



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
FACULDADE DE MEDICINA
GRUPO DE PESQUISA EM ORTODONTIA E ODONTOPEDIATRIA**

RACHEL PESTANA MARQUES

**DESENVOLVIMENTO DE UM MÉTODO COMPUTADORIZADO DE ANÁLISE DO
PADRÃO MASTIGATÓRIO**

Juiz de Fora

2016

RACHEL PESTANA MARQUES

**DESENVOLVIMENTO DE UM MÉTODO COMPUTADORIZADO DE ANÁLISE DO
PADRÃO MASTIGATÓRIO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Saúde, área de concentração em Saúde Brasileira, da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Robert Willer Farinazzo Vitral

Coorientador: Prof. Dr. Márcio José da Silva Campos

Juiz de Fora

2016

RACHEL PESTANA MARQUES

**DESENVOLVIMENTO DE UM MÉTODO COMPUTADORIZADO DE ANÁLISE DO
PADRÃO MASTIGATÓRIO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Saúde, área de concentração em Saúde Brasileira, da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre.

Aprovada em: __/__/__

BANCA EXAMINADORA

Professor Dr. Robert Willer Farinazzo Vitral
Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF)

Professor Dr. Márcio José da Silva Campos
Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF)

Professora Dra. Aneliese Holetz de Toledo Lourenço
Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF)

Professor Dr. Bernardo Sotto-Maior Peralva
Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ)

Ao meu marido, aos meus queridos pais e ao meu irmão, que me apoiaram em todos os momentos, mesmo diante das dificuldades. A vocês meu eterno agradecimento.

AGRADECIMENTOS

- Ao Professor e meu orientador Robert Willer Farinazzo Vitral, pelo exemplo profissional, pela competência, pela dedicação, pela seriedade e por todo o aprendizado em todos esses anos.
- Ao Professor Márcio José da Silva Campos, pela co-orientação, por toda a paciência, compreensão e contribuição para este trabalho e pela participação na minha banca examinadora.
- À Professora Aneliese Holetz de Toledo Lourenço, pela participação e contribuição na banca examinadora.
- Ao Professor Bernardo Sotto-Maior Peralva, pela enorme disponibilidade e contribuição no desenvolvimento do programa proposto pela presente pesquisa e por participar da banca examinadora.
- Ao Professor Luiz Cláudio Ribeiro, pela contribuição estatística.
- Ao meu marido Bruno, por todo apoio, dedicação e amor incondicional em todos os dias dessa longa caminhada.
- Aos meus queridos pais, Valéria e Wilson (*in memorian*), por acreditarem em mim incondicionalmente sempre e me incentivarem mesmo nos momentos difíceis.
- Ao meu irmão Rodrigo, pelo apoio e amizade.
- À minha querida amiga Vanessa Gehrcke, pela constante ajuda e por me dar forças em todos os momentos.
- À Deus, por iluminar meus passos e possibilitar a conclusão de mais essa etapa.

RESUMO

Introdução: A mastigação é uma das principais funções do sistema estomatognático, constitui uma ação fisiológica e complexa. O padrão mastigatório ideal é o bilateral alternado, entretanto, alguns indivíduos apresentam um lado preferencial de mastigação. **Objetivo:** Desenvolver um método computadorizado para avaliar o padrão de deslocamento lateral da mandíbula durante a função mastigatória. **Metodologia:** Foram avaliados 44 vídeos de processos mastigatórios através de algoritmo desenvolvido, onde os indivíduos foram orientados a realizar um padrão específico de mastigação: somente do lado esquerdo ou direito (grupo 1), alternando cinco mordidas de um lado e duas do lado oposto (grupo 2), alternando 3 mordidas de cada lado (grupo 3). O método computacional identificou, quadro a quadro, o deslocamento lateral do mento e determinou a amplitude e a porcentagem de deslocamentos laterais da mandíbula para cada lado. **Resultados:** Os grupos 1 e 2 exibiram valores significativamente maiores de número de ciclos do lado de mastigação em relação ao lado oposto (75,41% e 64,82%, respectivamente) e não houve diferença entre os lados direito (46,73%) e esquerdo (53,27%) no grupo 3. A amplitude dos ciclos exibiu o mesmo comportamento. Nos grupos 1 e 2 o método identificou o lado de preferência de mastigação, entretanto a porcentagem de ciclos identificados no lado de mastigação foi significativamente menor do que a porcentagem de ciclos solicitada ($p < 0,001$). **Conclusão:** A utilização da filmagem do processo mastigatório associada ao método computadorizado proposto mostrou-se eficaz em identificar o padrão mastigatório bilateral e em reconhecer a existência da preferência em utilizar um dos lados durante os ciclos mastigatórios.

Palavras chave: Mastigação, Padrão Mastigatório, Método Computadorizado.

ABSTRACT

Introduction: Mastication is one of the main functions of the stomatognathic system, and it is a physiological and complex action. The ideal masticatory pattern is the bilateral alternated, however, some people have a preferred side of mastication. **Objective:** To develop a computerized method to assess the mandibular lateral deviation pattern during mastication. **Method:** 44 videos of masticatory processes were analysed using the algorithm developed. The individuals were instructed to perform a specific pattern of mastication: only on the left or the right side (group 1), alternating five bites on one side and two on the opposite side (group 2), alternating 3 bites on each side (group 3). The computerized method identified, frame by frame, the lateral displacement of the chin and determined the amplitude and the percentage of mandibular lateral deviation to each side. **Results:** The groups 1 and 2 showed significantly higher number of cycles on the side of chewing compared to the opposite side (75.41% and 64.82%, respectively) and there was no difference between the right side (46.73%) and left side (53.27%) in group 3. The amplitude of cycles showed similar results. In groups 1 and 2, the method identified the preferred chewing side, however, the percentage of the identified cycles in the chewing side was significantly lower than the percentage of cycles required ($p < 0.001$). **Conclusion:** The use of filming of the masticatory process associated with the proposed computerized method was effective in identifying the bilateral masticatory pattern and recognizing the existence of preference to use one of the sides during the masticatory cycles.

Key Words: Mastication, Chewing Pattern, Computerized Method.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ATM - articulação temporomandibular

CEP - Comitê de Ética em Pesquisa

cm - centímetro

cm² - centímetro quadrado

DTM - desordem temporomandibular

EGG - eletrognatografia

EMG - eletromiografia

mm - milímetros

mv - microvolts

SNC - Sistema Nervoso Central

UFJF – Universidade Federal de Juiz de Fora

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1** - Posicionamento ideal do indivíduo para avaliação mastigatória.....31
- Figura 2** - Posicionamento do indivíduo durante a gravação.....40
- Figura 3** - Suporte para filmagem.....41
- Figura 4** - Equação para cálculo do filtro digital média-móvel.....42
- Figura 5** - Faixa de repouso 80%, os valores positivos representando lado direito e negativos representando lado esquerdo do indivíduo.....43
- Figura 6** - Vídeo processado pelo programa, em que os eventos de mastigação são representados pelos picos destacados nos dados.....43

LISTA DE QUADROS E TABELAS

- Quadro 1** - Perfil cronológico do desenvolvimento da mastigação.....20
- Quadro 2** - Componentes funcionais das fibras dos nervos facial, glossofaríngeo e vago27
- Tabela 1** - Valores médios do número e amplitude dos desvios dos ciclos mastigatórios dos grupos 1 e 2.....65
- Tabela 2** - Valores médios do número e amplitude dos desvios dos ciclos mastigatórios no grupo 3.....66
- Tabela 3** - Comparação entre a porcentagem de desvios para o lado de mastigação com a porcentagem solicitada aos grupos 1 e 2.....66

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	15
2.1 SISTEMA MASTIGATÓRIO OU ESTOMATOGNÁTICO.....	15
2.2 MASTIGAÇÃO.....	15
2.2.1 Componente Muscular.....	24
2.2.2 Componente Articular.....	25
2.2.3 Controle Nervoso.....	26
2.3 DETERMINAÇÃO DO PADRÃO MASTIGATÓRIO.....	27
2.3.1 Avaliação visual com ou sem gravação em vídeo.....	27
2.3.2 Eletromiografia.....	32
2.3.3 Eletrognatografia.....	35
3 PROPOSIÇÃO.....	38
4 METODOLOGIA.....	39
4.1 MATERIAIS.....	39
4.2 MÉTODO.....	39
4.2.1 Processamento digital das imagens.....	41
4.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	44
5 CONCLUSÃO.....	45
REFERÊNCIAS.....	46
APÊNDICES.....	52
APÊNDICE A - Termo de consentimento livre e esclarecido.....	52
ANEXOS.....	56
ANEXO A - Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP).....	56

ANEXO B - Comprovante submissão do artigo.....58

ARTIGOS.....59

**ARTIGO VERSÃO PORTUGUÊS – Desenvolvimento de um método
computadorizado de avaliação do padrão mastigatório.....59**

**ARTIGO VERSÃO INGLÊS – Development of a computerized method of
masticatory patterns assessment.....72**

1 INTRODUÇÃO

O aparelho mastigatório é composto por diversas estruturas anatômicas. Este sistema funcional é constituído pelos dentes e estruturas periodontais de suporte, pelos ossos da maxila e da mandíbula, articulação temporomandibular (ATM), músculos mastigatórios, lábios, bochechas, língua, tecidos moles que revestem essas estruturas, assim como a inervação e vascularização que suprem esses componentes.

A mastigação é uma das principais funções do sistema estomatognático, sendo considerada a primeira etapa do processo digestivo e caracterizada pelo conjunto de fenômenos que têm por objetivo a degradação mecânica dos alimentos em porções cada vez menores (ENGLISH; BUSCHANG; THROCKMORTON, 2002; PEREIRA et al., 2007; MARTINEZ-GOMIS et al., 2009; MAGALHÃES et al., 2010) que em conjunto com a saliva, formam o bolo alimentar, nesse momento o alimento está pronto para ser deglutido. O ato de morder e triturar o alimento constitui uma ação fisiológica complexa (LEPLEY et al., 2010) que envolve atividades neuromusculares e digestivas (GOMES; MELLO; CHIAPPETTA, 2006; WHITAKER; TRINDADE JÚNIOR; GENARO, 2009, GOMES, et al., 2010; MAGALHÃES et al., 2010; HITOS et al., 2011; LUCENA, et al., 2014).

O processo mastigatório depende da ação conjunta dos músculos mastigatórios. As contrações musculares destes, levam à aposição rítmica dos dentes, através de suas superfícies oclusais, promovendo uma pressão que é aplicada sobre os alimentos, quebrando-os em pedaços menores. O ato mastigatório é responsável por proporcionar estímulos aos músculos mastigatórios e aos ossos maxilares. A atividade dos músculos mastigatórios, durante a mastigação, possui um padrão rítmico e alternado de contrações isotônicas e isométricas. A ação dos músculos elevadores da mandíbula é dinâmica, atuando nos movimentos de abertura e fechamento da boca. Em geral os músculos masseter e temporal tem maior probabilidade de responder pelo equilíbrio mandibular e pelo controle da postura, enquanto o masseter atua predominantemente no fechamento (GOMES; MELO; CHIAPPETTA, 2006; KROLL; BÉRZIN; ALVES, 2010; MAZZETTO et al., 2010; TURCIO et al., 2016).

Fisiologicamente na mastigação há predominância de movimentos mandibulares rotatórios, em forma de gota. A mandíbula se desloca para o lado que

o alimento está localizado, idealmente lados alternados. Esse movimento é caracterizado por uma atividade muscular bilateral e pressão uniforme sobre os tecidos de suporte (HITOS et al.,2011).

O padrão de mastigação natural (não induzida ou orientada), típico, normal com dentes naturais, consiste em alternar, o mais homogeneamente possível o lado de trabalho, ou seja, o alimento se desloca regularmente para o lado direito e lado esquerdo em um número equilibrado de vezes (RODRIGUES et al., 2003; PAPHANGKORAKIT; THOTHONGKAM; SUPANONT, 2006). O padrão de mastigação bilateral alternado mantém o equilíbrio oclusal, com excursões amplas e contatos oclusais fisiológicos, atividade muscular bilateralmente sincrônica e força uniforme sobre os tecidos de suporte dos dentes, fornecendo estímulos adequados para o desenvolvimento normal sagital e transversal da mandíbula e maxila, além de participar direta e indiretamente na prevenção dos problemas periodontais e disfunções temporomandibulares (RAMFJORD; ASH, 1983).

No entanto, algumas pessoas podem apresentar um lado preferencial de mastigação, caracterizando uma mastigação unilateral (CHRISTENSEN; RADUE, 1985; MARTINEZ-GOMIS et al., 2009; TURCIO et al., 2016). Essas alterações no padrão de mastigação podem estar relacionadas a inúmeros fatores: ausência de harmonia maxilomandibular, disfunções articulares, disfunções musculares, má oclusão, ausência de contatos oclusais e ausências dentárias (HITOS et al., 2011; BARCELLOS et al., 2012). A performance da função mastigatória pode ser comprometida de maneira significativa em presença de má oclusões, principalmente quando há a diminuição dos contatos oclusais entre os dentes superiores e inferiores (MAGALHÃES et al., 2010).

Devido à complexidade da função mastigatória, são realizadas análises de cada aspecto da mastigação, como duração dos atos e ciclos mastigatórios, força de mordida, movimentos mandibulares, eficiência mastigatória, entre outros. Desta forma, o diagnóstico das alterações mastigatórias, e das estruturas que a envolvem, torna-se preciso e o tratamento deverá ser direcionado para cada caso. Alguns métodos instrumentais de avaliação possibilitam a obtenção de dados objetivos, porém, nem sempre fazem parte da prática clínica. (FELÍCIO et al., 2007; WHITAKER; TRINDADE JÚNIOR; GENARO, 2009).

Os métodos mais utilizados para o diagnóstico das disfunções mastigatórias são: a avaliação visual com ou sem gravação de vídeo, a

eletromiografia e a eletrognatografia. (CHRISTENSEN; RADUE, 1985; HENNEQUIN et al., 2005; PAPHANGKORAKIT; THOTHONGKAM; SUPANONT, 2006; NICOLAS et al., 2007; FELÍCIO et al., 2010; GOMES et al., 2010; GOMES et al., 2011; HITOS et al., 2011; FELÍCIO et al., 2012; ROVIRA-LASTRA et al., 2014; TURCIO et al., 2016). Em relação à observação visual ainda existem poucas normatizações quanto a critérios de avaliação, dependem da experiência do profissional, inviabilizando, muitas vezes, comparações dos resultados entre diferentes profissionais e centros de pesquisas, além de ser um método subjetivo. Como vantagens podem-se destacar o fato do método ser acessível, ter um baixo custo, evitar a repetição da avaliação mastigatória e possibilitar uma análise sem a presença do paciente (HITOS et al., 2011; LUCENA et al., 2014).

A função mastigatória também pode ser avaliada através de métodos objetivos, como eletromiografia e eletrognatografia, no entanto, esses métodos necessitam de equipamentos que possuem valores elevados e dependem de profissionais especializados e capacitados na área específica, o que dificultam sua aplicação na prática clínica. Além disso, são inapropriados para indivíduos que apresentem deficiências cognitivas, como Síndrome de Down e paralisia cerebral por exemplo, devido a sua dificuldade de cooperação (HENNEQUIN et al., 2005).

O objetivo deste estudo foi desenvolver um método objetivo computadorizado para avaliar e classificar o padrão de deslocamento lateral da mandíbula durante a função mastigatória.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 SISTEMA MASTIGATÓRIO OU ESTOMATOGNÁTICO

A palavra *stoma*, vem do grego e significa boca, *gnatos* significa mandíbula. O significado da palavra estomatognático corresponde à função oral onde há participação da mandibular (OKESON, 2000)

O sistema mastigatório, ou estomatognático, é responsável primariamente pela mastigação, deglutição e fala. Esse sistema é considerado uma unidade funcional constituída pelos dentes, estruturas periodontais, articulações temporomandibulares, músculos mastigatórios e labiais, bochechas, língua, tecidos moles que revestem estas estruturas, além da inervação e vascularização que suprem esses componentes (OKESON, 2000; WHITAKER; TRINDADE JÚNIOR; GENARO, 2009). Desempenha as funções de sucção, mastigação, deglutição, fonação e respiração. (GOMES, 1999; MEDEIROS; MEDEIROS, 2006).

O conjunto de fenômenos estomatognáticos que visam à degradação mecânica dos alimentos, tornando-os mais adequados para a ingestão é denominado mastigação. Este processo tem grande influência sobre o crescimento e desenvolvimento dentofacial (AMARAL, 2000; LIMA et al., 2006; PASTANA; COSTA; CHIAPPETTA, 2007; RODRIGUES et al., 2003; SILVA et al., 2007).

A realização das funções estomatognáticas é possibilitada pela articulação temporomandibular (ATM) que é capaz de realizar movimentos complexos associados à ação dos músculos mastigatórios. A ATM se relaciona com todos os elementos que compõe o sistema estomatognático: língua, lábios, palato, dentes, mandíbula, maxila e músculos, influenciando e sendo influenciada por eles (TAUCCI; BLANCHINI, 2007).

2.2 MASTIGAÇÃO

A mastigação é um processo complexo e coordenado que envolve uma sequência precisa de movimentos mandibulares de abertura e fechamento, movimentos dos lábios e bochechas, além da ação da língua. A dinâmica das articulações temporomandibulares permitem uma atuação harmônica e conjunta dos

ossos maxilar e mandibular, proporcionando uma ação muscular coordenada durante a mastigação (HITOS et al., 2011; RODRIGUES et al., 2003).

De maneira geral, ao mastigar o alimento durante na fase de trituração, o indivíduo alterna o bolo alimentar entre os lados direito e esquerdo. Essa alternância é importante para que ocorra o desgaste simétrico dos dentes, para o estímulo das articulações temporomandibulares, além de promover um crescimento facial harmônico. Indivíduos com ausências dentárias, mordidas cruzadas e/ou próteses mal adaptadas podem apresentar uma alteração do padrão de mastigação. Sob o ponto de vista fisiológico, o padrão bilateral de mastigação seria o ideal promovendo uma harmonia funcional dos diversos componentes do sistema estomatognático. Quando a mastigação ocorre bilateralmente, o alimento é distribuído de forma homogênea, favorecendo uma pressão uniforme das forças mastigatórias sobre os tecidos de suporte e dentes. Portanto, a atividade sincrônica bilateral dos músculos mastigatórios, facilitaria a estabilidade dos tecidos periodontais e oclusão (ONCINS; FREIRE; MARCHESAN, 2006; LUCENA et al., 2014).

Uma mastigação equilibrada deve produzir estímulos alternados nas diversas estruturas que compõe o sistema estomatognático. O padrão bilateral alternado possibilita a distribuição das forças mastigatórias, intercalando períodos de trabalho e repouso musculares e articulares, levando a uma sincronia e equilíbrio funcional. Quando há uma alteração desse padrão bilateral alternado desenvolve-se uma mastigação unilateral. O padrão unilateral estimula inadequadamente o crescimento e pode impedir a estabilização das estruturas do sistema estomatognático, proporcionando uma musculatura com maior potência do lado do trabalho (lado onde o alimento está localizado) e uma musculatura mais alongada e com tônus diminuído no lado do balanceio (lado sem o alimento), podendo ser desenvolvida até mesmo uma assimetria muscular visualmente perceptível (LIMA et al., 2006; ONCINS; FREIRE; MARCHESAN, 2006).

O desenvolvimento da mastigação se inicia logo após o nascimento quando o recém-nascido utiliza a boca e a face para realizar funções perceptivas, apresentando fenômenos estomatognáticos de natureza reflexiva e não condicionada. Esses reflexos não condicionados fazem parte da maturação pré-natal da neuromusculatura bucofacial: respiração, deglutição, sucção, vômito, tosse, espirro, entre outros. Esse processo não envolve nenhum condicionamento ou aprendizagem. Outros reflexos aparecem com o crescimento e o desenvolvimento

da criança, estes são condicionados, ou seja, aprendidos até que todas as unidades necessárias do Sistema Nervoso Central (SNC) e Sistema muscular tenham se maturado suficientemente para possibilitar o processo de aprendizagem, entre eles a mastigação, deglutição e a fonoarticulação (AMARAL, 2000; MOYERS, 1991).

Embora o desenvolvimento da mastigação esteja relacionado com a função de sucção durante a amamentação, a maturação funcional do sistema mastigatório é um processo que se inicia após a erupção dos incisivos superiores e inferiores (PIZZOL, 2004; TAGLIARO; CALVI; CHIAPPETTA, 2004; WHITAKER; TRINDADE JÚNIOR; GENARO, 2009).

Os movimentos mandibulares se iniciam durante a lactação, principalmente na amamentação natural, que consiste inicialmente na preensão do mamilo e da extração de leite, resultando na deglutição infantil. A postura da mandíbula é retraída em relação à maxila, assim o bebê realiza um esforço considerável para executar o movimento de elevação, abaixamento e ântero-posteriorização contínua da mandíbula. Essa movimentação favorece um correto desenvolvimento da mandíbula. O crescimento mandibular para baixo e para frente nessa época é maior do que o crescimento do terço médio da face, isso gera uma elevação do volume bucal. Consequentemente há uma separação entre a mandíbula e o palato, ajudando o alargamento da faringe, o que mantém as vias aéreas desobstruídas. Ao mesmo tempo ocorre o desenvolvimento da musculatura e o delineamento da ATM, o que torna a mandíbula mais estável. O palato mole e a língua são comumente mantidos em justaposição, porém, como a língua não se desloca mais para baixo, devido ao crescimento mandibular, sua posição e sua relação funcional com os lábios são alteradas, ajudadas pelo desenvolvimento vertical do processo alveolar. Os lábios alongam-se e tornam-se seletivamente mais móveis e a língua desenvolve movimentos discretos, independentes da movimentação mandibular e labial. Assim, o mecanismo de vedamento labial é sustentado de modo que o alimento não seja expulso da boca (AMARAL, 2000).

Com a erupção dos primeiros dentes, observa-se um aumento do espaço intraoral, que promove progressivamente a maturação neuromuscular e processo de remodelação das articulações temporomandibulares (WHITAKER; TRINDADE JÚNIOR; GENARO, 2009). Estudos eletromiográficos em série, realizados com intervalos constantes durante a erupção dos incisivos, demonstraram que, a partir do momento que os incisivos superiores e inferiores começam a se tocar, a musculatura

facial começa a aprender a funcionar, acomodando-se a chegada dos dentes. Assim que os incisivos irrompem, o padrão de fechamento torna-se mais preciso anteroposteriormente (AMARAL, 2000; MOYERS, 1991; WHITAKER; TRINDADE JÚNIOR; GENARO, 2009)

Os primeiros movimentos mastigatórios são irregulares e sem muita coordenação, como ocorre nos primeiros estágios de qualquer habilidade motora. Conforme a dentição se completa, o ciclo mastigatório torna-se mais estável, sendo utilizados com eficiência os padrões de intercuspidação individuais. Na época em que se completa a primeira dentição, as relações mastigatórias são aproximadamente ideais, visto que todas as estruturas do sistema funcional ainda mostram características de adaptabilidade ao desenvolvimento (OKESON, 2000).

A transição da mastigação e deglutição infantil para a madura ocorre ao longo de meses associada à maturação de elementos neuromusculares, alteração da postura da cabeça, alterações nas forças gravitacionais sobre a mandíbula, desejo de mastigar, desenvolvimento da dentição, entre outros. As trocas dentárias vão se processando de tal forma que eficiência mastigatória suficiente é mantida para cada fase até atingir a idade adulta, com dentição permanente (AMARAL, 2000).

O movimento completo da mastigação ocorre na dentição permanente e é descrito em forma de gota, contendo a fase de abertura e fechamento, sendo o último dividido em fase de amassar e fase de triturar (KOBAYASHI et al., 2009; OKESON, 2000).

Segundo os autores Douglas (1988) e Okeson (2000), a mastigação é um fenômeno que visa a degradação mecânica dos alimentos, transformando-os em partículas cada vez menores. Essas partículas são posteriormente ligadas pela ação da saliva, obtendo-se a formação do bolo alimentar, apto a ser deglutido. As fases do processo mastigatório podem ser divididas em:

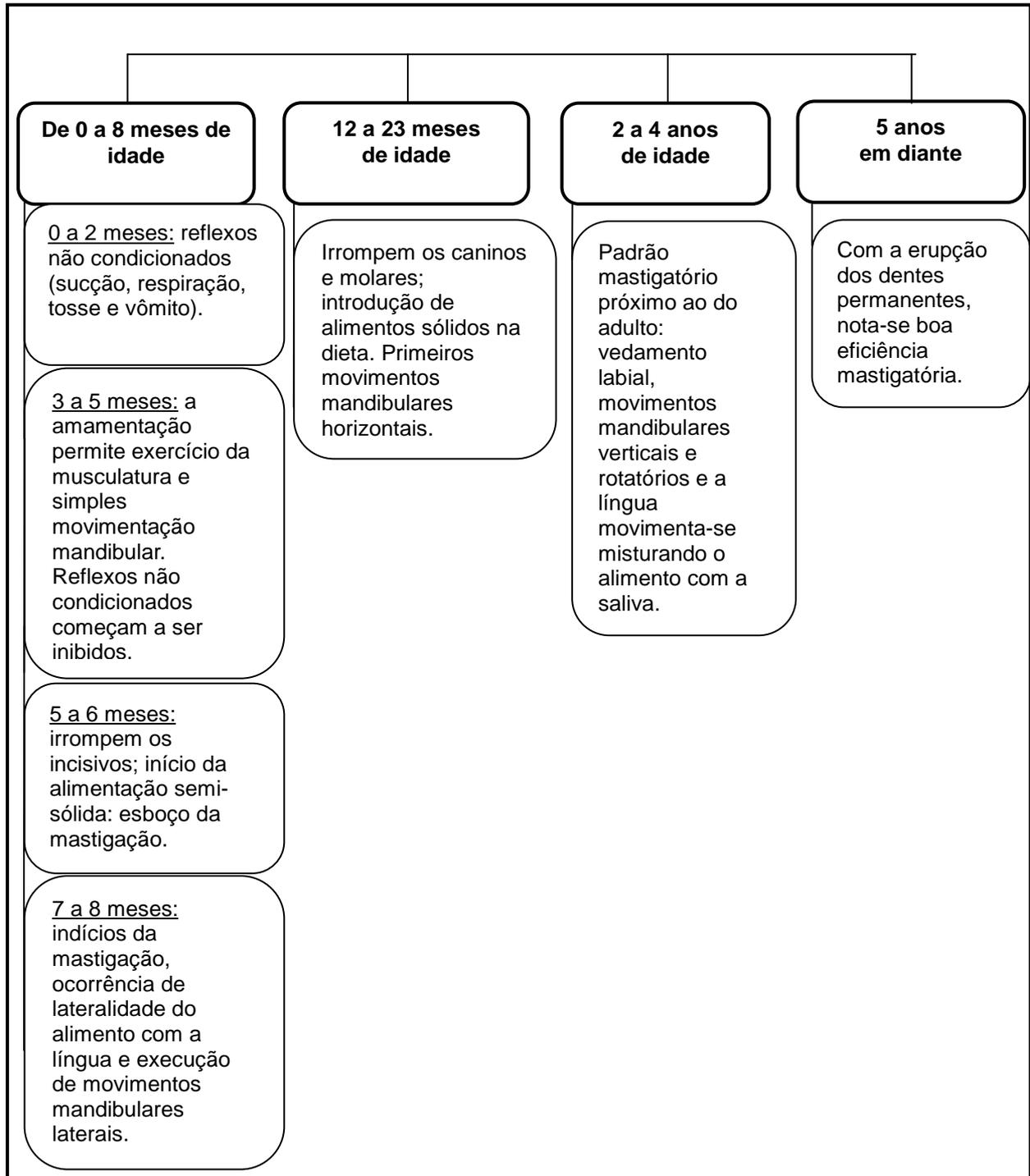
1- incisão ou mordida: inicia-se com o abaixamento e projeção da mandíbula, ativando o funcionamento conjunto dos dentes superiores e inferiores durante a apreensão do alimento pela cavidade bucal e corte do mesmo. Com a ação da língua e com o auxílio das bochechas, o alimento é direcionado para as superfícies oclusais de pré-molares e molares, os quais realizam as próximas etapas, devido suas características anatômicas. A mandíbula eleva-se continuamente;

2- Esmagamento: o alimento, pela ação da língua, músculos e bochechas, é colocado entre as superfícies oclusais dos dois lados da cavidade bucal e esmagado pelos pré-molares e molares. Os lábios permanecem fechados e praticamente todos os músculos da face funcionam durante essa fase mais vigorosa da mastigação. O estágio de esmagamento é completado com os movimentos de elevação e abaixamento da mandíbula. É a transformação do alimento em pedaços menores. Esta é a etapa mais longa do processo mastigatório;

3- Trituração: é a pulverização ou moagem, tornando os pedaços do alimento ainda menores, não oferecendo resistência às superfícies oclusais e a mucosa bucal. Nessa etapa a mandíbula realiza movimentos rotatórios, fazendo com que o bolo alimentar passe de um lado para o outro. Há um leve contato entre os dentes, e, ao primeiro sinal desse contato, o movimento é revertido.

A deglutição consiste em atividade voluntária, involuntária e de reflexo muscular. Fisiologicamente, apresenta três fases: bucal, faríngea e esofágica. A primeira é consciente e voluntária, inicia-se com a apreensão do alimento e é finalizada com o envio do bolo alimentar para a faringe. A língua através de um movimento ondulatório de anterior para posterior comprime e leva o bolo alimentar a região das fauces e em seguida para a faringe. A fase faríngea é consciente, porém dependente dos reflexos, portanto, involuntária. O bolo alimentar ao ser transferido para a faringe desencadeia uma série de reflexos, como fechamento da nasofaringe, o qual impede regurgitamento de alimento para o nariz, e fechamento da laringofaringe, evitando que o alimento seja aspirado. O bolo alimentar no esôfago caracteriza a terceira fase, a qual é consciente e involuntária, por fim, com a ação dos movimentos peristálticos o bolo alimentar é levado para o estômago (OKESON, 2000; PETRELI, 1994). O Quadro 1 apresenta o perfil cronológico do desenvolvimento da mastigação.

O ato de morder e triturar o alimento envolve atividades neuromusculares e digestivas. A enzima amilase salivar age durante a trituração dos alimentos, facilitando a deglutição e a ação das enzimas digestivas do estômago e pâncreas (WHITAKER; TRINDADE JÚNIOR; GENARO, 2009)

Quadro 1 – Perfil cronológico do desenvolvimento da mastigação.

Fonte: Adaptado de Amaral (2000).

Para um bolo alimentar ser triturado e reduzido até a sua deglutição, uma série de golpes mastigatórios são necessários. Cada um deles ocorre de acordo com o tipo de alimento, tempo que se dispõe para comer, biótipo, idade, sexo, entre

outros. A somatória de ciclos mastigatórios tem o objetivo de reduzir todo o alimento a um tamanho e forma adequados que possibilitem, através de deglutições sucessivas, consumi-lo inteiramente. O ciclo mastigatório é caracterizado por cada golpe que a mandíbula executa contra a maxila para triturar o alimento (AMARAL, 2000).

Os ciclos mastigatórios são fenômenos espaciais que ocorrem através da movimentação da mandíbula durante o ato mastigatório, sendo constituídos por 3 fases: a primeira é chamada de fase de abertura, na qual há o abaixamento da mandíbula, o relaxamento dos músculos elevadores e contração dos abaixadores; a segunda fase é a de fechamento, onde há a elevação da mandíbula pela contração isotônica dos músculos elevadores e relaxamento dos abaixadores; a última fase é chamada de oclusal, na qual há contato e intercuspidação dos dentes superiores e inferiores gerando forças interoclusais em decorrência da contração dos músculos elevadores, que reduzem os alimentos em partículas menores (MOYERS; CARLSON, 1998)

Durante a mastigação os movimentos de mordida são repetidos várias vezes enquanto o alimento é dividido. Quando a mandíbula é visualizada num plano frontal durante um único movimento de mordida, a seguinte sequência ocorre: na fase de abertura a mandíbula desce da posição intercuspidal a um ponto onde as bordas incisais dos dentes estão entre 16 mm a 18 mm distantes umas das outras. A mandíbula movimenta-se lateralmente de 5 mm a 6 mm em relação à linha média conforme o movimento de fechamento se inicia. Quando os dentes superiores e inferiores se aproximam uns dos outros, o deslocamento lateral é diminuído de tal forma que, quando eles estão separados somente 3 mm, a mandíbula ocupa uma posição somente de 3 mm a 4 mm lateral a posição do início da mordida. Quando o alimento é colocado na boca inicialmente, a quantidade de movimento lateral é grande e também varia com a consistência do alimento. Quanto mais duro o alimento mais lateral torna-se o movimento de mastigação (OKESON, 2000).

Os aspectos padrão, tempo e força da mastigação são influenciados pela morfologia das estruturas envolvidas, capacidade funcional muscular e articular, além da textura do alimento utilizado para avaliação (CATTONI, 2005; MAZZETTO; NASCIMENTO; GOMES, 2002; MIOCHE; BOURDIOL; MONIER, 2003; SHIMADA et al., 2012).

O tipo de alimento a ser consumido pode influenciar na função mastigatória no que diz respeito a duração do ato, número e frequência dos ciclos mastigatórios. Isso ocorre, pois existe um mecanismo modulador da força mastigatória que funciona através dos receptores periodontais que modificam essa força de acordo com as características físicas do alimento (TAKADA; MIYAWAKI; TATSUTA, 1994).

A consistência alimentar e a quantidade de cada porção podem influenciar nos tempos de mastigação, de modo que quanto mais consistente for o alimento, mais ciclos mastigatórios serão necessários para quebrá-lo em partículas menores, aumentando assim a duração do ato mastigatório (ARRAIS; GENARO; SAMPAIO, 2004).

De acordo com a literatura, o pão de queijo e o pão francês são os alimentos mais indicados para avaliação funcional da mastigação, pois estes formam um bolo alimentar mais coeso permitindo uma melhor observação dos movimentos mastigatórios realizados e conseqüentemente da lateralidade do bolo alimentar dentro da cavidade oral (MUÑOZ et al., 2004).

O pão francês é um alimento acessível para a maioria da população, de boa aceitação além de possibilitar fácil visualização da função mastigatória (PASTANA; COSTA; CHIAPPETTA, 2007; SILVA et al., 2007)

De maneira geral, ao mastigar, alternam-se ambos os lados, direito e esquerdo, realizando-se rotações condilares mandibulares. Essa alternância seria importante para o desgaste simétrico dos dentes, bem como para estimular de maneira proporcional as duas articulações temporomandibulares, além de estimular o crescimento facial harmônico. Indivíduos com ausências dentárias, mordidas cruzadas ou próteses mal adaptadas, tenderiam a apresentar mastigação unilateral. Sob o ponto de vista fisiológico, o padrão bilateral de mastigação seria a situação ideal levando à harmonia funcional dos diversos componentes do sistema estomatognático. Quando a mastigação ocorre bilateralmente, o alimento seria distribuído de forma homogênea, favorecendo uma pressão uniforme das forças mastigatórias sobre os tecidos de suporte dos dentes. Portanto, a atividade dos músculos mastigatórios, sendo bilateral e sincrônica, facilitaria a estabilidade dos tecidos periodontais e da oclusão (ONCINS; FREIRE; MARCHESAN, 2006)

Existem vários fatores que influenciam a função mastigatória de forma a alterá-la. Esses fatores podem envolver alterações estruturais ou funcionais do

sistema estomatognático, que desencadeiam um desequilíbrio no qual um dos sinais pode ser a disfunção mastigatória. Os dentes são estruturas essenciais que participam da trituração dos alimentos durante a mastigação. Assim ausências dentárias e interferências oclusais afetam diretamente essa função. Além disso, outros fatores também podem influenciar na alteração do padrão mastigatório: discrepâncias maxilo-mandibulares, cáries, interferências oclusais traumáticas, utilização de próteses dentárias mal adaptadas, entre outros. Esses fatores podem levar a uma mastigação com preferência por um dos lados ou até mesmo a ocorrência de uma mastigação exclusiva em um dos lados (FELÍCIO, 2007; WHITAKER; TRINDADE JÚNIOR; GENARO, 2009).

Gomes et al. (2010), concluíram que indivíduos com padrão mastigatório bilateral alternado apresentam uma melhor performance quando comparados a indivíduos com mastigação unilateral e afirmaram que a preferência mastigatória prejudica a mastigação.

Magalhães et al. (2010) afirmaram, após uma revisão sistemática, que as má-oclusões reduzem a performance mastigatória, em especial quando há redução dos contatos oclusais, ressaltando dessa forma a importância da correção da má-oclusão, através do tratamento ortodôntico, para o aprimoramento dos contatos oclusais e conseqüentemente, melhora da performance mastigatória.

English, Buschang e Throckmorton (2002) concluíram que a presença de má-oclusões interfere negativamente no processo de trituração dos alimentos quando comparados com indivíduos com oclusão normal, principalmente em casos de maloclusões classe III. Afirmaram que diminuição da performance mastigatória está diretamente relacionada com a presença de maloclusões.

Douglas (2006) e Lima et al. (2006) afirmam que se houver a ocorrência de mastigação unilateral, apenas as estruturas do lado de trabalho são estimuladas o que impede o desgaste fisiológico dos dentes do lado de balanceio. Além disso, a mandíbula poderá crescer mais do lado de balanceio e a linha média mandibular tenderá a ser desviada para o lado de trabalho, alterando o padrão oclusal. Desta forma, o correto desempenho do sistema estomatognático pode ser afetado, resultando em assimetrias musculares, assimetrias de movimentos condilares e assimetrias de crescimento.

A mastigação unilateral pode estar presente em indivíduos com disfunção uni ou bilateral da ATM. Geralmente se mastiga mais do lado da ATM afetada pois

desta forma aplica-se menos pressão sobre os componentes intra-auriculares desse lado. A mastigação unilateral pode também resultar de falta de sincronismo dos músculos que movimentam a mandíbula; de espasmos dos músculos que movimentam a mandíbula para um lado; ou ainda de uma disfunção articular aguda (FRANCO, 1997).

A causa mais frequente da mastigação unilateral é a limitação da mobilidade articular, por dor, doenças periodontais, ausência de dentes, adaptações frente a interferências oclusais ou contatos prematuros. Assim, acredita-se que uma mastigação bilateral só se transforma em unilateral diante de certos impedimentos ou distúrbios do mecanismo da normalidade. A literatura consultada indica a mastigação unilateral como um desvio e nunca como uma possibilidade (FRANCO, 1997).

2.2.1 Componente Muscular

Os músculos mastigatórios são elementos ativos no sistema estomatognático, movimentando a mandíbula para os lados, para cima e para baixo. Esses músculos são divididos em elevadores e abaixadores ou depressores, sendo os quatro principais: temporal, masséter, pterigóideo interno ou medial e pterigóideo externo ou lateral. (AMARAL, 2000).

Esses músculos trabalham em grupo e apresentam como função principal o ato de movimentar a mandíbula em diferentes planos, utilizando também a biomecânica da articulação temporomandibular. O músculo masséter contraído eleva a mandíbula e também participa da protrusão, sendo responsável por coordenar os movimentos de fechamento, elevação e protrusão mandibular. O músculo pterigóideo medial ou interno, quando em contração unilateral produz movimento mandibular medial e em contração bilateral, está relacionando com a protrusão e elevação mandibular, atuando como sinergista do masséter. O pterigóideo lateral ou externo inferior, quando em contração unilateral promove movimento medial do côndilo e causa movimentação mandibular para o lado oposto, na contração bilateral proporciona a protrusão mandibular. A contração do pterigóideo lateral ou externo superior age em conjunto com os músculos elevadores, especialmente em casos de mastigação e apertamento dentário. No posicionamento estável da mandíbula, os músculos digástricos, supra-hióideos e

infra-hióideos elevam o osso hióideo, função necessária para que ocorra a deglutição (OKESON, 2000).

No padrão mastigatório considerado fisiológico e ideal, bilateral alternado, há divisão de forças entre os dois lados, alternância de trabalho e relaxamento, com movimentos de rotação da mandíbula, o que propicia um completo trabalho da musculatura, bem como um equilíbrio ora-facial (FRANCO, 1997)

2.2.2 Componente Articular

A articulação temporomandibular (ATM) é uma articulação fibrocartilaginosa complexa. As duas articulações temporomandibulares são conectadas a mandíbula, entretanto, cada uma pode agir de forma diferente promovendo alguma influência sobre a outra. A articulação temporomandibular representa a ligação articulada da mandíbula com a base do crânio. Esta articulação é responsável pelos movimentos mandibulares, necessários para realização de várias funções do sistema estomatognático. Esses movimentos mandibulares, que ocorrem também por ação dos músculos, são de abertura e fechamento, lateralização, retrusão e protrusão. O fato desta articulação ser bilateral faz com que os dois lados se movimentem sinergicamente (AMANTÉA et al., 2004).

O disco articular é firmemente inserido no côndilo pelos ligamentos discais, lateral e medial, e a rotação do complexo côndilo-disco é o único movimento fisiológico que pode ocorrer entre essas estruturas. Como o disco não é firmemente aderido na fossa mandibular é possível que ocorra movimentos de deslizamentos ou também chamados de translação (OKESON, 2000).

A mandíbula trabalha como um fulcro em torno do alimento duro, gerando elevação da pressão interarticular na articulação ipsilateral, isto pode gerar separação das superfícies articulares e deslocamento. Entretanto, o músculo pterigóideo lateral superior torna-se ativo durante a mordida de um alimento duro, rotacionando o disco para frente do côndilo, mantendo a borda posterior mais espessa do disco em contato articular, assim, a estabilidade articular é mantida durante a mastigação (OKESON, 2000).

Alguns casos de mastigação unilateral podem estar associados às desordens temporomandibulares (DTMs) de causas articulares. Quanto maior for o grau de severidade da desordem temporomandibular e de interferências oclusais,

maior será o tempo de mastigação e mais distante do padrão mastigatório fisiológico normal (FELÍCIO et al., 2007).

2.2.3 Controle Nervoso

O ato de morder e triturar os alimentos consiste em um processo fisiológico que envolve atividades digestivas e neuromusculares (GOMES et al., 2010; WHITAKER; TRINDADE JÚNIOR; GENARO, 2009).

A maturação do Sistema Nervoso Central (SNC) permite que se desenvolvam novas funções, acionadas pela erupção dos dentes. Um dos fatores mais importantes no desenvolvimento da mastigação é o aspecto sensorial dos novos dentes. Todas as funções oclusais são aprendidas em estágios, à medida que o SNC, a musculatura bucofaríngea e dos maxilares amadurecem, concomitantemente com o desenvolvimento da dentição (AMARAL, 2000).

A mastigação necessita das aferências nervosas que controlam sincronicamente a musculatura mastigatória, lingual e facial. A mandíbula descreve um ciclo regulado por um hipotético centro mastigatório de atividade rítmica espontânea, controlado por estímulos de origem periférica que agem alternadamente e sob a influência de centros superiores (sistema piramidal e extrapiramidal) (DOUGLAS, 1988).

O controle motor dos lábios, bochechas e boca é realizado pelo nervo facial, da língua pelo hipoglosso, e da mandíbula pelo nervo trigêmeo. A identificação dos tipos de estímulos na região bucal é feita por meio do nervo trigêmeo e a sensação de paladar, pelos nervos facial e glossofaríngeo. O reflexo da elevação do véu palatino e a constrição da parede posterior da faringe são dados pelos nervos trigêmeo, glossofaríngeo e vago. O reflexo conseguinte a fase laríngea, elevação do osso hióide para proteção da laringe, é realizado pelos nervos glossofaríngeo e vago. A ação dos constritores faríngeos para iniciar a ação peristáltica é ativada pelos nervos glossofaríngeo e vago. A passagem do bolo alimentar pelo esôfago ocorre pela ação do nervo vago (MEDEIROS; MEDEIROS, 2006).

No Quadro 2 são apresentados a os componentes funcionais dos nervos e a área específica de atuação.

Quadro 2 – Componentes funcionais das fibras dos nervos facial, glossofaríngeo e vago.

Componente funcional	Facial	Glossofaríngeo	Vago
Aferente visceral especial	Gustação nos 2/3 anteriores da língua.	Gustação no 1/3 posterior da língua.	Gustação na epiglote.
Aferente visceral geral	Parte posterior das fossas nasais e face superior do palato mole.	1/3 posterior da língua, faringe, úvula, tonsilas, tuba auditiva, seio e corpo carotídeo.	Parte da faringe, laringe, traquéia, esôfago, vísceras torácicas e abdominais.
Aferente somático geral	Parte do pavilhão auditivo e do meato acústico externo.	Parte do pavilhão auditivo e do meato acústico externo.	Parte do pavilhão auditivo e do meato acústico externo.
Eferente visceral geral	Glândula submandibular, sublingual e lacrimal.	Glândula parótida.	Vísceras torácicas e abdominais.
Eferente visceral especial	Musculatura mímica.	Músculo constritor superior da faringe e estilofaríngeo.	Músculos da faringe e da laringe.

Fonte: MACHADO, 2010.

2.3 DETERMINAÇÃO DO PADRÃO MASTIGATÓRIO

2.3.1 Avaliação visual com ou sem gravação em vídeo

O método de avaliação visual com ou sem gravação de vídeo consiste na análise do processo mastigatório, realizada por um ou mais examinadores através da observação do ato mastigatório. É um dos métodos mais utilizados segundo a literatura consultada para avaliação mastigatória, embora ainda existam poucas normatizações, pois muitos aspectos investigados ainda baseiam-se em critérios subjetivos, os quais dependem da experiência profissional, inviabilizando muitas vezes, comparações dos resultados entre diferentes profissionais e centros de pesquisa (WHITAKER; TRINDADE JÚNIOR; GENARO, 2009).

Ressalta-se que este método de vídeo, possui vantagens como ser um método acessível, de baixo custo, evitando-se a repetição da avaliação mastigatória por várias vezes, além de possibilitar uma análise sem a presença do paciente.

Como desvantagens, pode-se destacar a necessidade de padronização de critérios para a mesma, visando à comparação entre si, como a padronização da distância entre a filmadora e o paciente, a luminosidade adequada da sala de filmagem, a marcação dos planos horizontal e vertical atrás do paciente, além de possibilidade de constranger o paciente durante a avaliação, modificando sua mastigação habitual na presença da câmera. (WHITAKER; TRINDADE JÚNIOR; GENARO, 2009).

Amaral (2000) analisou a ocorrência da mastigação unilateral em crianças de 4 a 5 anos de idade com a oclusão normal. Afirmou que o padrão unilateral pode causar prejuízos durante a fase de crescimento, devido à influência no desenvolvimento dos terços médio e inferior da face. Ao grupo selecionado, foram oferecidos alimentos do tipo macio (pipoca) e do tipo fibroso (coco). As crianças foram classificadas como portadoras de mastigação exclusivamente unilateral quando apresentavam todos os ciclos mastigatórios de um mesmo lado; portadoras de mastigação predominantemente unilateral quando mais de 60% dos ciclos eram realizados de um lado; e portadoras de mastigação bilateral alternada quando executavam de 50 a 60% dos ciclos mastigatórios de um lado. Os resultados encontrados foram de 10% da amostra com mastigação unilateral exclusiva, 65% com mastigação com predominância unilateral com discreta preferência pelo lado esquerdo, 25% com mastigação bilateral alternada. Por fim, o autor destacou a relevância da influência da mastigação unilateral na faixa etária em questão.

Pignataro Neto, Bérzin e Rontani (2004) verificaram o do lado de preferência mastigatória utilizando a comparação do método de avaliação visual com o método eletromiográfico. Obteve-se concordância de 83% entre os métodos de avaliação. Ressalta-se que o método de avaliação visual foi realizado durante o exame eletromiográfico de forma direta observando a contração muscular e a dinâmica mandibular durante a eletromiografia. Foram registrados 20 ciclos mastigatórios consecutivos, consideraram a presença de um lado de preferência quando ocorria uma frequência de ciclos mastigatórios pelo menos 30% maior por um dos lados. A maior parte da amostra apresentava preferência mastigatória por um lado, tanto durante a mastigação de cenoura (82,85%) como de parafilme (72,4%).

Gomes, Melo e Chiappetta (2006) pesquisaram o padrão mastigatório em crianças de 3 a 9 anos com dentição decídua e mista através da gravação em vídeo utilizando uma câmera acoplada a um tripé. O alimento utilizado foi o pão francês.

Abordaram os benefícios de se utilizar pão francês: alimento acessível para a maioria da população, de fácil aceitação, além de possibilitar fácil visualização da função mastigatória. Na dentição decídua houve predominância de movimentos rotatórios, e verticais na dentição mista; a velocidade de mastigação foi maior na dentição mista em comparação a dentição decídua; baixa frequência de mastigação ruidosa em ambas as dentições. A porcentagem de mastigação bilateral na dentição decídua foi de 70% e na mista de 75%. Os autores destacaram a importância do tipo de alimento utilizado, uma vez que sua consistência pode influenciar os resultados da avaliação.

Lima et al. (2006) avaliaram o padrão mastigatório, crescimento craniofacial e hábitos alimentares de crianças com idades entre 5 e 7 anos com oclusão normal. Para a avaliação fonoaudiológica foi realizada a filmagem individual da mastigação de um pão francês com peso médio de 50 gramas, a fim de analisar o padrão mastigatório. Enfatizaram a relação entre a mastigação e o tipo facial, uma vez que, de forma geral, os padrões dolicofacial e braquifacial interferem de formas distintas no padrão mastigatório. As crianças apresentavam mastigação predominantemente bilateral alternada (38,50%), sendo este o padrão mais adequado, por oferecer cargas equilibradas e auxiliar o crescimento harmonioso de toda a face. Não houve relação significativamente relevante entre a proporção dos terços da face, o padrão mastigatório e os hábitos alimentares.

Pastana, Costa e Chiappetta (2007) analisaram a função mastigatória relacionada à mordida cruzada posterior unilateral através da gravação de vídeo, utilizando o pão francês. Concluíram que 80% dos indivíduos apresentavam mastigação unilateral do mesmo lado da mordida cruzada posterior e 20%, mastigação bilateral, confirmando a relação entre a unilateralidade da mastigação e a mordida cruzada posterior.

Silva et al. (2007) investigaram as possíveis alterações causadas pelo tipo de respiração na mastigação de crianças respiradoras orais e nasais com dentição decídua completa. O método de avaliação do lado preferencial de mastigação foi o de gravação em vídeo, o alimento utilizado foi metade de um pão francês e o avaliador orientou ao paciente que mastigasse naturalmente. As diferenças obtidas foram em relação ao tempo de mastigação, sendo inferior nas crianças respiradoras orais; ausência de restos de alimentos no grupo de respiradoras nasais; e presença de ruído e lábios abertos durante a mastigação do grupo de crianças respiradoras

orais. A maioria da amostra apresentou mastigação bilateral alternada, tanto no grupo de respiradores nasais (78,30%), quanto no de respiradores orais (87%). Concluíram que o grupo de respiradores orais apresentava influência negativa na mastigação considerando as variáveis: tempo de mastigação, restos alimentares na boca após os ciclos mastigatórios, presença de ruídos e de lábios abertos durante a mastigação.

Whitaker, Trindade Júnior e Genaro (2009) elaboraram um questionário e enviaram para fonoaudiólogos de diferentes regiões do Brasil, com o objetivo de padronizar o método de avaliação clínica da função mastigatória por gravação com vídeo. Propuseram que a filmadora fosse posicionada em um tripé, sempre a mesma distância do paciente, que deveria estar sentado com apoio plantar adequado e em uma cadeira sem apoio para a cabeça, para não ocorrer limitação de movimentos; atrás do paciente um painel deve ser posicionado de tal forma que se permita traçar os planos horizontal e vertical de orientação. A Figura 1 ilustra a proposta de posicionamento do indivíduo. O método proposto avalia principalmente o número de ciclos mastigatórios e teste de eficiência mastigatória. Os autores sugerem o pão francês pela fácil aceitação e baixo custo ou biscoito tipo *wafer*, pelo maior tempo de conservação sem alteração de propriedades.



Figura 1 – Posicionamento ideal do indivíduo para avaliação mastigatória.

Fonte: WHITAKER; TRINDADE JÚNIOR; GENARO, 2009.

Hitos et al. (2011) verificaram o nível de concordância entre dois avaliadores para obter um padrão eficiente da avaliação da mastigação através da gravação em vídeo. A gravação em vídeo foi realizada com e sem a presença de um adesivo no queixo e as filmagens foram analisadas de três diferentes formas: a) dois peritos avaliaram os ciclos mastigatórios utilizando a velocidade normal do vídeo; b) o autor principal assistia a gravação do processo mastigatório com velocidade reduzida; c) autor principal observava o vídeo com velocidade reduzida associada à técnica de computação gráfica, onde um programa gerava uma linha horizontal inferior ao plano mandibular e uma linha vertical ao plano sagital. O nível de concordância foi maior para a avaliação que utilizava adesivo no queixo assistidos em velocidade reduzida. Nesse estudo, foi prevalente (64,70%) a mastigação bilateral e alternada.

Barcellos et al. (2012) avaliaram a relação entre lado preferencial de mastigação e a unilateralidade das mãos, pés, olhos e ouvidos. A avaliação do padrão mastigatório foi por meio da gravação em vídeo e foi utilizada goma de mascar. Os pacientes foram instruídos a mascar a goma durante 15 segundos com intervalo de 5 segundos por um total de sete vezes. Em cada intervalo o indivíduo foi orientado a sorrir para que fosse observado em qual lado estava localizada a goma. Os dados referentes as lateralidades de mãos, pés, olhos e ouvidos foram obtidos

através de questionário. Os resultados mostraram correlação fraca entre lateralidade das mãos, pés, olhos e ouvidos com o lado preferencial de mastigação.

2.3.2 Eletromiografia

A eletromiografia (EMG) registra a atividade muscular em microvolts (mv) e em décimos de segundos pela inserção de eletrodos bipolares na pele na região correspondente ao músculo específico. Este exame envolve a detecção e registro dos potenciais elétricos nas fibras musculares, podendo registrar simultaneamente os músculos bilaterais da região craniomandibular (ONCINS; FREIRE; MARCHESAN, 2006).

A eletromiografia é um método que tem o objetivo de avaliar e mensurar a função muscular e tem sido muito usada na Odontologia. Trata-se de um método de estudo da dinâmica muscular, pois capta os potenciais de ação gerados pela estimulação dos músculos esqueléticos, auxiliando na análise do complexo neuromuscular em pesquisas anatomofisiológicas. Estudos eletromiográficos dos músculos faciais são capazes de fornecer informações quanto às alterações da fisiologia do sistema estomatognático de indivíduos com DTM em relação aos indivíduos normais, procurando esclarecer o relacionamento entre a atividade elétrica e a resposta mecânica muscular (NASSRI et al., 2009).

Para realização do exame eletromiográfico, primeiramente são instalados eletrodos, nas regiões dos músculos que serão avaliados. Em seguida utiliza-se um fio condutor, com duas extremidades livres, uma conectada a um amplificador que leva as informações a um computador específico e a outra conectada aos eletrodos dos músculos analisados. Dessa forma são registradas as atividades musculares durante a função mastigatória (ONCINS; FREIRE; MARCHESAN, 2006).

Okeson (2000) percebeu e descreveu que variações ainda que pequenas na colocação dos eletrodos nos indivíduos mudam de maneira significativa o sinal coletado e, portanto, deve-se agir de forma cautelosa durante a colocação dos mesmos nas sessões de coleta de sinal. Afirmou que com leves diferenças e tantas variações, os registros de EMG não devem ser usados para monitorar ou diagnosticar disfunções. Oncins, Freire e Marchesan (2006) também afirmaram que variações relativamente pequenas na colocação dos eletrodos podem interferir na

eletromiografia, inviabilizando qualquer tipo de comparação em registros realizados em diferentes situações.

Hennequin et al. (2005) destacaram algumas desvantagens da avaliação da mastigação pela eletromiografia e eletrognatografia, visto que estes são métodos que necessitam de equipamentos de valores elevados e necessitam da presença de profissionais especializados e capacitados na área específica, o que dificulta sua aplicação na prática clínica. Além disso, são inapropriados para indivíduos que apresentem deficiências cognitivas, como Síndrome de Down e paralisia cerebral, por exemplo, devido a dificuldade de cooperação.

Pignataro Neto, Bérzin e Rontani (2004) compararam o exame eletromiográfico ao visual de análise do lado de preferência mastigatória. A eletromiografia foi realizada nos músculos masseteres durante a mastigação habitual de cenoura e de parafilme, foi considerada mastigação unilateral quando os valores de amplitude muscular tivessem uma diferença mínima de 20% entre o masseter direito e o esquerdo. A inspeção visual direta foi realizada por um único examinador simultaneamente ao exame eletromiográfico para verificar a coincidência entre a avaliação visual e o resultado dos registros eletromiográficos realizados durante a mastigação habitual da cenoura e do parafilme. O exame visual foi realizado de forma direta, foi avaliada a contração muscular e a dinâmica mandibular durante o exame eletromiográfico. Após o registro de 20 ciclos mastigatórios consecutivos foi determinado um lado de preferência mastigatória, considerando mastigação unilateral quando ocorria uma frequência de ciclos mastigatórios de pelo menos 30% maior em um dos lados. Esses resultados foram comparados aos obtidos pelo eletromiógrafo. A utilização de cenoura foi devido ao seu bom grau de textura e dureza. O parafilme é uma lâmina de parafina de 2,50 cm² e foi utilizado devido a seu amplo emprego em experimentos dessa natureza. Os resultados indicaram a preferência mastigatória por um dos lados tanto com a cenoura (82,80%) como com o parafilme (72,40%). A concordância entre os métodos utilizados foi elevada, sendo verificada em 83% das avaliações.

Hennequin et al. (2005) compararam a validade entre o método visual com gravação em vídeo e o eletromiográfico para avaliar a mastigação em pacientes com deficiência cognitiva, os quais apresentam comportamento não colaborador na maioria dos exames. Notaram validade e confiança entre os métodos, sendo que o

método visual com gravação em vídeo pode ser uma alternativa nos casos em que o paciente não apresenta um comportamento colaborador.

Oncins, Freire e Marchesan (2006) descreveram a atividade elétrica dos músculos masseter e temporal em mastigação e em repouso, para definir o padrão mastigatório em amostra de pacientes sem disfunção da articulação temporomandibular. Através dos exames de eletromiografia registraram a atividade muscular e pela eletrognatografia rastrearam a movimentação da mandíbula em cada ciclo mastigatório. Foram registradas atividades musculares dos músculos masseteres e temporais, simultaneamente por meio da eletromiografia na posição de repouso e em atividade durante a mastigação habitual. Em seguida o indivíduo era preparado para o registro da movimentação da mandíbula por meio da eletrognatografia. A partir desse momento os registros foram simultâneos, após a calibração do aparelho era oferecido ao indivíduo 3 uvas passas sem caroço. O participante deveria permanecer alguns instantes em repouso antes de iniciar a mastigação. Ao iniciar o processo mastigatório o computador realizava o registro da atividade elétrica muscular através da eletromiografia e o movimento mandibular para o lado direito e esquerdo através da eletrognatografia. Pela análise eletromiográfica 65,4% dos indivíduos apresentaram ciclos mastigatórios com preferência do lado direito. Após a análise eletromiográfica, foi realizada a análise eletrognatográfica, onde foram analisados os 12 primeiros ciclos de cada indivíduo. No grupo classificado como preferencial direito pela eletromiografia, foram analisados 204 ciclos mastigatórios, 145 ocorreram à direita e 50 à esquerda. No grupo classificado como preferencial esquerdo foram analisados 108 ciclos, 28 ocorreram à direita e 74 à esquerda.

Andrade et al. (2010) avaliaram características da mastigação em crianças com e sem mordida cruzada posterior através da eletromiografia e utilizaram goma de mascar. Para determinar o lado de preferência mastigatória utilizaram o método *stop-checking*, no qual após 15 segundos de mastigação pede-se ao paciente para pausar e abrir a boca e observa-se o lado em que o alimento se encontra. Consideraram padrão unilateral quando a goma estava no mesmo lado na proporção de 5/7, 6/7 ou 7/7. A investigação demonstrou que ambos os grupos, com e sem mordida cruzada, não apresentaram um lado preferencial de mastigação.

Gomes et al. (2011) pesquisaram se indivíduos com diferentes morfologias craniofaciais apresentavam lado preferencial de mastigação, assimetrias

laterais da força da mastigação e área de contato oclusal. Foram utilizadas radiografias cefalométricas. A amostra foi dividida em três grupos de acordo com o tipo facial: mesofacial, braquifacial e dolicofacial. A avaliação da área de contato oclusal posterior foi feita através de moldagem com silicona de adição posicionados na área oclusal posterior bilateralmente e o paciente foi instruído a ocluir em máxima intercuspidação até o final do período de presa. Esses registros foram digitalizados, a imagem foi invertida e obteve-se o modelo digital, a partir do qual o software determinou as áreas de contato oclusal. A determinação do lado de preferência mastigatória foi dada pela eletromiografia, onde foi utilizado um material a base de borracha para cada indivíduo realizar 15 ciclos mastigatórios. O padrão mastigatório foi considerado unilateral (preferencial à direita ou à esquerda) quando 80% dos ciclos mastigatórios coincidiram no mesmo lado.

Shimada et al. (2012) realizaram exames eletromiográficos com cinco alimentos de diferentes texturas e propriedades. Foram utilizados alimentos suaves e frágeis (biscoito tipo cracker e cookie), alimento mais duro e menos quebradiço (cenoura crua), alimento suave e menos quebradiço (queijo), inquebrável e com textura consistente durante todos os ciclos mastigatórios (goma de mascar). Concluíram que, a textura dos alimentos influencia a atividade eletromiográfica dos músculos responsáveis pelo fechamento mandibular. A força de mordida depende da textura do alimento. Esse achado corrobora com o estudo de Arrais et al., (2004) que afirmaram que a consistência alimentar e a quantidade de cada porção influenciam diretamente nos tempos de mastigação: quanto mais consistente for o alimento maior o número de ciclos mastigatórios consequentemente maior tempo de mastigação.

2.3.3 Eletrognatografia

A eletrognatografia é um exame destinado a medir o movimento mandibular, sendo empregado, de forma auxiliar, para diagnóstico ou acompanhamento da evolução terapêutica específica aplicada ao sistema estomatognático (ONCINS; FREIRE; MARCHESAN, 2006; PINHEIRO et al., 2012).

O exame utilizando o eletrognatógrafo possibilita monitorar e registrar a posição espacial e percurso dos movimentos mandibulares por meio da captação do sinal de um magneto. Os sinais são captados por sensores acomodados em uma

antena, apoiada na cabeça do indivíduo, sem entrar em contato com a região da mandíbula evitando interferências ou restrições ao movimento mandibular. Este sistema é conectado a um computador compatível, com o programa de interpretação de eletrognatografia instalado, registrando a variação de posição do magneto e analisando os dados clínicos dos movimentos mandibulares. Esse exame possibilita delinear e registrar os movimentos mandibulares, determinando, principalmente, sua amplitude e velocidade (BIANCHINI; PAIVA; ANDRADE, 2007).

Esse exame pode ser aplicado como um método auxiliar para o diagnóstico ou o acompanhamento da evolução da terapêutica específica aplicada ao sistema estomatognático. A análise realizada é obtida através da captação dos três planos espaciais ortogonais por um campo magnético na linha mediana junto aos incisivos inferiores (PINHEIRO et al., 2012).

Os registros no plano sagital mostram os movimentos mandibulares de abertura e fechamento mandibulares (escala vertical), associados aos movimentos retrusivos e protrusivos (escala horizontal). Os registros no plano frontal mostram os movimentos de abertura e fechamento mandibulares (escala vertical) associados aos movimentos laterais (escala horizontal). Os registros no plano horizontal correspondem à visualização de cima do participante. Mostram os movimentos laterais (escala vertical) associados aos movimentos ântero-posteriores (escala horizontal) (BIANCHINI; PAIVA; ANDRADE, 2007).

No estudo de Oncins, Freire e Marchesan (2006) sobre os padrões mastigatórios foi utilizado além do exame físico, a eletrognatografia e a eletromiografia como exames complementares. O eletrognatógrafo utilizado era composto por sensor magnético, rastreador com haste lateral, vertical, frontal e horizontal, chave para calibrar a posição do campo magnético, fios especiais e computador. Concluíram que toda a amostra apresentava um lado de preferência mastigatória, sendo o lado direito mais prevalente (65,40%) que o esquerdo (34,60%).

Pinheiro e colaboradores (2012) realizaram uma revisão sistemática sobre a utilização da eletrognatografia. O objetivo do estudo foi a realização uma revisão referente à utilização de EGN como um método para controlar os movimentos da mandíbula nas pesquisas e tratamentos relacionados ao sistema estomatognático. A busca encontrou um total de 373 artigos, destes, 23 artigos foram selecionados. O

estudo concluiu que a EGN pode ser utilizada em algumas situações clínicas, embora seja uma técnica ainda não amplamente aplicada.

3 PROPOSIÇÃO

O objetivo deste estudo foi desenvolver um método objetivo computadorizado para avaliar e classificar o padrão de deslocamento lateral da mandíbula durante a função mastigatória.

4 METODOLOGIA

4.1 MATERIAL

A amostra foi constituída por 44 vídeos provenientes da filmagem do processo mastigatório de indivíduos com idade entre 24 e 37 anos. Os critérios de inclusão foram: presença de dentição permanente completa, com exceção dos terceiros molares, oclusão simétrica e de exclusão, presença de desvios funcionais, mordidas cruzadas e desordens temporomandibulares.

A presente pesquisa foi submetida e aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF (Parecer nº 231.104) (ANEXO A) e todos os indivíduos participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (APÊNDICE A).

4.2 MÉTODO

Os indivíduos foram filmados realizando quatro sequências mastigatórias de 90 segundos comendo uma porção de pão francês, sendo cada sequência realizando um tipo específico de padrão mastigatório, conforme orientação recebida:

- **Grupo 1:** onze filmagens mastigando somente do lado direito e onze filmagens mastigando somente do lado esquerdo;
- **Grupo 2:** onze filmagens alternando os lados direito e esquerdo com 5 mordidas de um lado e 2 mordidas do outro lado e;
- **Grupo 3:** onze filmagens alternando os lados direito e esquerdo, com 3 mordidas de cada lado.

Para padronização das filmagens do processo mastigatório, foi adotado o posicionamento preconizado por Whitaker, Trindade Júnior e Genaro (2009) e Felício et al., (2010), sendo solicitado aos indivíduos que permanecessem na posição sentada, em uma cadeira com encosto em posição ereta, com os pés apoiados no chão, os membros superiores e inferiores relaxados e descruzados, mãos sobre as coxas e cabeça sem apoio, favorecendo uma postura mais espontânea. A cadeira foi posicionada de costas para um fundo branco a 50 cm de distância do encosto. A sala utilizada apresentava boa iluminação e, no momento da filmagem estavam presentes apenas o indivíduo e o pesquisador responsável.

A face de cada indivíduo foi marcada com três etiquetas adesivas na cor vermelha com 12 mm de diâmetro (Pimaco, TP12-017611) nos centros laterolaterais da glabella, do nariz e do mento (Figura 2).



Figura 2 - Posicionamento do indivíduo durante a gravação

Fonte: A autora

Durante os exames, todos os participantes usaram um jaleco de algodão fechado da cor branca. A utilização do fundo e do jaleco na cor branca teve o objetivo de evitar interferências na identificação digital das marcações faciais (etiquetas) pelo método computadorizado proposto.

Os indivíduos foram orientados a permanecer com a cabeça parada, olhando para a câmera, nos 5 segundos iniciais da filmagem, para que esta posição inicial fosse adotada como referência para avaliação dos desvios laterais da mandíbula pelo método computadorizado proposto. Além disso, os indivíduos deveriam olhar diretamente para a câmera durante as filmagens, evitando movimentos excessivos de giro da cabeça.

As sequências mastigatórias foram filmadas em alta resolução (1920x1080 *pixels*) com uma câmera filmadora (Sony modelo MHS-PM5) posicionada em suporte fixo a 1 metro de distância do indivíduo e na altura da maxila (FELÍCIO et al., 2010). A Figura 3 ilustra o suporte utilizado para padronização da filmagem.



Figura 3 – Suporte para filmagem

Fonte: A autora

4.2.1 Processamento digital das imagens

Após a filmagem, cada arquivo de vídeo foi carregado em uma plataforma computacional de análise de dados (*Matlab, MathWorks, Natick – USA*), processado e analisado quadro a quadro por um algoritmo de processamento digital.

Em cada vídeo, o programa detectou os centroides (centro geométrico) das três marcações faciais e o algoritmo estimou uma função linear (reta) passando pelos centroides da glabella e do nariz, marcações que permaneceram relativamente estáticas durante a mastigação. Em seguida, o programa calculou, em *pixels*, a menor distância entre o centroide do mento e a reta estimada o que representa o desvio lateral do mento devido à mastigação. A repetição desse processo ao longo de vídeo (quadro a quadro) descreveu o comportamento do mento durante a atividade mastigatória ao longo do tempo.

Após a determinação do desvio em cada quadro do vídeo, foi aplicado um filtro digital para reduzir o ruído, chamado média-móvel (MITRA, 1998), com o objetivo de suavizar as variações bruscas nos dados obtidos. Foi utilizado um filtro média-móvel de ordem 4, onde o valor presente é a média aritmética do próprio e 3 valores passados, de acordo com a equação expressa na Figura 4, onde d_i corresponde ao valor de desvio na posição i . A ordem do filtro foi escolhida baseada na análise da função de autocorrelação (BOX, 1994) dos dados.

$$d_i = \frac{1}{4} \sum_{k=0}^3 d_{i-k}$$

Figura 4- Equação para cálculo do filtro digital média-móvel.

Fonte: A autora

Após a aplicação do filtro, foi determinada a posição central da mandíbula como sendo o valor de desvio mais frequente no vídeo, uma vez que, independente do padrão mastigatório, a posição central da mandíbula é a que mais se repete durante o processo de mastigação. O algoritmo então subtraiu o valor da posição central de todos os desvios obtidos, tornando a posição central do processo zero.

Uma vez que os vídeos apresentam muitos picos de desvio de baixa amplitude em torno da posição central, provenientes de movimentos que não representam ciclos mastigatórios completos da mandíbula, foram desprezados 80% dos menores picos de desvio em torno da posição central, independente do valor positivo ou negativo, com o objetivo de eliminar esse ruído central e criar uma faixa de repouso do processo mastigatório. Isso fez com que as gravações exibissem uma média de 59,26 ciclos mastigatórios por minuto.

Desprezada a faixa de repouso, o algoritmo detectou e quantificou os picos de desvios válidos, onde os picos positivos corresponderam aos deslocamentos mandibulares para a direita e os picos negativos indicaram movimentos mandibulares para a esquerda (Figura 5). Calculou-se o percentual de picos para cada um dos lados em relação ao número total de picos válidos e a amplitude dos deslocamentos para cada lado.

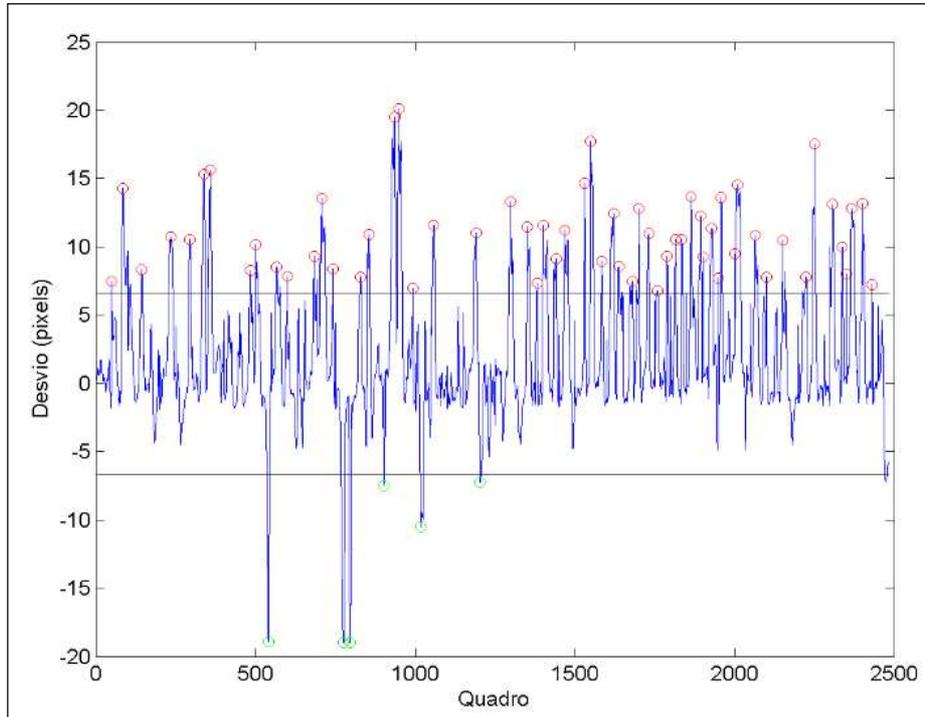


Figura 5 - Faixa de repouso 80%, valores positivos representando lado direito e negativos representando lado esquerdo do indivíduo.

Fonte: A autora

Por fim, o diagrama de blocos da Figura 6 descreve todo o algoritmo desenvolvido, dividido na parte do processamento digital das imagens e no tratamento dos dados.

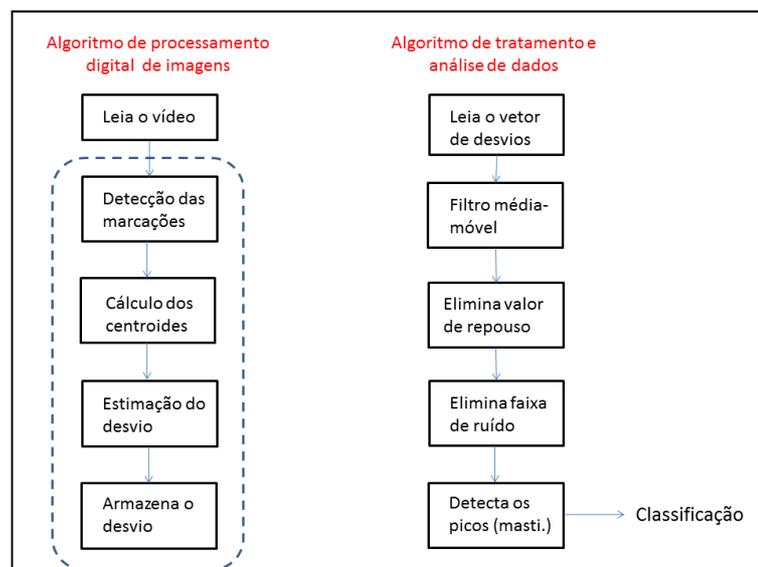


Figura 6- Esquema de processamento pelo programa, em que os eventos de mastigação são representados pelos picos destacados nos dados.

Fonte: A autora

4.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

O padrão de distribuição dos valores de número e amplitude total de desvios dos ciclos mastigatórios foi avaliado através do teste de *Kolmogorov-Smirnov*, onde as variáveis apresentaram uma distribuição normal.

Foi utilizado o Teste t de Student para dados pareados para comparar o lado preferencial (ou de mastigação) e o oposto dos vídeos dos grupos 1 e 2 e os lados direito e esquerdo dos vídeos do grupo 3.

O teste t para dados pareados foi utilizado também para comparar a proporção de ciclos no lado de mastigação identificados nos vídeos com a proporção de ciclos requisitada aos grupos 1 e 2.

5 CONCLUSÃO

A utilização da filmagem do processo mastigatório associada ao método computadorizado proposto mostrou-se eficaz em identificar o padrão mastigatório bilateral e em reconhecer a existência da preferência em utilizar um dos lados durante os ciclos mastigatórios.

REFERÊNCIAS

AMANTÉA, D.V.; NOVAES, A.P.; CAMPOLONGO, G.D.; BARROS, T.P.I. A importância da avaliação postural no paciente com disfunção da articulação temporomandibular. **Acta Ortop Bras**, v. 12, n. 3, p. 155-159, jul/set, 2004.

AMARAL, D.B. Mastigação unilateral x oclusão normal: um estudo sobre sua ocorrência em crianças de 4 a 5 anos. **Rev CEFAC**, v. 2, n. 2, p. 23-30, dez, 2000.

ANDRADE, A.S.; GAVIÃO, M.B.; GAMEIRO, G.H.; De ROSSI, M. Characteristics of masticatory muscles in children with unilateral posterior crossbite. **Braz Oral Res**, v. 24, n. 2, p. 204-210, apr/jun, 2010.

ARRAIS, R.D.; GENARO, K.F.; SAMPAIO, A.C.M. Função mastigatória em indivíduos normais: duração do ato e do ciclo mastigatório. In **Anais 12º Simpósio Internacional de Iniciação Científica da Universidade de São Paulo**; Ribeirão Preto, SP, p.788. 23-24, Nov, 2004.

BARCELLOS, D.C.; SILVA, M.A.; BATISTA, G.R.; PLEFFKEN, P.R.; PUCCI, C.R.; BORGES, A.B.; TORRES, C.R.G; GONÇALVES, E.P. Absence or weak correlation between chewing side preference and lateralities in primary, mixed and permanent dentition. **Arch Oral Biol**, v. 52, n. 8, p.1086-1092, 2012.

BERRETIN-FELIX, G.; GENARO, K.F.; TRINDADE, I.E.K.; TRINDADE JÚNIOR, A.S. Masticatory function in temporomandibular dysfunction patients: electromyographic evaluation. **J Appl Oral Sci**, v.13, n.4, p. 360-65, 2005.

BIANCHINI, E.M.G.; PAIVA, G.; ANDRADE, C.R.F. Movimentos mandibulares na fala: interferência das disfunções temporomandibulares segundo índices de dor. **Pró-Fono R Atual Cient**, v. 19, n. 1, p. 239-256, 2007.

BOX, G.E.P.; JENKINS, G.M.; REINSEL, G.C. **Time Series Analysis: Forecasting and Control**. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1994.

CATTONI, D.M. Alterações da mastigação e deglutição. **Tratado de Fonoaudiologia**. 1ª ed. São Paulo: Editora Roca, 2005.

CHRISTENSEN, L.V.; RADUE, J.T. Lateral preference in mastication: an electromyographic study. **J Oral Rehabil**, v. 12, n. 5, p. 429-34, 1985.

DOUGLAS C.R. **Tratado de fisiologia aplicada às ciências médicas**. Guanabara Koogan: Rio de Janeiro, 2006.

DOUGLAS, C.M. **Fisiologia aplicada à prática odontológica**. São Paulo, 1988.

ENGLISH, J.D.; BUSCHANG, P.H.; THROCKMORTON, G.S. Does malocclusion affect masticatory performance?. **Angle Orthod**, v. 72, n. 1, p. 21-27, 2002.

FELÍCIO, C.M.; MELCHIOR, M.O.; SILVA, M.A.M.R.; CELEGHINI, R.M.S. Desempenho mastigatório em adultos relacionado com a desordem temporomandibular e com a oclusão. **Pró-Fono R Atual Cient**, v. 19, n. 2, p. 151-158, jun, 2007.

FELÍCIO, C.M; FOLHA, G.A.; FERREIRA, C.L.P.; MEDEIROS, A.P.M.M. Expanded protocol of orofacial myofunctional evaluation with scores: validity and reliability. **Int J Pediatr Otorhinolaryngol**, v. 74, n. 12, p. 1230-1239, dec, 2010.

FELÍCIO, C.M; MEDEIROS, A.P.M.; MELCHIOR, M.O. Validity of the 'protocol of oro-facial myofunctional evaluation with scores' for young and adult subjects. **J Oral Rehabil**, v. 39, p. 744-753, 2012.

FRANCO, M. L. Z. **Mastigação bilateral: mito ou realidade**. 37p. Monografia (Especialização em Motricidade Oral) – Centro de Especialização em Fonoaudiologia Clínica. 1997.

GOMES, F.C.S.; MELO, L.F.; CHIAPPETTA, A.L.M.L. Aspectos do padrão mastigatório na dentição decídua e mista em crianças de três a nove anos. **Rev CEFAC**, v. 8, n. 3, p. 313-319, set, 2006.

GOMES, R.C.G. **Interrelações entre postura corporal global, postura de cabeça e funções estomatognáticas**. 41p. Monografia (Especialização em Motricidade Oral) – Centro de Especialização em Fonoaudiologia Clínica. 1999.

GOMES, S.G.; CUSTÓDIO, W.; JUFER, J.S.M.; CURY, D.B.; GARCIA, R.C.M.R. Correlation of mastication and masticatory movements and effect of chewing side preference. **Braz Dent J**, v. 21, n. 4, p. 351-355, aug, 2010.

GOMES, S.G.F.; CUSTÓDIO, W.; FAOT, F.; CURY, A.A.D.B.; GARCIA, R.C.M.R. Chewing side, bite force symmetry, and occlusal contact area of subjects with different facial vertical patterns. **Sci Med**, v. 17, n. 4, p. 229-232, dec, 2011.

HENNEQUIN, M.; ALLISON, P.J.; VEYRONE, M.F.; PEYRON, M. Clinical evaluation of mastication: validation of video versus eletromyography. **Clin Nutri**, v. 24, n. 2, p. 314-320, apr, 2005.

HITOS, S.F.; SOLÉ, D.; PERIOTTO, M. C.; FERNANDES, M.L.; WECKX, L.L.; GUEDES, Z.C.F. Standardization of the registration and analysis of mastication: proposal for clinical application. **Int J Orofacial Myology**, v. 37, n. 1, p. 47-56, oct, 2011.

KOBAYASHI, Y.; SHIGA, H.; ARAKAWA, I.; YOKOYAMA, M.; NAKAJIMA, K. Masticatory path pattern during mastication of chewing gum with regard to gender difference. **J Prosthodont Res**, v. 53, n.1, p. 11-14, oct, 2009.

KROLL, C.D.; BÉRZIN, F.; ALVES, M.C. Avaliação clínica da atividade dos músculos mastigatórios durante a mastigação habitual – um estudo sobre a normalização de dados eletromiográficos. **Rev Odontol UNESP**, v. 39, p. 157-62, 2010.

LEPLEY, C.; THROCKMORTON, G.; PARKER, S.; BUSCHANG, P.H. Masticatory performance and chewing cycle kinematics- are they related?. **Angle Orthod**, v. 80, n. 2, p. 295-301, 2010.

LIMA, R.M.F.; FREIRE, O.C.B.; NEPOMUCENO FILHO, J.L.; STAMPFORD, S. CUNHA, D.A.; da SILVA, H.J. Padrão mastigatório em crianças de 5 a 7 anos: suas relações com o crescimento craniofacial e hábitos alimentares. **Rev CEFAC**, v. 8, n. 2, p. 205-215, jun, 2006.

LUCENA, C.V.; CUNHA, D.A.; OLIVEIRA, J.H.P.; SILVA, H.J. Caracterização da mastigação segundo tempo, predominância de lateralidade e número de ciclos mastigatórios em adultos jovens. **Distúrb. Comum**, v.26, n. 2, p. 304-315, jun, 2014.

MACHADO, A. **Neuroanatomia funcional**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Atheneu, 2010.

MAGALHÃES, I.B.M.; PEREIRA, L.J.; MARQUES, L.S.; GAMEIRO, G.H. The influence of malocclusion on masticatory performance: a systematic review. **Angle Orthod**, v. 80, n. 5, p. 981-87, 2010.

MARTINEZ-GOMIS, J.; LUJAN-CLIMENT, M.; PALAU, S.; BIZAR, J.; SALSENCH, J.; PERAIRE, M. Relationship between chewing side preference and handedness and lateral asymmetry of peripheral factors. **Arch Oral Biol**, v.54, p.101-107, 2009.

MAZZETTO; M.O.; HOTTA, T.H.; PETENUSCI, S.O.; MESTRINER, J.R. W.; YAMASAKI, M.K.; PAULA, M.M.V. Eficiência mastigatória: análise de correlação de dois testes. **Rev Gaúcha Odontol**, v. 58, n. 2, p. 319-22, 2010.

MAZZETTO, M.O.; NASCIMENTO, G.; GOMES, N.M.S. Estudo da prevalência das alterações das funções estomatognáticas em pacientes com disfunção temporomandibular. **J Soc Bras Fonoaudiol**, v. 3, n. 11, p. 140-147, jun, 2002.

MEDEIROS, A.M.C.; MEDEIROS, M. **Motricidade Orofacial: Interrelação entre Fonoaudiologia e Odontologia**. 1ª ed. São Paulo: Editora Lovise, 2006.

MIOCHE, L.; BOURDIOL, P.; MONIER, S. Chewing behavior and bolus formation during mastication of meat with diferente textures. **Arch Oral Biol**, v. 48, n. 3, p. 193-200, mar, 2003.

MITRA, S.K. **Digital signal processing: a computer-based approach**. Singapore: McGraw-Hil, 1998.

MOYERS, R. E. **Ortodontia**. 4ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1991.

MOYERS, R. E; CARLSON, D. S. **Maturação da neuromusculatura orofacial**. In: Enlow, D.H.; HANS, M.G. Noções básicas de crescimento facial. SP: Santos, 1998. p.233-240.

MUÑOZ, G.C.; SILVA, C.; MISAKI, J.N.; GOMES, I.C.D.; CARVALHO, A.R.R. Análise dos potenciais elétricos do músculo masseter durante a mastigação de alimentos com rigidez variada. **Rev CEFAC**, v. 6, p. 127-34, 2004.

NASSRI, L.F.G.; ABDALA, N.; SZEJNFELD, J.; NASSRI, M.R.G. Análise comparativa entre os achados de eletromiografia do músculo facial masseter em indivíduos com e sem disfunção temporomandibular: parte I. **Rev Sul Brasil de Odontologia**, v. 6, n. 4, p. 393-400, 2009.

NICOLAS, E.; VEYRUNE, J.L.; LASSAUZAY, C.; PEYRON, M.A.; HENNEQUIN, M. Validation of video versus electromyography for chewing evaluation of the elderly wearing a complete denture. **J Oral Rehabil.**, v.34, p. 566-571, 2007.

OKESON, J.P. **Tratamento das desordens temporomandibulares e oclusão**. 4ª ed. São Paulo: Artes Médicas, 2000.

ONCINS, M.C.; FREIRE, R.M.A.C.; MARCHESAN, I.Q. Mastigação: análise pela eletromiografia e eletrognatografia. Seu uso na clínica fonoaudiológica. **Distúrb Comun**, v. 18, n. 2, p.155-165, ago, 2006.

PAPHANGKORAKIT, J.; THOTHONGKAM, N.; SUPANONT, N. Chewing-side determination of three food textures. **J Oral Rehabil**, v.33, p. 2-7, 2006.

PASTANA, S.G.; COSTA, S.M.; CHIAPPETTA, A.L.M. Análise da mastigação em indivíduos que apresentam mordida cruzada unilateral na faixa etária de 07 a 12 anos. **Revista CEFAC**, v. 9, n. 3, p. 351-357, set, 2007.

PEREIRA, L.J.; GAVIÃO, M.B.D.; ENGLER, L.; BILT, A.V. Mastication and Swallowing: Influence of fluid addition to foods. **J Appl Oral Sci**, v.15, n. 1, p. 55-60, 2007.

PETRELLI, E. **Ortodontia para Fonoaudiologia**. 1ª ed. São Paulo: Lovise, 1994.

PIGNATARO NETO, G.; BÉRZIN; F.; RONTANI, R.M.P. Identificação do lado de preferência mastigatória através de exame eletromiográfico comparado ao visual. **Rev Dent Press Ortodon Ortop Facial**, v. 9, n. 4, p. 77-85, ago, 2004.

PINHEIRO, P.F.; da CUNHA, D.A.; DOURADO FILHO, M.G.; CALDAS, A.S.C.; MELO, T.M.A.; SILVA, H.J. The use of electrognathography in jaw movement research: a literature review. **J Craniomandibular Pract**, v. 30, n. 4, p. 293-303, jan, 2012.

PIZZOL, K.E.D.C. Influência da mastigação unilateral no desenvolvimento da assimetria facial. **Rev UNIARA**, v. 1, n. 15, p. 215-222, ago, 2004.

RAMFJORD, S.P.; ASH, M.M. **Occlusion**. 3 ed. Philadelphia: WB Saundersco, 1983.

RODRIGUES, K.A.; LEFTÈVRE, A.P.; MOTT, L.B.; TUGUMIA, D. PENA, P.L. Análise comparativa entre o lado de predominância mastigatória e medidas da mandíbula por meio do paquímetro. **Rev CEFAC**, v. 5, n. 4, p. 347-351, mai, 2003.

ROVIRA-LASTRA, B.; FLORES-OROZCO E.I.; SALSENCH, J.; PERAIRE, M.; MARTINEZ-GOMIS, J. Is the side with the Best masticatory performance selected for chewing?. **Arch Oral Biol**, v. 59, p.1316-1320, 2014.

SHIMADA, A.; YAMABE, Y.; TORISU, T.; BAAD-HANSEN, L.; MURATA, H.; SVENSSON, P. Measurement of dynamics bite force during mastication. **J Oral Rehabil**, v. 39, n. 5, p. 349-356, may, 2012.

SILVA, M.A.A.; NATALINI, V.; RAMIRES, R.R.; FERREIRA, L.P. Análise comparativa de crianças respiradoras nasais e orais com dentição decídua. **Rev CEFAC**, v. 9, n. 2, p. 190-198, abr/jun, 2007.

TAGLIARO, M.L.; CALVI, C.L.; CHIAPPETTA, A.L.M.L. A fase de incisão no processo da mastigação: enfoque clínico. **Rev CEFAC**, v. 6, n. 1, p. 24-28, mar, 2004.

TAKADA, K.; MIYAWAKI, S.; TATSUTA, M. The effects of food consistency on jaw movement and posterior temporalis and inferior orbicularis muscle activities during chewing in children. **Arch Oral Biol**, v.39, n. 9, p. 793-805, 1994.

TAUCCI, R.A.; BLANCHINI, E.M.G. Verificação da interferência das disfunções temporomandibulares na articulação da fala: queixas e caracterização dos movimentos mandibulares. **Rev Soc Bras Fonoaudiol**, v. 12, n. 4, p. 274-280, 2007.

TURCIO, K.H.L.T; ZUIM, P.R.J.; GUIOTTI, A.M.; SANTOS, D.M.; GOIATO, M.C.; BRANDINI, D.A. Does the habitual mastication side impact jaw muscle activity?. **Arch Oral Biol**, v. 67, p. 34-38, 2016.

WHITAKER, M.E.; TRINDADE JÚNIOR, A.S.; GENARO, K.F. Proposta de protocolo de avaliação clínica da função mastigatória. **Rev CEFAC**, v. 1, n. 3, p. 311-323, jan, 2009.

APÊNDICES

APÊNDICE A - Termo de consentimento livre e esclarecido



UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
PRO-REITORIA DE PESQUISA
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA - CEP/UFJF
36036900- JUIZ DE FORA - MG – BRASIL
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM SAÚDE – FACULDADE
DE MEDICINA/UFJF

Pesquisador responsável: Robert Willer Farinazzo Vitral

Endereço: Rua vinte e um de abril, 117/404, São Mateus

CEP: 36.025-090 – Juiz de Fora – MG

e-mail: robertvitral@gmail.com

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar da pesquisa “AVALIAÇÃO QUALITATIVA E QUANTITATIVA DO OSSO ALVEOLAR DA REGIÃO POSTERIOR DA MAXILA E DA MANDÍBULA E DAS ESTRUTURAS DAS ARTICULAÇÕES TEMPOROMANDIBULARES E SUA RELAÇÃO COM O LADO PREFERENCIAL DE MASTIGAÇÃO”. Neste estudo pretendemos avaliar qualitativa e quantitativamente a estrutura do osso alveolar da região posterior da mandíbula e maxilar e das articulações temporomandibulares, comparando os lados direito e esquerdo em indivíduos com mastigação bilateral, unilateral preferencial e unilateral exclusiva, determinando a influência da função mastigatória nos aspectos qualitativo e quantitativo dessas estruturas. O motivo que nos leva a estudar é o fato de que cargas exercidas sobre o osso são uma das principais influências na sua massa e arquitetura, pois ocorre uma adaptação para as tensões geradas.

Para este estudo adotaremos os seguintes procedimentos: será avaliado o padrão de mastigação através da filmagem dos ciclos mastigatórios durante a ingestão de duas porções de pão francês. Posteriormente, caso você seja selecionado com base no padrão de mastigação, será realizado o exame de

tomografia computadorizada de feixe cônico. A participação na pesquisa não lhe trará nenhum benefício, além da posse do exame de tomografia computadorizada de feixe cônico, que poderá ser utilizado posteriormente como documentação inicial em futuros tratamentos odontológicos e/ou ortodônticos ou para o diagnóstico de possíveis alterações das estruturas craniofaciais. O risco oriundo da radiação ionizante presente na Tomografia computadorizada de feixe cônico é o mesmo presente na obtenção de documentação inicial solicitada para os tratamentos ortodônticos (radiografia cefalométrica de perfil, radiografia cefalométrica frontal, radiografia de articulações temporomandibulares, exame radiográfico periapical de todos os dentes), o qual ela substitui.

Para participar deste estudo você não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Você será esclarecido(a) sobre o estudo em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se a participar. Poderá retirar seu consentimento ou interromper a participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que é atendido pelo pesquisador

O pesquisador irá tratar a sua identidade com padrões profissionais de sigilo.

Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a sua permissão.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
PRO-REITORIA DE PESQUISA
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA - CEP/UFJF
36036900- JUIZ DE FORA - MG – BRASIL

O(A) Sr(a) não será identificado em nenhuma publicação que possa resultar deste estudo.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias, sendo que uma cópia será arquivada pelo pesquisador responsável, no Núcleo de Pesquisa em Ortodontia e Odontopediatria na Faculdade de Odontologia da UFJF e a outra será fornecida a você.

Eu, _____, portador do documento de Identidade _____ fui informado(a) dos objetivos do estudo “AVALIAÇÃO QUALITATIVA E QUANTITATIVA DO OSSO ALVEOLAR DA REGIÃO POSTERIOR DA MAXILA E DA MANDÍBULA E DAS ESTRUTURAS DAS ARTICULAÇÕES TEMPOROMANDIBULARES E SUA RELAÇÃO COM O LADO PREFERENCIAL DE MASTIGAÇÃO”, de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão de participar se assim o desejar.

Declaro que concordo em participar desse estudo. Recebi uma cópia deste termo de consentimento livre e esclarecido e me foi dada à oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Juiz de Fora, _____ de _____ de 20__.

Nome

Assinatura participante

Data

Nome Assinatura pesquisador
Data

Nome Assinatura testemunha
Data

Em caso de dúvidas com respeito aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o

CEP- COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA/UFJF

CAMPUS UNIVERSITÁRIO DA UFJF

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA

CEP 36.036-900

FONE: (32) 2102-3788

E-MAIL: cep.propesq@ufjf.edu.br

Tire suas dúvidas sobre riscos, acesse:

<http://www.ufjf.br/comitedeetica/files/2008/12/risco-em-pesquisa3.doc>

ANEXOS

ANEXO A – Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
JUIZ DE FORA/MG



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Avaliação qualitativa e quantitativa do osso alveolar da região posterior da maxila e da mandíbula e das estruturas das articulações temporomandibulares e sua relação com o lado preferencial de mastigação

Pesquisador: Robert Vitral

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 13102913.1.0000.5147

Instituição Proponente: FACULDADE DE ODONTOLOGIA ((UFJF))

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 231.104

Data da Relatoria: 04/04/2013

Apresentação do Projeto:

Projeto bem elaborado e bem descrito.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivos claros e bem definidos.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Identificação dos riscos, estão adequadamente descritos.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Metodologia pertinente e bem escrita.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Todos apresentados de acordo com a pesquisa.

Recomendações:

Colocar telefone de contato do pesquisador responsável no TCLE.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Possíveis inadequações ou possibilidades de pendência deixam de existir.

Situação do Parecer:

Aprovado

Endereço: JOSE LOURENÇO FELMER-S/N

Bairro: SÃO PEDRO

CEP: 36.036-000

UF: MG

Município: JUIZ DE FORA

Telefone: (32)1100-3755

Fax: (32)1100-3755

E-mail: cep.propesq@ufjf.edu.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
JUIZ DE FORA/MG



Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

Diante do exposto, o Comitê de Ética em Pesquisa CEP/UFJF, de acordo com as atribuições definidas na Res. CNS 196/96, manifesta-se pela **APROVAÇÃO** do protocolo de pesquisa proposto. Vale lembrar ao pesquisador responsável pelo projeto, o compromisso de envio ao CEP de relatórios parciais e/ou total de sua pesquisa informando o andamento da mesma, comunicando também eventos adversos e eventuais modificações no protocolo.

JUIZ DE FORA, 27 de Março de 2013

Assinador por:
Paulo Cortes Gago
(Coordenador)

Endereço: JOSE LOURENCO KELMER S/N
Bairro: SAO PEDRO CEP: 36.036-900
UF: MG Município: JUIZ DE FORA
Telefone: (32)2102-3788 Fax: (32)1102-3788 E-mail: cep.propeq@ufjf.edu.br

ANEXO B - Comprovante submissão do artigo

Your recent submission to AJODO (2)

De: [American Journal of Orthodontics <ees.ajodo.0.39f7ea.5ea685d2@eesmail.elsevier.com>](mailto:ees.ajodo.0.39f7ea.5ea685d2@eesmail.elsevier.com)

Para rachel_pestana@yahoo.com.br

Jun 14 em 2:43 PM

Dear Dr. Rachel Marques,

You have been listed as a Co-Author of the following submission:

Journal: American Journal of Orthodontics & Dentofacial Orthopedics

Corresponding Author: Marcio Campos

Co-Authors: Rachel P Marques, Graduate Student ; Bernardo S Peralva, PhD in Electrical Engineer; Luiz Cláudio Ribeiro, PhD in Demography; Robert W Vitral, PhD in Orthodontics

Title: DEVELOPMENT OF A COMPUTERIZED METHOD OF MASTICATORY PATTERNS ASSESSMENT

If you did not co-author this submission, please contact the Corresponding Author of this submission at drmarciocampos@hotmail.com; do not follow the link below.

An Open Researcher and Contributor ID (ORCID) is a unique digital identifier to which you can link your published articles and other professional activities, providing a single record of all your research.

We would like to invite you to link your ORCID ID to this submission. If the submission is accepted, your ORCID ID will be linked to the final published article and transferred to CrossRef. Your ORCID account will also be updated.

To do this, visit our dedicated page in EES. There you can link to an existing ORCID ID or register for one and link the submission to it:

<http://ees.elsevier.com/ajodo/l.asp?i=74772&l=VY2K9ZC4>

More information on ORCID can be found on the ORCID website,

<http://www.ORCID.org>, or on our help page:

http://help.elsevier.com/app/answers/detail/a_id/2210/p/7923

Like other Publishers, Elsevier supports ORCID - an open, non-profit, community based effort - and has adapted its submission system to enable authors and co-authors to connect their submissions to their unique ORCID IDs.

Thank you,

American Journal of Orthodontics & Dentofacial Orthopedics