the surface electromyogram of human jaw muscles during fatigue. **Arch Oral Biol.**, v.26, n.7, p.547-553, 1981.
59. PASINATO, F.; SANTOS-COUTO-PAZ, C. C.; ZEREDO, J. L.; MACEDO, S. B.; CORRÊA, E. C. Experimentally induced masseter-pain changes masseter but not sternocleidomastoid muscle-related activity during mastication. **J Electromyogr Kinesiol.**, v.28, n.31, p.88-95, 2016.
60. PITTA, N. C.; NITSCH, G. S.; MACHADO, M. B.; DE OLIVEIRA, A. S. Activation time analysis and electromyographic fatigue in patients with temporomandibular disorders during clenching. **J Electromyogr Kinesiol.**, v.25, n.4, p.653-657, 2015.
61. PIZZATO, L. M.; ARAKAKI, J. C.; VASCONCELOS, R. A.; SPOSITO, G. C.; DE OLIVEIRA, A. S.; PACCOLA, C. J.; GROSSI, D. B. Análise da frequência mediana do sinal eletromiográfico de indivíduos com lesão do ligamento cruzado anterior em exercícios isométricos de cadeia cinética aberta e fechada. **Rev Bras Med Esporte.**, v.13, n.1, p.1-5, 2007.
62. POLITTI, F.; CASELLATO, C.; KALYTCZAK, M. M.; GARCIA, M. B.; BIASOTTO-GONZALEZ, D. A. Characteristics ofEMG frequency bands in temporomandibullar disoders patients. **J Electromyogr Kinesiol.**, n.31, p.119-125, 2016.
63. REGALO, S.C.H.; SANTOS, C.M.; VITTI, M.; REGALO, C.A.; DE VASCONCELOS, P.B.; MESTRINER, W. JR.; SEMPRINI, M.; DIAS, F.J.; HALLAK, J.E.; SIÉSSERE, S. Evaluation of molar and incisor bite force in

- indigenous compared with white population in Brazil. **Arch Oral Biol.**, v.53, n.3, p.282-286, 2008.
64. ROBERGS, R. A.; ICENOGLE, M. V.; HUDSON, T. L.; GREENE, E. R. Temporal inhomogeneity in brachial artery blood flow during forearm exercise. **Med Sci Sports Exerc.**, v.29, n.8, p.1021-1027, 1997.
65. SANTOS, K.W.; FRAGA, B.F.; CARDOSO, M. C. Dysfunctions of the stomatognathic system and vocal aspects in Fahr disease: case report. **Codas.**, v.26, n.2, p.164-167, 2014.
66. SANTOS, M.; DEZAN, V. H.; SARRAF, T. A. Bases metabólicas da fadiga muscular aguda. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**; v.1, n. 1, p.07-12, 2003.
67. SCHIFFMAN, E.; OHRBACH, R.; TRUELOVE, E.; LOOK, J.; ANDERSON, G.; GOULET, J. P.; LIST, T.; SVENSSON, P.; GONZALEZ, Y.; LOBBEZOO, F.; MICHELOTTI, A.; BROOKS, S. L.; CEUSTERS, W.; DRANGSHOLT, M.; ETTLIN, D.; GAUL, C.; GOLDBERG, L. J.; HAYTHORNTHWAITE, J. A.; HOLLENDER, L.; JENSEN, R.; JOHN, M. T.; DE LAAT, A.; DE LEEUW, R.; MAIXNER, W.; VAN DER MEULEN, M.; MURRAY, G. M.; NIXDORF, D. R.; PALLA, S.; PETERSSON, A.; PIONCHON, P.; SMITH, B.; VISSCHER, C. M.; ZAKRZEWSKA, J.; DWORKIN, S. F.; INTERNATIONAL RDC/TMD CONSORTIUM NETWORK; INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR DENTAL RESEARCH; OROFACIAL PAIN SPECIAL INTEREST GROUP; INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR THE STUDY OF PAIN. Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disorders (DC/TMD) for Clinical and Research Applications: recommendations of the International RDC/TMD Consortium Network* and Orofacial Pain Special Interest Group. **J Oral Facial Pain Headache.**, v.28, n.1, p.6-27, 2014.
68. SCHODROWSKI, J.; SEIPELT, M.; ADIBI-SEDEH, I.; EIENBRÖKER, C.; TACKENBERG, B. Myasthenia gravis. **Internist (Berl).**, v.57, n.4, p.349-361, 2016.

69. SEGERSTED, O.; SJØGAARD, G. Dynamics and consequences of potassium shifts in skeletal muscle and heart during exercise. **Physiological Reviews.**, v.80, n.4, p.1411-1481, 2000.
70. VESTERGAARD, S.; NAYFIELD, S. G.; PATEL, K. V.; ELDADAH, B.; CESARI, M.; FERRUCCI, L.; CERESINI, G.; GURALNIK, J. M. Fatigue in a representative population of older persons and its association with functional impairment, functional limitation, and disability. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci.**, v.64, n.1, p.76-82, 2009.
71. VILIMEK, M.; HORAK, Z.; BACA, V. Force ratio in masticatory muscles after total replacement of the temporomandibular joint. **Acta Bioeng Biomech.**, v.18, n.3, p.131-136, 2016.
72. VØLLESTAD, N. K.; SEJERSTED, I.; SAUGEN, E. Mechanical behavior of skeletal muscle during intermittent voluntary isometric contractions in humans. **J Appl Physiol.**, v.83, n.5, p.1557-1565, 1997.
73. ZUCCOLOTTO, M. C.; VITTI, M.; NÓBILO, K. A.; REGALO, S. C.; SIÉSSERE, S.; BATAGLION, C. Electromyographic evaluation of masseter and anterior temporalis muscles in rest position of edentulous patients with temporomandibular disorders, before and after using complete dentures with sliding plates. **Gerodontology.**, v.24, n.2, p.105-110, 2007.
74. WOŹNIAK, K.; LIPSKI, M.; LICHOTA, D.; SZYSZKA-SOMMERFELD, L. Muscle fatigue in the temporal and masseter muscles in patients with temporomandibular dysfunction. **Biomed Res Int.**, n.2015, p.269734, 2015.

75. YOUN, J. I.; LEE, H. S.; LEE, S. Determination of effective treatment duration of interferential current therapy using electromyography. **J Phys Ther Sci.**, v.28, n.8, p.2400-2403, 2016.

ANEXOS



ANEXO 1. Questionário de Saúde

Data do exame: _____

Nome _____ do(a)
participante: _____

Endereço: _____

Cidade: _____

CEP: _____ Fone: _____

Data _____ de

Nascimento: _____ Altura: _____ Peso: _____ IMC: _____

Estado _____ Civil: _____ Profissão: _____ E-mail _____

Responda as perguntas, por favor?


1. Está sob tratamento médico? Sim() Não()
2. Que tratamento?
3. Está sob tratamento fonoaudiólogo Sim() Não()
4. Já teve ou tem algumas dessas doenças?
- | | | |
|--------------------------|----------------|----------------------------|
| ()Cardiopatia | ()Asma | ()Cefaleia |
| ()Fibromialgia | ()Gastrite | ()Tratamento Psiquiátrico |
| ()Osteoporose | ()Diabetes | ()Hemofilia |
| ()Pressão Arterial Alta | ()Tuberculose | ()Sinusite |
| ()Anemia | ()Hepatite | ()Paralisia Cerebral |
| ()Febre Reumática | ()Artrite | ()Distúrbios Neurológicos |
| ()Reumatismo Infeccioso | ()Aids | ()Problemas Emocionais |
5. Tomou algum medicamento controlado no último ano? Sim() Não()
6. É alérgico (a) a penicilina ou qualquer outro tipo de medicamento? Sim() Não()
7. Tem desconforto na ATM? Sim() Não()
8. Range ou aperta os dentes? Sim() Não()
9. Você já fez tratamento ortodôntico? Sim() Não()
10. Classe Dental: _____


Executado o exame por: _____ Assinatura do(a) participante: _____


Apresentação da Pesquisa em Evento Científico em 2016


IV Congresso Brasileiro de Eletromiografia e Cinesiologia (COBEC), em Ribeirão Preto, SP, Brasil.

COBEC
2016











Certificamos que o trabalho ANÁLISE DO LIMIAR DE FADIGA ELETROMIOGRÁFICA DOS MÚSCULOS MASSETERES E TEMPORAIS EM DIFERENTES FAIXAS ETÁRIAS de autoria de Ligia Franco Oliveira, Marcelo Palinkas, Bárbara de Lima Lucas, Marisa Semprini, Selma Siéssere, Flávia Argentato Cecilio, Paulo Batista de Vasconcelos, Luiz Gustavo de Sousa e Simone Cecilio Hallak Regalo, foi apresentado na modalidade pôster no “**IV Congresso Brasileiro de Eletromiografia e Cinesiologia e IV Jornada Nacional de Procedimentos Mioterápicos**” realizados nos dias 14 a 16 de abril de 2016.

Patrocinadores



 Prof. Dra. Anamaria Siriani de Oliveira
 Presidente do IV COBEC