

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DISTÚRBIOS DA  
COMUNICAÇÃO HUMANA**

**INFLUÊNCIA DA DOR MUSCULAR EXPERIMENTAL  
SOBRE A FUNÇÃO MASTIGATÓRIA: ANÁLISE  
CINEMÁTICA E ELETROMIOGRÁFICA**

**TESE DE DOUTORADO**

**Fernanda Pasinato**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2015**

**INFLUÊNCIA DA DOR MUSCULAR EXPERIMENTAL  
SOBRE A FUNÇÃO MASTIGATÓRIA: ANÁLISE  
CINEMÁTICA E ELETROMIOGRÁFICA**

**Fernanda Pasinato**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Distúrbios da Comunicação Humana, Área de Concentração em Fonoaudiologia e Comunicação Humana: clínica e promoção, Linha de Pesquisa Aspectos Clínicos e Funcionais em Voz e Motricidade Oral, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Doutor em Distúrbios da Comunicação Humana**

**ORIENTADORA: Profa. Dra. Eliane Castilhos Rodrigues Corrêa**  
**CO-ORIENTADORA: Profa. Dra. Clarissa Cardoso S.C Paz**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2015**

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Pasinato, Fernanda  
INFLUÊNCIA DA DOR MUSCULAR EXPERIMENTAL SOBRE A  
FUNÇÃO MASTIGATÓRIA: ANÁLISE CINEMÁTICA E  
ELETROMIOGRÁFICA / Fernanda Pasinato.-2015.  
124 f.; 30cm

Orientadora: Eliane C. R. Corrêa  
Coorientadora: Clarissa C. Santos Couto Paz  
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa  
Maria, Centro de Ciências da Saúde, Programa de Pós-  
Graduação em Distúrbios da Comunicação Humana, RS, 2015

1. Dor muscular experimental 2. Eletromiografia 3.  
Cinemática 4. Mastigação I. Corrêa, Eliane C. R. II.  
Santos Couto Paz, Clarissa C. III. Título.

---

©2015

Todos os direitos autorais reservados a Fernanda Pasinato. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante citação da fonte.

Endereço: Rua Venâncio Aires, n.144/901, Bairro Centro, Ijuí-RS. CEP 98700-000; Email: fepasinato@gmail.com.br

**Universidade Federal de Santa Maria**  
**Centro de Ciências da Saúde**  
**Programa de Pós-graduação em Distúrbios da Comunicação Humana**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,  
aprova a Tese de Doutorado

**INFLUÊNCIA DA DOR MUSCULAR EXPERIMENTAL SOBRE A  
FUNÇÃO MASTIGATÓRIA:  
ANÁLISE CINEMÁTICA E ELETROMIOGRÁFICA**

elaborada por  
**Fernanda Pasinato**

como requisito parcial para a obtenção do grau de  
**Doutor em Distúrbios da Comunicação Humana**

**COMISSÃO EXAMINADORA**

**Eliane Castilhos Rodrigues Corrêa (UFSM)**  
(Presidente/Orientador)

**Clarissa Cardoso dos Santos Couto Paz (UnB)**  
(Co-orientador)

**Ana Maria Toniolo da Silva (UFSM)**  
(Membro)

**Cláudio Figueiró (UFSM)**  
(Membro)

**Delaine Rodrigues Bigaton (UNIMEP)**  
(Membro)

**Michele Forgiarini Saccol (UFSM)**  
(Membro)

Santa Maria, 14 de dezembro de 2015.

## DEDICATÓRIA

*À Deus, a Júlio César e à minha família; por todo o incentivo,  
amparo e força em cada momento desta trajetória.*

## AGRADECIMENTOS

À Deus e ao meu anjo protetor, por guiarem e acompanharem toda minha jornada profissional e acadêmica, por responderem minhas preces com ânimo e inspiração nos momentos mais difíceis.

Aos meus pais, que me ensinaram o valor da fé e da persistência, me incentivando sempre a buscar o melhor, mesmo que não seja o caminho mais fácil. Obrigado por estarem sempre ao meu lado, por suas orações e incentivo em todos os momentos. Vocês são o meu porto seguro e o meu exemplo de vida.

À minha irmã, Flávia, com seus eternos “ouvidos” à minha disposição. Obrigada pelo incentivo, força e por perdoar minhas ausências.

Ao Júlio, meu amor itinerante... com você, os percursos deste doutorado atravessam o Brasil e até o exterior - Uruguiana, Santa Maria, Brasília, Rio de Janeiro, Buenos Aires – e me permitiram novas e lindas experiências. Obrigada por teu abraço, que me acalmou nos momentos mais difíceis e solitários. Por acreditar mais em mim do que eu mesma, por compartilhar cada momento, problema e sucesso deste doutorado, por toda paciência com minhas ausências e pela força inspiradora. Este título também é seu, meu amor!

À Profa. Eliane Corrêa - Lili, minha orientadora desde a graduação. Conviver com você durante todos estes anos de trabalho acadêmico foi um valioso aprendizado de ética e seriedade científica. Obrigada pelo incentivo, pelos conhecimentos compartilhados e por contribuir, imensamente, para meu crescimento profissional.

À Profa. Clarissa, que aceitou o desafio de participar comigo deste trabalho. Obrigada por partilhar comigo seus conhecimentos e experiência na área de biomecânica e análise do movimento e, sobretudo, pelo apoio e amizade ao longo deste trabalho.

Ao Professor Jorge Zeredo, que me apoiou com suas ideias e novos olhares para “contar as histórias” que os resultados da pesquisa nos mostram. Também realizou a avaliação odontológica dos voluntários da pesquisa.

Ao Professor Sérgio Bruzadelli, responsável pelo procedimento experimental de indução de dor, que me acompanhou em cada avaliação. Por toda sua gentileza e disponibilidade, obrigada!

À Geovana de Paula Bolzan, por sua contribuição na avaliação fonoaudiológica dos voluntários deste estudo.

Ao Prof. Marcus Rene Gianetti, agradeço por sua generosa disposição de tempo, conhecimentos e paciência para contribuir na elaboração das rotinas de análise cinemática da mastigação.

Aos Colegas do curso de Fisioterapia e à Faculdade de Ceilândia – UnB, pelo acolhimento e por todo apoio, material e pessoal, sem os quais, a realização desta pesquisa não seria possível.

Aos amigos que deixei em Brasília. Mais que colegas, pessoas que admiro e quero muito bem: Aline do Carmo, Clarissa, Aline Toledo, Rodrigo, Luisiane, Liana e João Paulo. Sei que

todos torceram por mim. Muito obrigada pelo apoio, amizade e por me acolherem em suas casas com tanto carinho.

Aos incontáveis “ouvidos” de amigas queridas – Alines, Lui, Liana, Ju, Jô, Mi, Geo - que ouviam tudo sobre o meu trabalho, entendendo quase nada. Obrigada!

Aos meus amigos, todos eles, que me acolheram em suas casas em diferentes momentos deste doutorado. Em especial aos meus compadres Denise e Vicente. Obrigada pelo apoio e por sempre torcerem por mim.

À UFSM e ao Programa de Pós-Graduação em Distúrbios da Comunicação Humana, por permitirem meu aprimoramento científico e uma formação de qualidade.

À banca examinadora desta tese, profissionais que admiro, por aceitarem contribuir com o enriquecimento deste estudo.

Aos voluntários desta pesquisa, que aceitaram o desafio de participar de um estudo envolvendo dor e desconforto, em nome da ciência e do conhecimento. Obrigada!

*Noventa por cento do sucesso se baseia simplesmente em insistir.*

Woody Allen



## RESUMO

Tese de Doutorado  
Programa de Pós-Graduação em Distúrbios da Comunicação Humana  
Universidade Federal de Santa Maria

### **INFLUÊNCIA DA DOR MUSCULAR EXPERIMENTAL SOBRE A FUNÇÃO MASTIGATÓRIA: ANÁLISE CINEMÁTICA E ELETROMIOGRÁFICA**

AUTORA: Fernanda Pasinato

ORIENTADORA: Eliane Castilhos Rodrigues Corrêa

COORIENTADORA: Clarissa Cardoso S.C Paz

Santa Maria, 14 de dezembro de 2015

Esta tese teve como objetivo investigar os efeitos da dor induzida experimentalmente no músculo masseter sobre os movimentos e a atividade eletromiográfica crânio-cervical e mandibular durante a mastigação em indivíduos saudáveis. Foram analisadas variáveis cinemáticas relacionadas: (1) à sequência mastigatória (duração, número de ciclos e frequência mastigatória); (2) ao ciclo mastigatório: duração das fases de abertura, fechamento e fase oclusal; amplitude máxima de movimento e velocidade vertical, médio-lateral, anteroposterior e tridimensional da mandíbula durante as fases de abertura e fechamento; amplitude máxima de deslocamento e velocidade tridimensional crânio-cervical durante as fases de abertura e fechamento mandibular; máxima variação do ângulo de flexo-extensão cervical durante a mastigação; relação entre os movimentos mandibulares e crânio-cervicais tridimensionais. As variáveis eletromiográficas analisadas, durante o ciclo mastigatório, foram: duração do tempo inativo e ativo dos músculos masseteres dos lados de trabalho e balanceio; amplitude de ativação muscular (AAM) dos músculos masseter e esternocleidomastóideo (ECM), durante os períodos ativo e inativo; simetria de ativação dos músculos masseter e ECM; coativação e correlação entre a AAM do masseter e ECM dos lados de trabalho e balanceio, durante o período ativo. Participaram do estudo 28 voluntários do sexo masculino, com média de idade de 20,6 anos. Os dados cinemáticos foram obtidos através do Sistema Qualisys e os dados eletromiográficos por meio de sensores sem fio e eletromiógrafo Delsys. Foram realizados registros em mastigação unilateral de uma bala de goma de consistência firme, antes e depois de injeções de solução de glutamato monossódico (substância indutora de dor) e de solução salina isotônica (controle). A ordem e o lado das aplicações foram randomizados e separados por um intervalo mínimo de 45 minutos. Os dados pré e pós procedimentos experimentais foram analisados pelos testes *t* e *Wilcoxon* para variáveis dependentes e o coeficiente de correlação de *Spearman* foi utilizado para a análise da relação entre variáveis mandibulares e crânio-cervicais. Como resultados, observou-se que a dor ocasionou redução da amplitude de deslocamento médio-lateral durante o fechamento mandibular; redução das velocidades vertical e tridimensional durante a abertura e velocidade médio-lateral durante a abertura e fechamento do ciclo mastigatório; redução da AAM do músculo masseter do lado de trabalho durante o período ativo e aumento da simetria de ativação entre os músculos masseteres dos lados de trabalho e balanceio durante o ciclo mastigatório. Entretanto, nenhum efeito da dor foi observado sobre as variáveis cinemáticas e eletromiográficas crânio-cervicais ou sobre as relações do movimento, AAM ou coativação entre os sistemas mandibular e crânio-cervical. Tamanhos de efeito moderados foram observados para os resultados das variáveis cinemáticas de amplitude e velocidade mandibular médio-lateral e vertical, sugerindo que estas podem ter relevância clínica na avaliação da mastigação na presença de dor aguda. Tamanhos de efeito pequenos foram observados em todos os resultados das variáveis eletromiográficas, limitando sua generalização para indivíduos com DTM. Em conclusão, na presença de dor aguda, as adaptações do sistema estomatognático envolvem principalmente mecanismos locais, influenciando apenas parâmetros cinemáticos e eletromiográficos mandibulares, sem compensações sobre o movimento e atividade eletromiográfica crânio-cervical.

**Descritores:** Dor Muscular Experimental. Movimento Crânio-Cervical. Movimento Mandibular. Eletromiografia. Mastigação. Glutamato de Sódio.

## ABSTRACT

Doctoral Thesis  
Program in Human Communication Disorders  
Federal University of Santa Maria

### **EFFECT OF EXPERIMENTAL JAW-MUSCLE PAIN ON FUNCTION MASTICATORY: ANALYSIS KINEMATICS AND ELECTROMYOGRAPHIC**

AUTHOR: Fernanda Pasinato

ADVISOR: Eliane Castilhos Rodrigues Corrêa

CO-ADVISOR: Clarissa Cardoso S.C Paz

This thesis aimed to investigate the effects of experimentally induced jaw-muscle pain on the movements and electromyographic activity of jaw and head-neck during chewing in healthy subjects. Kinematic variables related were analyzed: (1) the masticatory sequence (duration, number of cycles masticatory and frequency); (2) the chewing cycle: time of opening, closing and occlusal phase; maximum range of motion and vertical, medial-lateral, anteroposterior and three-dimensional speed of jaw during the phases of opening and closing; maximum amplitude of displacement and head-neck three-dimensional speed during the phases of opening and closing jaw; maximum variation of the cervical flexion-extension angle while chewing; relationship between jaw and head-neck three-dimensional movement. The electromyography variables of the masticatory cycle analyzed were: inactive and active time of the masseter muscles in the side of work and balancing; muscle activation amplitude (MAA) of the masseter and ECM muscles, during active and inactive periods; activation symmetry of the masseter muscles and ECM; coactivation and correlation between masseter MAA and the ECM side of balancing work, during the active period. The study included 28 male volunteers, mean age of 20.6 years. Kinematic data were obtained from Qualisys System and electromyographic data via wireless sensors Delsys. Records were conducted during unilateral chewing wine gum before and after monosodium glutamate solution injections (pain-inducing substance) and normal saline (control). The order and the side of the applications were randomized and separated by a minimum of 45 min. The records before and after experimental procedures were analyzed by *t test* and *Wilcoxon* test for dependent variables and the *Spearman* correlation coefficient was used to analyze the relationship between mandibular and head-neck variables. As a result, it was observed that pain incited reduction on range of mid-lateral movement during the closing jaw, on vertical and three-dimensional speed during the opening and mid-lateral speed during the opening and closing of the masticatory cycle, reduction on MAA masseter muscle side job during the active period prescribed and increased activation symmetry between the masseter muscles on the side of balancing work and during the chewing cycle. However, no effect of pain was observed on the kinematic and electromyographic head-neck variables or on the movement relations and MAA or coactivation between the mandibular and head-neck systems. Moderate effect sizes were observed for results of the kinematic variables of mid-lateral amplitude and mid-lateral/vertical mandibular speed, suggesting that these may have clinical relevance in the evaluation of mastication in the presence of acute pain. Small effect sizes were observed in all results of electromyographic variables, limiting generalizability of the results to the population of patients with TMD. In conclusion, in the presence of acute pain of the stomatognathic system adaptations involve mainly local mechanisms, influencing only kinematic parameters and mandibular electromyographic without compensation on the movement and head-neck electromyographic activity.

**Keywords:** Experimental Muscle Pain. Jaw Movement. Head-Neck Movement. Electromyography. Chewing. Sodium Glutamate.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 -	Deslocamento vertical da mandíbula e ativação EMG durante os ciclos mastigatórios tipo I, II e II.....	24
Figura 2 -	Fluxograma do recrutamento e seleção dos voluntários do estudo.....	46
Figura 3 -	Fluxograma dos procedimentos do estudo.....	47
Figura 4 -	Orientação do plano de trabalho e campo de visão das unidades de captura.....	47
Figura 5 -	Arranjo experimental - <i>set</i> de coleta com câmeras do sistema Qualisys (QTM - Qualisys Track Manager) .....	47
Figura 6 -	Sistema de calibração do sistema de captura de movimento. Volume da calibração mostrando área de trabalho. Eixos x, y e z.....	48
Figura 7 -	Posicionamento dos eletrodos e marcadores reflexivos.....	49
Figura 8 -	Sensor de EMG sem fio e Eletromiógrafo Delsys.....	50
Figura 9 -	Posicionamento dos eletrodos sobre os músculos masseter e ECM .....	50
Figura 10 -	Rolo e barra de Parafilm "M" utilizada pelos voluntários durante a contração voluntária máxima do músculo masseter.....	51
Figura 11 -	Procedimento de indução da dor muscular experimental.....	53
Figura 12 -	Sequência mastigatória completa.....	54
Figura 13 -	Ciclo mastigatório e suas fases.....	55
Figura 14 -	Deslocamento da mandíbula nos eixos vertical (linha vermelha), anteroposterior (linha azul) e médio-lateral (linha verde) .....	55
Figura 15 -	Deslocamento vertical (A) e velocidade nos eixos vertical (B), médio-lateral (C) e anteroposterior (D).....	56
Figura 16 -	Ângulo de flexo-extensão cervical .....	57
Figura 17 -	Valores da EVA para a intensidade da dor após a injeção de solução de glutamato e solução salina isotônica .....	62

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Variáveis temporais do ciclo mastigatório nas condições pré e pós dor induzida (CDI) e controle (CC) .....	64
Tabela 2	Amplitude máxima de movimento mandibular anteroposterior, médio-lateral, vertical durante as fases de abertura e fechamento do ciclo mastigatório nas condições pré e pós dor induzida (CDI) e controle (CC) ....	65
Tabela 3	Velocidades máximas anteroposterior, médio-lateral, vertical e tridimensional da mandíbula durante as fases de abertura e fechamento do ciclo mastigatório pré e pós condição dor induzida e condição controle.....	66
Tabela 4	Amplitude de movimento e velocidade tridimensional (3D) crânio-cervical durante as fases de abertura e fechamento do ciclo mastigatório pré e pós condição dor induzida e controle.....	67
Tabela 5	Magnitude de variação (Peak-Peak) do ângulo de flexo-extensão cervical (graus) durante o repouso e mastigação nas condições pré e pós dor induzida e controle.....	68
Tabela 6	Amplitude de Ativação Muscular (AAM) os músculos masseter e ECM durante os períodos inativo e ativo do ciclo mastigatório nas condições pré e pós dor induzida e controle.....	70
Tabela 7	Tempo Inativo e Tempo Ativo do ciclo mastigatório para os músculos masseter do lado de trabalho e masseter do lado de balanceio pré e pós condição dor induzida e condição controle.....	71
Tabela 8	Simetria da atividade eletromiográfica do músculo masseter e esternocleidomastóideo (ECM) durante a mastigação pré e pós condição dor induzida e controle.....	71
Tabela 9	Correlação entre a amplitude de ativação muscular (AAM) dos músculos masseteres do lado de trabalho (MT) e balanceio (MB) e AAM dos músculos ECM do lado de trabalho (ECMT) e balanceio (ECMB) para cada condição de registro de mastigação.....	72
Tabela 10	Coativação entre os músculos ECM e masseter dos lados de trabalho e balanceio durante o período ativo do ciclo mastigatório.....	73

## LISTA DE ABREVIATURAS

AAM: amplitude de ativação muscular  
AL: abertura lenta  
AR: abertura rápida  
ATM: articulação temporomandibular  
CB: condição base  
CC: condição controle  
CDI: condição dor induzida  
CVM: contração voluntária máxima  
DTM: disfunção temporomandibular  
D: direito  
E: esquerdo  
ECM: músculo esternocleidomastóideo  
EMG: eletromiografia  
SEMG: eletromiografia de superfície  
EVA: escala visual analógica de dor  
DP: desvio padrão  
FL: fechamento lento  
FR: fechamento rápido  
GPC: gerador de padrão central  
IIC: Índice de Incapacidade Cervical  
mm: milímetros  
ms: milissegundos  
POC: percentual do coeficiente de sobreposição  
RDC/TMD: Critérios de Diagnóstico para Pesquisa de Desordens Temporomandibulares  
RMS: Root Mean Square  
s: segundos  
TA: tempo ativo  
TCLE: termo de consentimento livre e esclarecido  
TI: tempo inativo  
3D: tridimensional

## LISTA DE APÊNDICES

<b>Apêndice A</b> -	Aprovação do projeto no Comitê de Ética e pesquisa com seres humanos.....	104
<b>Apêndice B</b> -	Termo de concordância da instituição coparticipante (Faculdade de Ceilândia/UnB .....	106
<b>Apêndice C</b> -	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	107
<b>Apêndice D</b> -	Formulário de Triagem.....	110
<b>Apêndice E</b> -	Escala Visual Analógica .....	111

## LISTA DE ANEXOS

<b>ANEXO I -</b>	Critérios de Diagnóstico para Pesquisa de Desordens Temporomandibulares (RDC/TMD) .....	113
<b>ANEXO II -</b>	Índice de Incapacidade Cervical.....	121
<b>ANEXO III -</b>	Avaliação da Função Mastigatória.....	123

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	15
<b>2 OBJETIVOS.....</b>	20
<b>3 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	21
3.1 Mastigação.....	21
3.2 Análise cinemática mandibular e crânio-cervical.....	25
3.3 Eletromiografia de superfície.....	29
3.4 Atividade eletromiográfica e cinemática na DTM.....	31
3.5 Modelos de dor experimental nos músculos mastigatórios.....	34
<b>4 MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	40
4.1 Delineamento do estudo.....	40
4.2 Local.....	40
4.3 Amostra.....	40
4.4 Considerações Éticas.....	42
4.5 Procedimentos de seleção.....	43
4.5.1 Critérios de Diagnóstico para Pesquisa de Desordens Temporomandibulares (RDC/TMD) .....	43
4.5.2 Índice de Incapacidade Cervical.....	43
4.5.3 Avaliação Odontológica.....	44
4.5.4 Avaliação Fonoaudiológica.....	44
4.6 Procedimentos de coleta de dados.....	45
4.6.1 Avaliação cinemática.....	46
4.6.2 Avaliação eletromiográfica.....	49
4.6.3 Indução da dor muscular experimental.....	52
4.7 Processamento dos dados.....	53
4.7.1 Processamento dos dados cinemáticos.....	53
4.7.2 Processamento dos dados eletromiográficos.....	58
4.8 Análise Estatística.....	59
<b>5 RESULTADOS.....</b>	62
5.1 Amostra.....	62
5.2 Intensidade da dor induzida.....	62
5.3 Características da sequência mastigatória.....	63
5.4 Variáveis cinemáticas relacionadas ao movimento mandibular.....	63
5.5 Variáveis cinemáticas relacionadas ao movimento crânio-cervical.....	67
5.6 Variáveis eletromiográfica da mastigação.....	68
<b>6 DISCUSSÃO.....</b>	74
<b>7 CONCLUSÕES.....</b>	92
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	94
<b>APÊNDICES.....</b>	104
<b>ANEXOS.....</b>	113



# 1 INTRODUÇÃO

A mastigação é um comportamento motor rítmico intermitente em que a língua, músculos faciais e mandibulares atuam de forma coordenada para posicionar o alimento entre os dentes, cortá-lo e prepará-lo para engolir (LUND, 1991). Nesta função, a ativação dos músculos elevadores da mandíbula é fundamental para a geração do torque mastigatório entre os dentes, necessário para a redução mecânica dos alimentos e formação eficiente do bolo alimentar (YAMADA; YAMAMURA; INOUE, 2005). Por ser a fase inicial do processo digestivo, a mastigação é considerada a função mais importante do sistema estomatognático (DOUGLAS, 2002). A adequada execução desta função depende de um controle preciso da velocidade, força e coordenação dos movimentos mandibulares e crânio-cervicais (CASTROFLORIO et al., 2012).

A atuação integrada entre as regiões crânio-cervical e temporomandibular tem sido demonstrada e atribuída à ligação anatomofisiológica entre estes sistemas no núcleo caudal trigeminal, que recebe aferências tanto do nervo trigêmeo como de raízes cervicais (ERIKSSON et al., 2000; ZAFAR; NORDH; ERIKSSON, 2000). Além destas conexões neurológicas, a transmissão de tensões entre cadeias musculares, tendões, ligamentos e fâscias nas regiões da cabeça e cervical explicam também a relação biomecânica evidenciada pela coativação do músculo esternocleidomastóideo (ECM) durante o apertamento dentário. Autores tem relatado a participação deste músculo como um importante sinergista no suporte e na estabilização da cabeça e da região cervical, o que permitiria aumentar a eficiência durante a função mastigatória (CHANDU et al., 2005; GIANNAKOPOULOS et al., 2013)

Estudos prévios analisaram os movimentos mandibulares e crânio-cervicais durante movimentos consecutivos de abertura e fechamento da boca (ERIKSSON; ZAFAR; NORDH, 1998; ERIKSSON et al., 2000; HÄGGMAN-HENRIKSON et al., 2006; KON et al., 2012; SHIMAZAKI et al., 2006). Nesta condição, o movimento da cabeça geralmente precede o movimento mandibular, indicando um mecanismo compensatório que não é tão evidente durante a mastigação, visto que esta envolve movimentos de menor amplitude (ERIKSSON et al., 2000).

Dentre as diversas atividades cotidianas que um indivíduo realiza, pode-se considerar a mastigação como uma das mais importantes e essenciais para a vida (MATSUBARA et al., 2002). Esta atividade corriqueira pode apresentar-se muito mais complexa na presença de dor. As disfunções temporomandibulares (DTM) envolvem um conjunto de sinais e sintomas

representados por dor articular e/ou muscular, limitação dos movimentos mandibulares, alteração da função muscular mastigatória e presença de ruídos articulares (OKESON, 2008; SVENSSON; GRAVEN-NIELSEN, 2001). A dor e a limitação dos movimentos mandibulares na presença de DTM podem influenciar a capacidade adaptativa e determinar prejuízo no padrão de trituração e desempenho mastigatório (FELÍCIO et al., 2007; WEBER et al., 2013; WHITAKER; GENARO; TRINDADE JÚNIOR, 2009). Além disso, a qualidade de vida de 64,64% dos indivíduos com DTM apresenta-se prejudicada em relação ao apetite ou função alimentar (OLIVEIRA et al., 2003). Assim, a função mastigatória é um aspecto importante do tratamento da DTM, no entanto, pouca atenção lhe tem sido dada.

As pesquisas sobre DTM têm investigado, principalmente, a atividade muscular em situações estáticas, como o repouso mandibular (no qual destaca-se a hiperatividade dos músculos mastigatórios e cervicais) (PINHO et al., 2000; RODRIGUES-BIGATON et al., 2008), a amplitude e assimetria de ativação muscular durante o apertamento dentário (DE FELÍCIO et al., 2009; FERRARIO et al., 2000, 2003; PASINATO et al., 2011; RIES; ALVES; BÉRZIN, 2008) e/ou sua relação com as disfunções cervicais (ARMIJO-OLIVO et al., 2010; BEVILAQUA-GROSSI; CHAVES; OLIVEIRA, 2007; RIES; ALVES; BÉRZIN, 2008).

Embora estudos clínicos (DE FELÍCIO et al., 2013; PASINATO et al., 2011; RIES; ALVES; BÉRZIN, 2008; WEBER et al., 2013) busquem esclarecer as adaptações motoras associadas à DTM, frequentemente, variáveis psico-sociais, anátomo-oclusais, a gravidade da disfunção e a flutuação do quadro doloroso não podem ser adequadamente controladas em estudos desenvolvidos com pacientes. Além disso, devido à cronicidade da DTM, a dor muscular é geralmente de intensidade leve, com exacerbações durante a função, em intensidade e em momentos variados (LOBBEZOO; VAN SELMS; NAEIJE, 2006; SVENSSON; GRAVEN-NIELSEN, 2001).

Considerando o grande número de variáveis que podem estar simultaneamente envolvidas nos distúrbios do movimento mandibular e crânio-cervical em indivíduos com DTM, técnicas de indução química (como a injeção intramuscular de solução de glutamato ou salina hipertônica) têm sido utilizadas para provocar, experimentalmente, sintomas de DTM em indivíduos saudáveis (BAAD-HANSEN et al., 2009; CASTRILLON et al., 2008; CASTROFLORIO et al., 2012; SAE-LEE et al., 2008a; WIESINGER et al., 2013). Uma vez que a causa da dor é conhecida, seus efeitos sobre o sistema somatossensorial e a função motora podem ser avaliados sob condições controladas e padronizadas (SVENSSON; GRAVEN-NIELSEN, 2001).

Alguns resultados de estudos clínicos (FELÍCIO et al., 2007; HANSDOTTIR; BAKKE, 2004) e experimentais (SVENSSON; ARENDT-NIELSEN; HOUE, 1996; SVENSSON; HOUE; ARENDT-NIELSEN, 1997) são consistentes com o modelo de adaptação à dor. De acordo com este modelo, durante a mastigação e apertamento dentário, a dor leva à diminuição da atividade eletromiográfica durante a ação muscular agonista (CASTROFLORIO et al., 2012; SVENSSON; ARENDT-NIELSEN; HOUE, 1998; SVENSSON et al., 2004), e concomitante aumento da atividade antagonista. Adicionalmente, a redução da amplitude e da velocidade do movimento mandibular protegem o sistema contra prejuízos adicionais (PECK; MURRAY; GERZINA, 2008; SVENSSON; ARENDT-NIELSEN; HOUE, 1996).

Por outro lado, alterações relativas a amplitude de movimento e velocidade de abertura e fechamento mandibular durante a mastigação não foram demonstradas em indivíduos com DTM (BRANDINI et al., 2011; DE FELÍCIO et al., 2013). Ainda, a dor evocada por infusão contínua de solução salina hipertônica não causou alterações significativas nos parâmetros cinemáticos dos ciclos mastigatórios (SAE-LEE et al., 2008a; SVENSSON; ARENDT-NIELSEN; HOUE, 1998). Portanto, a modificação dos parâmetros cinemáticos da mastigação (menor velocidade e deslocamento e alteração de parâmetros temporais), em casos de DTM e em estudos de dor experimental dos músculos mastigatórios, não é consenso na literatura. Além disso, os efeitos da dor muscular experimental sobre a simetria de ativação dos músculos mastigatórios e cervicais, durante a mastigação de um modelo alimentar, não foram descritos.

Investigações foram realizadas, sobretudo, utilizando a avaliação eletromiográfica dos músculos cervicais e elevadores da mandíbula durante o apertamento dentário (BALLENBERGER et al., 2012; GONÇALVES; ORDENES; RODRIGUES-BIGATON, 2007; PASINATO et al., 2011; SVENSSON et al., 2004, 2005). Situações dinâmicas, porém menos funcionais, como a abertura e fechamento mandibular repetidas (BAAD-HANSEN et al., 2009; WIESINGER et al., 2013; ZAFAR; NORDH; ERIKSSON, 2000) e a contração isotônica bilateral simultânea (mastigação não habitual) também têm sido analisadas (BRIESEMEISTER; SCHMIDT; RIES, 2012a; RIES; ALVES; BÉZIN, 2008). Porém, a compreensão de como esta função se comporta durante a mastigação, em indivíduos com dor orofacial, carece de estudos.

Além disso, poucos trabalhos analisaram a mastigação de modelos alimentares na presença de dor induzida nos músculos mastigatórios (SAE-LEE et al., 2008b; SVENSSON; ARENDT-NIELSEN; HOUE, 1998; SVENSSON; HOUE; ARENDT-NIELSEN, 1997; SVENSSON et al., 1996) ou em indivíduos com DTM (DE FELÍCIO et al., 2013; FERREIRA et al., 2014) e sua influência sobre os movimentos e atividade eletromiográfica crânio-cervical.

A maior parte das pesquisas que investigaram parâmetros eletromiográficos e cinemáticos da mastigação concentra-se na caracterização e identificação de diferenças na mastigação de diferentes consistências, dureza e tamanho do bolo alimentar (FUEKI et al., 2008; PEYRON; LASSAUZAY; WODA, 2002; PIANCINO et al., 2008; WINTERGERST; THROCKMORTON; BUSCHANG, 2008), modificações no padrão mastigatório frente a alterações oclusais como a mordida aberta e/ou profunda (PIANCINO et al., 2012; SONNESEN; SVENSSON, 2013) ou na análise da eficiência e padrão mastigatório após a realização de reabilitações protéticas (MARTÍN et al., 2012).

Considerando que as adaptações motoras frente à dor muscular são dependentes da tarefa (HODGES; TUCKER, 2011), efeitos distintos podem ser esperados sobre músculos agonistas (masseter) e sinergistas (ECM), durante uma atividade dinâmica como a mastigação, de modo que mais estudos são necessários. A melhor compreensão das estratégias motoras mandibulares e crânio-cervicais durante a mastigação sob influência da dor experimentalmente induzida pode fornecer elementos para o direcionamento de práticas preventivas e curativas, que gerenciem a dor de forma precoce e contemplem o aspecto funcional da motricidade orofacial, mais precisamente, a função mastigatória. Tal abordagem poderia evitar a cronificação da disfunção e a instalação de adaptações estruturais.

Embora alguns estudos, com métodos de avaliação clínicos e subjetivos, assinalem estas modificações, estes não definem com precisão a modificação de variáveis cinemáticas da mastigação, que podem estar presentes em adaptações agudas frente ao estímulo doloroso. Neste sentido, a utilização de um sistema de análise de movimento de alta precisão permite quantificar objetivamente a influência da dor sobre o movimento crânio-cervical e mandibular.

Portanto, este estudo foi realizado com o intuito de testar a hipótese de que a dor induzida experimentalmente no músculo masseter, por um mecanismo compensatório, modifica os parâmetros cinemáticos mandibulares e cervicais (temporais, amplitude de movimento e velocidade) e a atividade eletromiográfica dos músculos masseter e esternocleidomastóideo (variáveis temporais, amplitude, simetria de ativação e coativação muscular) durante a mastigação. Além disso, o efeito da dor sobre a relação entre as variáveis mandibulares e crânio-cervicais também foi analisado.

A presente pesquisa está estruturada em oito capítulos: o primeiro, destinado à introdução, aborda os conceitos que fundamentaram o estudo, a justificativa, o problema de pesquisa e as hipóteses testadas. O segundo capítulo apresenta os objetivos do estudo. O terceiro, referente à revisão de literatura, expõe o referencial teórico sobre os tópicos abordados no estudo. O quarto capítulo descreve os materiais e métodos da pesquisa, incluindo o seu

delineamento, aspectos éticos, instrumentos e procedimentos de seleção da amostra, coleta e análise de dados. O quinto capítulo apresenta os resultados encontrados, sob a forma de tabelas e figuras. O sexto capítulo trata da discussão do estudo, com a relação entre os resultados e a literatura pertinente, seguido das suas conclusões, descritas no sétimo capítulo. No oitavo capítulo, constam as referências bibliográficas que fundamentaram esta pesquisa. Finalizando o trabalho, estão inseridos os apêndices e anexos.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Investigar os efeitos da dor induzida experimentalmente no músculo masseter sobre os movimentos e atividade eletromiográfica mandibular e crânio-cervical durante a mastigação em indivíduos saudáveis.

### **2.2 Objetivos Específicos**

Analisar os efeitos da dor muscular induzida experimentalmente pela injeção de solução de glutamato monossódico (condição dor induzida – CDI) e de uma substância placebo (solução salina isotônica/ condição controle - CC) sobre:

- as variáveis relacionadas à sequência mastigatória: duração total, número de ciclos, frequência;
- as variáveis cinemáticas mandibulares e crânio-cervicais têmporo-espaciais relacionadas ao ciclo mastigatório;
- a magnitude da variação do ângulo de flexo-extensão cervical durante a mastigação;
- a relação entre os movimentos crânio-cervicais e mandibulares tridimensionais
- as variáveis eletromiográficas: temporais; amplitude e simetria de ativação dos músculos masseter e ECM; a coativação e a correlação entre ativação destes músculos durante o período ativo do ciclo mastigatório.

## 3 REVISÃO DE LITERATURA

### 3.1 Mastigação

O sistema estomatognático é altamente complexo e refinado, composto por músculos, articulações, ligamentos, ossos e dentes. Suas funções contemplam a mastigação, fala, deglutição e paladar (OKESON, 2008).

A mastigação é definida como um comportamento motor rítmico que envolve movimentos coordenados da mandíbula, cabeça e língua para posicionar o alimento entre os dentes e, assim, triturá-lo e prepará-lo para a deglutição. O conjunto destes movimentos é a sequência mastigatória, constituída de ciclos mastigatórios (LUND, 1991).

Nesta função, a ativação coordenada dos músculos elevadores da mandíbula (masseter, temporal e pterigoideo medial) é fundamental para a geração do torque mastigatório entre os dentes, necessário para a redução mecânica dos alimentos e formação eficiente do bolo alimentar (YAMADA; YAMAMURA; INOUE, 2005).

Vários fatores são determinantes para a mastigação adequada. Os dentes são estruturas importantes pois formam a área oclusal, onde as partículas de alimento são fragmentados. Esta fragmentação depende da área total de oclusão e, portanto, do número de elementos dentários. Outro fator importante na mastigação é a força da mordida, que depende do volume muscular, bem como da atividade elétrica e coordenação entre os diferentes músculos mastigatórios. Além disso, o movimento mandibular e seu controle neuromuscular também influenciam o desempenho da função mastigatória (VAN DER BILT et al., 2006).

Assim como outras funções cíclicas vitais (respiração e locomoção), a ativação rítmica dos diferentes grupos musculares envolvidos na mastigação é controlada por uma rede neuronal, associada aos neurônios trigeminais, localizada no tronco cerebral e denominada gerador de padrão central (GPC). Um GPC é capaz de produzir a atividade rítmica mesmo na ausência de estímulos descendentes ou aferentes sensoriais (MORQUETTE et al., 2012). Este padrão básico é fundamental para a coordenação adequada da língua, lábios e mandíbula.

Entretanto, para desencadear respostas motoras adequadas à função mastigatória, o sistema nervoso central necessita de informações sobre a posição e a velocidade da mandíbula, sobre as forças que atuam sobre a mandíbula e os dentes, e sobre o comprimento e a contração os músculos envolvidos. Isto é particularmente evidente quando se verifica que a atividade

neuromuscular é muito menor durante a mastigação fictícia, comparada à mastigação natural (VAN DER BILT et al., 2006).

Assim, o sistema estomatognático recebe continuamente estímulos sensoriais intra e extraorais, de músculos e articulações, que informam as características do alimento e interferências no sistema que indiquem a necessidade de adaptações, levando a uma considerável variabilidade entre ciclos em cada fase da mastigação do bolo alimentar (LUND; KOLTA, 2005; MORQUETTE et al., 2012).

Estudos têm investigado a variabilidade no processo mastigatório, conforme a consistência e tamanho do alimento. Piancino et al (2008) compararam os parâmetros cinemáticos e eletromiográficos da mastigação de bolos alimentares de consistência macia (goma de mascar) e dura (bala de gelatina). Na mastigação do alimento mais consistente o movimento mandibular no plano frontal e o pico de velocidade foram maiores. Também o pico de atividade EMG dos músculos mastigatórios aumentou tanto do lado de trabalho quanto de balanceio, mas o lado de balanceio aumentou sua atividade significativamente mais que o lado de trabalho quando a consistência do bolo alimentar foi maior. Os autores concluíram que o aumento da atividade EMG no lado de balanceio pode ajudar a manter o equilíbrio mandibular, contribuindo para o aumento da potência de trituração gerada pelo masseter no lado de trabalho.

Peyron, Lassauzay e Woda (2002) realizaram um estudo, utilizando alimentos artificiais padronizados quanto ao tamanho e dureza (gelatina artificial), e mostraram que o tamanho do bolo alimentar influencia parâmetros relacionados à sequência e ao ciclo mastigatório. Além do aumento da atividade eletromiográfica dos músculos masseter e temporal, foram identificadas maior duração da sequência e do número de ciclos mastigatórios, maior amplitude vertical e lateral de movimento mandibular e maior duração da fase oclusal do ciclo mastigatório. Estas variações foram mais consistentes durante os primeiros cinco ciclos analisados.

Outro estudo (HÄGGMAN-HENRIKSON; ERIKSSON, 2004) também identificou a influência do tamanho e consistência do bolo alimentar sobre a amplitude de movimento crânio-cervical durante a mastigação, sugerindo que estes aspectos são capazes de modificar o controle motor da função mandibular.

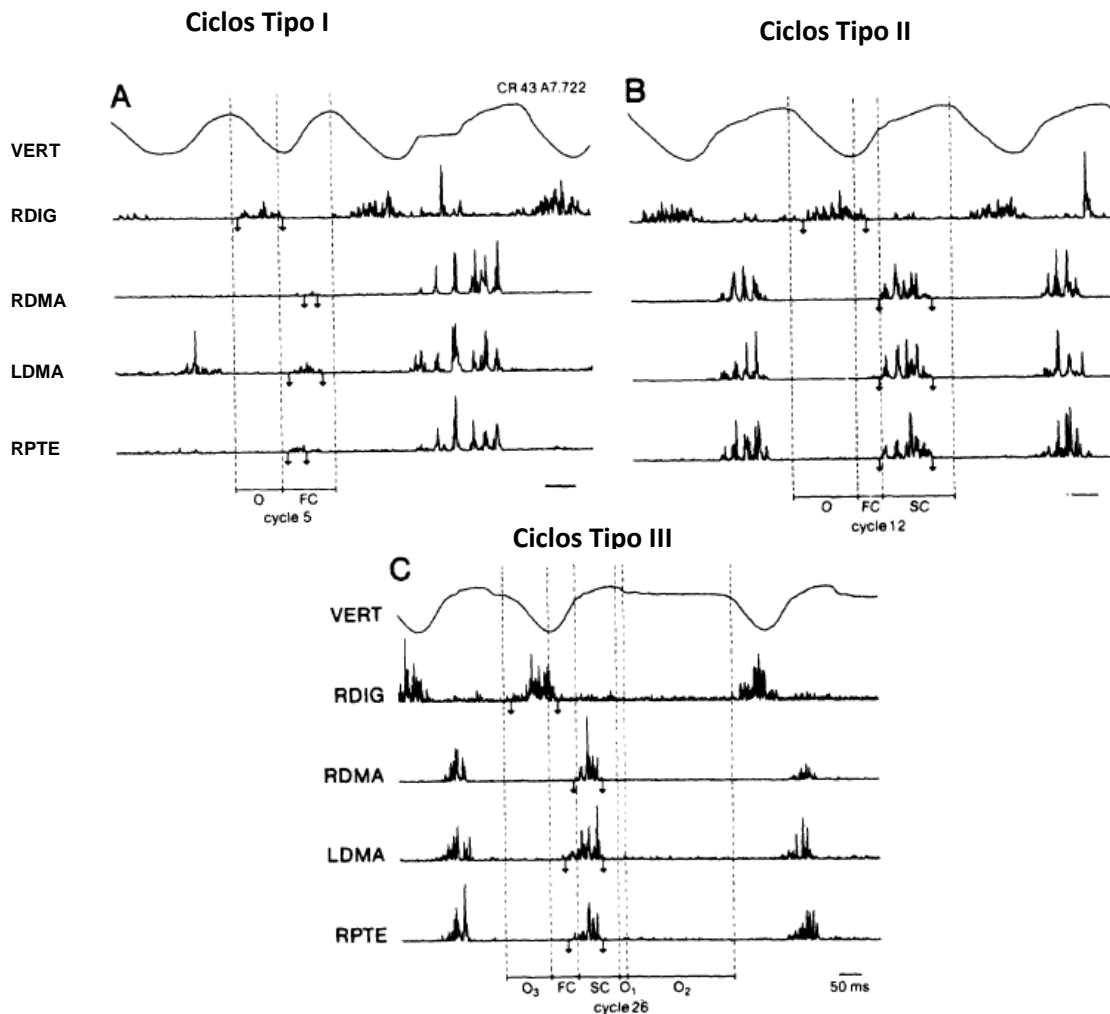
A sequência mastigatória é composta pelo conjunto de movimentos que ocorrem da ingestão à deglutição do alimento. De acordo com Van der Bilt et al. (2006), o número de ciclos mastigatórios necessários para preparar um mesmo tipo de alimento para a deglutição é relativamente constante para um mesmo indivíduo. Por outro lado, grandes variações são observadas ao comparar o número de ciclos mastigatórios até a deglutição entre indivíduos.



A partir dos movimentos mandibulares e o padrão de atividade dos músculos mastigatórios, a sequência mastigatória pode ser dividida em três períodos funcionalmente distintos: série preparatória, série de redução e série pré-deglutição. Em cada período, os ciclos mastigatórios diferem quanto à forma, duração e número de fases (LUND, 1991).

A série preparatória constitui-se dos movimentos mandibulares relacionados à ingestão e quebra do alimento, que é movido para trás, sobre os dentes molares, em uma série curta de ciclos tipo I. Os ciclos mastigatórios tipo I possuem apenas duas fases, o fechamento rápido (FR) e a abertura rápida (AR), e há pouco movimento lateral durante o fechamento mandibular, quando comparado aos demais tipos de ciclos mastigatórios. A ativação dos músculos elevadores da mandíbula é inconsistente, enquanto o músculo digástrico se encontra bastante ativo durante o abaixamento mandibular (LUND, 1991) (Figura 1 A). A série de redução, também chamada de mastigação rítmica, é a melhor descrita na literatura sobre o comportamento mastigatório. É o período da sequência mastigatória no qual ocorre a trituração do alimento e seus ciclos são denominados de tipo II. Estes ciclos possuem, além do fechamento e abertura rápidos, o fechamento lento (FL), que se inicia imediatamente após o fechamento rápido e compõe a fase oclusal do ciclo mastigatório. A mandíbula move-se para o lado de trabalho ao longo do FR e, durante o FL, inicia-se um pico de desaceleração quando os dentes envolvem o alimento e a mandíbula move-se medialmente. Há menor ativação dos músculos elevadores da mandíbula durante o FR, quando comparado ao FL, fase na qual a atividade eletromiográfica aumenta rapidamente. Durante esta série, os movimentos verticais vão reduzindo sua amplitude à medida que o alimento é triturado em partículas menores (LUND, 1991) (Figura 1B).

A série pré-deglutição, constituída de ciclos do tipo III, envolve movimentos preparatórios para a deglutição do alimento. O ciclo mastigatório inclui o fechamento rápido e lento e três fases de abertura distintas: (1) abertura rápida e curta, (2) abertura lenta ou pausa e (3) abertura rápida. O movimento de abertura lenta ou pausa tem sido funcionalmente associado aos movimentos da língua, envolvidos no transporte do bolo alimentar, bem como à maior ativação do músculo digástrico (CRANE et al., 2013; LUND, 1991) (Figura 1C).



**Figura 1** - Deslocamento vertical da mandíbula e ativação EMG durante os ciclos mastigatórios tipo I, II e II (modificado de LUND, 1991). Legenda: VERT: movimento vertical da mandíbula, RDIG: digástrico direito, RDMA: masseter profundo direito, LDMA: masseter profundo esquerdo, RPTE: pterigoideo medial direito, O: abertura, FC: fechamento rápido, SC: fechamento lento, O1: pequeno movimento de abertura rápido e curto, O2: abertura lenta ou pausa, O3: abertura rápida.

Whitaker, Genaro e Trindade Júnior (2009) descrevem que o padrão mastigatório típico envolve a mastigação bilateral alternada, com lábios selados, sem a participação exagerada da musculatura perioral. Durante a fase de abertura da boca, ocorre o relaxamento dos músculos elevadores da mandíbula e a contração isotônica dos músculos abaixadores da mandíbula; no fechamento da boca, ocorre a elevação mandibular decorrente da contração isotônica dos músculos levantadores e relaxamento reflexo dos músculos abaixadores da mandíbula; na fase oclusal, há contato e intercuspidação dos dentes, gerando forças inter-occlusais, decorrentes da contração isométrica dos músculos elevadores da mandíbula, que partem o alimento em partículas menores. Durante a fase de abertura do ciclo mastigatório, ocorrem movimentos inclinados para o lado de balanceio e, durante o fechamento, os mesmos são dirigidos para o lado de trabalho. À medida que o alimento é triturado, o movimento predominante da mandíbula se dá no plano vertical.

A mastigação bilateral alternada é o padrão ideal para estimulação das estruturas que dão suporte ao ato de mastigar. Assim, o adequado desenvolvimento da mandíbula e da maxila é estimulado por excursões amplas, contatos oclusais fisiológicos e atividade muscular bilateralmente sincrônica que permitem a distribuição uniforme das forças sobre o sistema estomatognático (DOUGLAS, 2002; PIGNATARO NETO; BÉRZIN; RONTANI, 2004).

Diante de uma disfunção mastigatória, diversas compensações podem ser observadas, tais como movimentos exacerbados de cabeça, trituração do alimento com os dentes anteriores, amassamento do alimento com a língua, uso excessivo da musculatura perioral ou desoclusão labial durante a mastigação. Também o padrão mastigatório pode ser alterado para uma predominância unilateral ou mastigação unilateral crônica (WHITAKER; GENARO; TRINDADE JÚNIOR, 2009).

A adequada execução desta função depende de um controle preciso da velocidade, força e coordenação dos movimentos mandibulares e crânio-cervicais (CASTROFLORIO et al., 2012). A atuação integrada dos sistemas crânio-cervical e mandibular tem sido demonstrada e isto pode ser explicado pela convergência de aferentes trigeminais e cervicais no complexo nuclear sensorial do tronco encefálico (ERIKSSON et al., 2000; ZAFAR et al., 2000). Além destas conexões neurológicas, a transmissão de tensões entre cadeias musculares, tendões, ligamentos e fâscias nas regiões da cabeça e cervical sugere também uma relação biomecânica, com a coativação do músculo ECM durante o apertamento dentário (CIUFFOLO et al., 2005; ZUÑIGA et al., 1995). Autores tem relatado a participação deste músculo como um importante sinergista no suporte e estabilização da cabeça e região cervical, o que permitiria aumentar a eficiência mastigatória durante esta função (CHANDU et al., 2005; GIANNAKOPOULOS et al., 2013).

A atividade dos músculos mandibulares também está relacionada com os músculos do pescoço e do tronco e um desequilíbrio em qualquer um deles pode ter efeitos difundidos (ZUÑIGA et al., 1995).

### **3.2 Análise cinemática mandibular e crânio-cervical**

A utilização da tecnologia de captura de movimento de alta resolução em estudos sobre a função mastigatória é relativamente recente. Diferentes sistemas de rastreamento dos movimentos crânio-mandibulares têm sido utilizados, tais como sistemas optoeletrônicos (FERRARIO et al., 2006; KON et al., 2012; SHIMAZAKI et al., 2006; WIESINGER et al., 2013), cinesiográficos (PEYRON; LASSAUZAY; WODA, 2002; PIANCINO et al., 2012) e

eletromagnéticos (BAKKE; HANSDOTTIR, 2008). Estes instrumentos permitem desde a descrição e quantificação de variáveis cinemáticas, até a modelagem e a reconstrução tridimensional de seus componentes anatômicos e funcionais.

Um pré-requisito comum à maioria dos estudos que utilizam equipamentos optoeletrônicos é a necessidade de fixar os marcadores reflexivos no segmento corporal que será avaliado. Para o registro dos movimentos mandibulares e crânio-cervicais os marcadores têm sido posicionados de duas maneiras: sobre os dentes, por meio de um suporte de aço fixado aos incisivos superiores e inferiores (DE FELÍCIO et al., 2013; FERRARIO et al., 2005); e sobre a pele, posicionados sobre o mento/queixo e sobre a glabella do osso frontal do crânio ou ponte nasal (HÄGGMAN-HENRIKSON; ERIKSSON, 2004; HÄGGMAN-HENRIKSON et al., 1998; MACIEL; LEMOS; ZEREDO, 2012; WIESINGER et al., 2013; WILSON; GREEN; WEISMER, 2012).

A utilização de marcadores fixados sobre os dentes pode gerar dados mais consistentes com os movimentos mandibulares em termos de valores absolutos. Por outro lado, o uso de marcadores posicionados sobre a pele pode levar a algumas distorções devido ao movimento concomitante do tecido mole (HÄGGMAN-HENRIKSON et al., 1998).

Häggman-henrikson et al. (1998) avaliaram sistematicamente a aplicabilidade do uso de marcadores fixados sobre a pele, em registros dos movimentos mastigatórios. Os autores compararam registros mastigatórios realizados com marcadores posicionados sobre a pele (região frontal, nariz e mento) e diretamente sobre os dentes incisivos, por meio de estruturas externas. Cada um destes registros apresentou vantagens e desvantagens. Comparadas aos registros com marcadores fixados sobre a pele, as medidas de deslocamento com marcadores fixados aos dentes foram significativamente maiores para a abertura vertical, além da maior velocidade desenvolvida durante o do ciclo mastigatório.

Apesar destas discrepâncias, a utilização de marcadores fixados à pele comparada aos marcadores fixados aos incisivos centrais teve pouca variabilidade para o marcador fixado sobre a região frontal (0,04 menor no início e 0,03 ao final da abertura mandibular, com  $p > 0,05$ ) e maior variação para o marcador fixado ao queixo (0,08 ao início do ciclo e 2,97 no pico de abertura,  $p < 0,05$ ). Segundo os autores, não houve interferência, no domínio do tempo, na estimativa do movimento tridimensional mandibular e a análise espacial intra-sujeito foi considerada aceitável (variabilidade menor que 2 mm). Embora os marcadores incisais permitam a identificação de maiores amplitudes de movimento mandibular, sua fixação realizada por meio de hastes de metal, modificaram, significativamente, o comportamento mastigatório normal devido à modificação dos estímulos proprioceptivos na região orofacial,

além de tornarem o sujeito mais consciente do ato de mastigar (HÄGGMAN-HENRIKSON et al., 1998).

Os autores ressaltam que marcadores fixados à pele têm a vantagem de seu custo ser relativamente baixo comparado aos marcadores fixados sobre os dentes, para os quais normalmente são necessárias montagens individuais, além do tempo necessário para o ajuste do suporte na região oral. Além disso, em avaliações de indivíduos edentados, crianças ou pacientes com dor o uso de marcadores sobre a pele pode ser uma alternativa adequada (HÄGGMAN-HENRIKSON et al., 1998).

Portanto, a seleção do sistema de marcadores deve levar em consideração o objetivo do estudo, especialmente se este se refere a comparações inter-indivíduos ou propõe-se a reconstruir modelos tridimensionais da mandíbula e côndilo mandibular. Ferrario et al. (2005) utilizaram o sistema de marcadores fixos sobre os dentes para desenvolver modelos tridimensionais que descrevem a contribuição dos movimentos de rotação e translação do côndilo mandibular durante a máxima abertura bucal de indivíduos saudáveis. Os autores verificaram a participação preponderante da rotação condilar durante este movimento.

Para o registro dos movimentos tridimensionais da mandíbula e da cabeça durante a mastigação, pesquisadores utilizaram marcadores esféricos retro-reflexivos fixados à mandíbula (ponta do queixo) e à cabeça (na ponte nasal) por fita adesiva, na linha média da face (HÄGGMAN-HENRIKSON; ERIKSSON, 2004; HÄGGMAN-HENRIKSON et al., 1998).

No estudo de Henriksoan e Eriksson (2004), as mudanças na posição tridimensional do marcador mandibular foram ajustadas para as alterações na posição tridimensional do marcador da cabeça por meio da transformação de coordenadas. Esta compensação matemática permitiu a análise dos movimentos mandibulares isolados em relação à cabeça. A quantidade de movimento crânio-cervical foi definida a partir da posição no espaço do marcador fixado à cabeça para cada abertura e fechamento mandibular durante o ciclo mastigatório. Estas estimativas de amplitude do movimento mandibular e crânio-cervical foram calculadas durante os primeiros 10 ciclos consecutivos de cada registro.

O movimento da cabeça durante a mastigação também pode ser avaliado pela variação de ângulos segmentares entre os marcadores posicionados na cabeça e na coluna cervical (SCHMIDT; BRIESEMEISTER; RIES, 2014a; SILVA et al., 2009).

No estudo realizado com crianças com paralisia cerebral, as alterações no controle motor cervical foram estimadas, no plano sagital, pelo cálculo do ângulo entre tragus, sétima vértebra cervical e horizontal durante um ciclo mastigatório. Os autores analisaram a variação deste

ângulo, entre o início do ciclo mastigatório e o final da fase de abertura, aferindo o grau de projeção anterior da cabeça em relação ao tronco durante a mastigação (SCHMIDT; BRIESEMEISTER; RIES, 2014a).

A descrição de como fatores extrínsecos, como tamanho e consistência do bolo alimentar, podem interferir sobre o padrão mastigatório também tem sido realizada a partir da análise cinemática. Peyron, Lassauzay e Woda (2002) analisaram os movimentos e a atividade elétrica dos músculos mastigatórios durante a mastigação de gelatina de diferentes consistências visco-elásticas. O aumento da consistência do alimento levou ao aumento da amplitude vertical e lateral de movimento mandibular, maior duração da fase oclusal do ciclo, bem como o aumento da atividade eletromiográfica dos músculos masseter e temporal. Outro estudo também identificou a influência do tamanho e espessura do bolo alimentar sobre a amplitude de movimento crânio-cervical durante a mastigação, sugerindo que estes aspectos são capazes de modificar o controle motor durante esta função (HÄGGMAN-HENRIKSON; ERIKSSON, 2004).

O comportamento das variáveis cinemáticas de deslocamento, velocidade e duração dos movimentos de cabeça e mandíbula tem sido estudado em movimentos rítmicos de abertura e fechamento mandibulares (KON et al., 2012; KURODA et al., 2011; ZAFAR; NORDH; ERIKSSON, 2000; ZAFAR et al., 2000). Os registros tridimensionais sugeriram que a função mandibular compreende movimentos e ativação muscular conjunta do segmento mandibular, cabeça e pescoço. Especificamente, a cabeça move-se superiormente ao abrir a boca e inferiormente ao fechar. Em uma análise temporal, o movimento da cabeça inicia-se, simultaneamente, ou anteriormente ao movimento da mandíbula, e alcança a posição final após, ocorrendo um maior grau de coordenação temporal associada aos movimentos de abrir e fechar a boca, em alta velocidade (ZAFAR; NORDH; ERIKSSON, 2000). Além disso, a magnitude do movimento concomitante de extensão da cabeça, durante a abertura mandibular, é maior em crianças em relação a mulheres adultas. Este mecanismo facilitaria a abertura da boca e pode compensar o menor movimento da mandíbula (KURODA et al., 2011).

O efeito da imobilização da cabeça sobre a máxima abertura mandibular e a função mastigatória unilateral foi avaliado por meio de análise cinemática e eletromiográfica. Os autores verificaram que a ativação dos músculos cervicais ocorreu durante a máxima abertura mandibular, independente da fixação da cabeça e que, além de pequenos movimentos cervicais, a amplitude e duração de movimento vertical da mandíbula foram reduzidas. Entretanto, estas adaptações não foram observadas durante a mastigação. Estes achados indicam que o envolvimento cervical durante a função é proporcional ao movimento mandibular, ou seja,

maiores amplitudes de movimento crânio-cervical podem ser observadas durante a máxima abertura/fechamento mandibular quando comparadas a tarefas de menor amplitude de movimento, como a mastigação. Assim, as atividades rítmicas mandibulares incluem movimentos de cabeça e o recrutamento dos músculos cervicais, de modo que o prejuízo da função cervical pode implicar em dano proporcional da função mandibular (HÄGGMAN-HENRIKSON et al., 2006).

### 3.3 Eletromiografia de superfície

A eletromiografia (EMG) é uma ferramenta cinesiológica que permite a detecção e o registro dos potenciais elétricos gerados pelas fibras musculares durante a contração, fornecendo informações sobre o comportamento do sistema muscular e controle motor (DE LUCA, 1997).

Suas principais aplicações incluem a avaliação da coordenação do movimento, o estabelecimento de padrões de recrutamento de grupos musculares selecionados e respostas em situação de fadiga. Clinicamente, a EMG permite determinar o início da ativação muscular ao longo de uma determinada amplitude de movimento, quais músculos são recrutados para uma dada tarefa e a intensidade e duração desta solicitação. Além disso, é útil no diagnóstico e na intervenção terapêutica dos distúrbios orofaciais, nas disfunções de respiração, mastigação, deglutição, fala e nas disfunções temporomandibulares (BÉZZIN; SAKAI, 2004; KLASSER; OKESON, 2006; RAHAL; PIEROTTI, 2004; SODERBERG; KNUTSON, 2000)

Embora seja de fácil utilização, a EMG enfrenta problemas devido à grande variabilidade de técnicas e procedimentos utilizados, levando a diferenças nos resultados obtidos e dificultando a comparação entre os estudos. Neste sentido, a *Surface Electromyography for the Non-Invasive Assessment of Muscle* (SENIAM, 1999) e *International Society of Electrophysiology and Kinesiology* (ISEK, 2004) têm estabelecido recomendações quanto ao emprego da EMG, à padronização da técnica e às comunicações destas pela comunidade científica. Esta padronização contribuiu para que sejam possíveis comparações entre os estudos realizados com EMG. Particularmente, quando são utilizados protocolos apropriados, este é um método eficiente de análise do sistema estomatognático, com boa acurácia e precisão ( $ICC > 0,62$ ) (BOTELHO et al., 2010; FERRARIO et al., 2006).

Para comparar a atividade eletromiográfica entre indivíduos, momentos, músculos ou estudos similares recomenda-se que esta seja normalizada por um valor de referência (contração voluntária máxima ou pico de atividade muscular durante a tarefa avaliada). Assim, a

magnitude da contração muscular será expressa como uma proporção ou percentual do valor da contração utilizado como referência.

O procedimento de normalização justifica-se pois diversos fatores podem interferir no registro da atividade eletromiográfica tais como: espessura do tecido adiposo subcutâneo, impedância da pele, comprimento muscular ao repouso, velocidade de contração, massa muscular, área de secção transversa do músculo, tipo de fibra muscular, idade, sexo e mudanças sutis na postura adotada (CRAM; KASMAN; HOLTZ, 1998; SODERBERG; KNUTSON, 2000).

Diferentes métodos de normalização têm sido utilizados em estudos com eletromiografia, especialmente porque o denominador utilizado para a normalização (valor de referência) pode influenciar a magnitude dos valores de contração. O valor de referência mais comumente utilizado é a contração voluntária máxima (CVM), contudo sua utilização para a normalização de contrações dinâmicas, também é questionada. Isto pode ser crítico quando, durante determinada fase de uma contração dinâmica, uma grande velocidade de contração muscular gera valores de potência de atividade elétrica superiores aos da CVM. Neste sentido, ao normalizar esta contração, seu valor será maior do que 100%. Nestes casos, utilizar o pico de atividade eletromiográfica como valor de referência seria adequado. Entretanto, ainda não existe um consenso sobre o melhor método de normalização (BURDEN, 2010).

A eletromiografia permite analisar parâmetros relacionados à frequência, ao tempo e à amplitude dos potenciais elétricos das fibras musculares registrados durante a mastigação (FERRARIO et al., 2000; SOBOLEVA; LAURINA; SLAIDINA, 2005). A amplitude de ativação muscular (AAM) é um dos parâmetros mais estudados durante a mastigação, especialmente para descrever a participação dos diferentes músculos durante as fases do ciclo mastigatório. Estudos têm utilizado este parâmetro para comparar indivíduos com oclusão normal e alterada, bem como aqueles com e sem DTM (CHANDU et al., 2004; FERRARIO et al., 2006; MILANESI et al., 2013; PASINATO et al., 2011; TARTAGLIA et al., 2008).

Outro parâmetro utilizado é o tempo de ativação/inativação dos músculos mastigatórios. Briesemeister et al (2012) analisaram a AAM e as variáveis temporais EMG dos músculos masseter e temporal anterior, durante a mastigação não habitual de crianças com desenvolvimento típico e paralisia cerebral. As autoras observaram maior AAM de todos os músculos avaliados no período inativo e maior duração do período ativo dos músculos masseter e temporal D, nas crianças com paralisia cerebral, em relação ao grupo de crianças com desenvolvimento típico.



A assimetria na ativação muscular durante a máxima intercuspidação e a função mastigatória também tem sido avaliada em indivíduos saudáveis e com DTM. O coeficiente de sobreposição – *percentage overlapping coefficient* (POC, unidade %) é um índice de assimetria, proposto por Ferrario et al. (2000), que tem sido utilizado para quantificar o equilíbrio muscular entre os pares direito e esquerdo dos músculos masseter e temporal. As ondas eletromiográficas dos pares musculares de cada sujeito são sobrepostas e a relação entre as áreas de sobreposição é calculada em valores percentuais. Assim, quanto maior o coeficiente de sobreposição, maior será a simetria entre os pares musculares.

### **3.4 Atividade eletromiográfica e cinemática na DTM**

A disfunção temporomandibular é caracterizada por um conjunto de sinais e sintomas, que podem incluir dor na ATM e/ou músculos mastigatórios, ruídos articulares, limitação dos movimentos mandibulares e alteração da função muscular mastigatória (SVENSSON; GRAVEN-NIELSEN, 2001). As desordens funcionais dos músculos mastigatórios são as manifestações mais comuns entre os pacientes que buscam tratamento (OKESON, 2008), destacando-se a hiperatividade e o desequilíbrio entre os pares de músculos mastigatórios em repouso e durante a função (DE FELÍCIO et al., 2009; PINHO et al., 2000; RODRIGUES-BIGATON et al., 2008) bem como sua relação com as disfunções da coluna cervical (ARMIJO-OLIVO et al., 2010; BEVILAQUA-GROSSI; CHAVES; OLIVEIRA, 2007).

Muitos pesquisadores de diversas áreas como a fisioterapia, odontologia e fonoaudiologia têm utilizado a eletromiografia como instrumento de avaliação em suas pesquisas, por ser um importante instrumento no diagnóstico de DTM e na avaliação da efetividade do tratamento realizado (BIASOTTO-GONZALEZ; BÉRZIN, 2004; DE FELÍCIO et al., 2012; FERRARIO et al., 2007; MONACO et al., 2012; RODRIGUES; SIRIANI, 2004; TARTAGLIA et al., 2011). Nos últimos anos, diversos estudos (BODÉREÉ et al., 2005; CASTROFLORIO; BRACCO; FARINA, 2008; CHANDU et al., 2004; PINHO et al., 2000; RODRIGUES-BIGATON et al., 2008) relataram a maior atividade elétrica de repouso dos músculos elevadores mandibulares, especialmente temporal anterior, em sujeitos com DTM. O aumento da atividade eletromiográfica em repouso tem sido explicado a partir da teoria do ciclo vicioso, como uma reação estereotipada frente ao estímulo doloroso (espasmo protetor), levando à isquemia e ao acúmulo de agentes álgicos que mantêm o quadro doloroso, além do aumento da sensibilidade dos fusos musculares (HODGES; TUCKER, 2011). A presença de uma reação muscular protetora frente à dor também foi utilizada para explicar a maior ativação

dos músculos masseter e temporal durante a fase de abaixamento mandibular da mastigação, de indivíduos com DTM comparados a assintomáticos (RODRIGUES; OLIVEIRA; BÉRZIN, 2004).

Todavia, o comportamento dos músculos mastigatórios, durante apertamento dentário de indivíduos com DTM, ainda é uma questão controversa. Alguns estudos verificaram menor capacidade de contração dos músculos elevadores mandibulares durante a máxima intercuspidação (CASTROFLORIO; BRACCO; FARINA, 2008; CHANDU et al., 2004; PINHO et al., 2000) enquanto outros autores não observaram diferenças na atividade EMG durante esta função, na comparação entre pacientes e indivíduos assintomáticos (RODRIGUES-BIGATON et al., 2008).

Em pesquisa recente (MANFREDINI et al., 2013), com uma amostra populacional de indivíduos com dor miofascial unilateral, não foi detectada diferença na atividade eletromiográfica dos músculos elevadores durante o apertamento dentário, entre os lados doloroso e não doloroso.

Em outro estudo, a atividade eletromiográfica dos músculos elevadores não apresentou diferença significativa entre indivíduos com e sem dor na ATM, quando estes atuaram como agonistas do ciclo mastigatório nos lados dominante e não dominante. Entretanto, em sua ação excêntrica durante a abertura mandibular, os elevadores apresentaram picos de ativação significativamente maiores durante a função dolorosa (STOHLER; ASHTON-MILLER; CARLSON, 1988).

A assimetria na ativação muscular, durante a máxima intercuspidação e função mastigatória não habitual, também tem sido associada à DTM. O índice de simetria proposto por Ferrario et al. (2000) calcula a relação percentual entre as áreas de sobreposição das ondas eletromiográficas dos pares musculares analisados. Utilizando esta metodologia de análise, Ries, Alves e Bérzin (2008) encontraram menor simetria da atividade eletromiográfica entre os músculos masseter e ECM em indivíduos com DTM comparados a assintomáticos, entretanto uma perfeita simetria não foi observada nestes últimos. Estes achados foram confirmados por Felício et al. (2013), que encontraram maior assimetria na contração muscular entre os pares dos músculos masseter e temporal na presença de DTM, reforçando que o recrutamento muscular assimétrico pode ser uma estratégia para a manutenção da função na presença de dor.

Ainda, a relação biomecânica entre os sistemas crânio-cervical e mandibular se expressa pelo comportamento dos músculos cervicais durante a contração voluntária máxima dos músculos elevadores mandibulares (CIUFFOLO et al., 2005; ZUÑIGA et al., 1995). A coativação do músculo ECM e elevador da escápula, durante contrações máximas e

submáximas (mastigação) dos músculos elevadores mandibulares, foi confirmada em estudo recente, com co-contração dos músculos cervicais entre 3 a 10% de CVM (GIANNAKOPOULOS et al., 2013).

A atividade eletromiográfica dos músculos mastigatórios e cervicais vem sendo investigada em situações estáticas (BALLENBERGER et al., 2012; GONÇALVES; ORDENES; RODRIGUES-BIGATON, 2007; PASINATO et al., 2011; SVENSSON et al., 2004, 2005) e durante a mastigação não habitual (BRIESEMEISTER; SCHMIDT; RIES, 2012a; RIES; ALVES; BÉRZIN, 2008). Entretanto, são necessários estudos adicionais para compreender as adaptações durante a mastigação em indivíduos com dor orofacial.

Modificações da função mastigatória podem representar um mecanismo de compensação para o alívio da dor muscular decorrente de DTM. A dor e a limitação dos movimentos mandibulares decorrentes desta disfunção podem prejudicar o padrão de trituração e desempenho mastigatório (FELÍCIO et al., 2007; WEBER et al., 2013; WHITAKER; GENARO; TRINDADE JÚNIOR, 2009). Assim, o padrão mastigatório pode ser alterado com predominância unilateral ou mastigação unilateral crônica (WHITAKER; GENARO; TRINDADE JÚNIOR, 2009), frequentemente encontrado em indivíduos com DTM (WEBER et al., 2013). Este padrão mastigatório promove estímulos diferenciados entre o lado de trabalho e lado de balanceio da mastigação, levando ao desenvolvimento desarmônico do esqueleto facial e desequilíbrio na musculatura mastigatória (FELÍCIO et al., 2007; PIGNATARO NETO; BÉRZIN; RONTANI, 2004).

Autores relatam que indivíduos com DTM apresentam geralmente maior duração de ciclos mastigatórios e menor força de mordida, além de movimentos mandibulares menores e mais lentos, quando comparados a sujeitos saudáveis. Estas modificações podem estar associadas a um possível reflexo adaptativo e à hipoatividade prolongada dos músculos mastigatórios (FELÍCIO et al., 2007; HANSDOTTIR; BAKKE, 2004).

Haruka et al. (2012) analisaram o componente vertical e o tempo de início dos movimentos rítmicos da cabeça e da mandíbula, durante a abertura e o fechamento mandibular, em indivíduos com e sem deslocamento de disco. Seus resultados sugeriram que a desordem do disco articular interfere nos mecanismos regulatórios do movimento da cabeça durante o primeiro ciclo de abertura-fechamento, com o movimento de cabeça precedendo o movimento da mandíbula no grupo com DTM, o que se inverte no grupo controle. É possível que a causa para o atraso no movimento mandibular seja dor experimentada pelos pacientes e, no caso das desordens discais, esta seria uma forma de compensar os movimentos irregulares do côndilo.

Estudo recente (DE FELÍCIO et al., 2013) comparou indivíduos com DTM (leve a moderada) a controles saudáveis em relação à cinemática mandibular e às características eletromiográficas dos músculos mastigatórios, durante o apertamento dentário, abertura/fechamento mandibular e mastigação unilateral. Indivíduos com DTM, em relação aos controles, tiveram menor rotação do condilo mandibular ao final da abertura da boca, assimetria entre trabalho e do lado de balanceio, com participação além da esperada dos músculos do lado de balanceio. Entretanto, vários parâmetros cinemáticos da mastigação (deslocamentos no plano frontal e sagital, velocidade e duração do ciclo mastigatório) e índices eletromiográficos, durante os registros estáticos, foram semelhantes entre os grupos.

Por outro lado, pacientes com DTM de longa duração apresentaram alterações nos movimentos mastigatórios, mais tempo de duração dos ciclos mastigatórios e menor velocidade, em relação a sujeitos saudáveis. Esses prejuízos podem ser atribuídos à dor atual, mas também podem estar relacionados à hipoatividade prolongada dos músculos elevadores da mandíbula (HANS DOTTIR; BAKKE, 2004; PECK; MURRAY; GERZINA, 2008).

### **3.5 Modelos experimentais de dor nos músculos mastigatórios**

Estudos com pacientes estão sujeitos à variabilidade clínica e etiológica observada nos quadros de DTM. Além disso, a dor muscular crônica, presente nesta disfunção, caracteriza-se clinicamente por possuir intensidade geralmente leve e flutuante, com exacerbações durante as funções (LOBBEZOO; VAN SELMS; NAEIJE, 2006; OKESON, 2008). Esta natureza flutuante da dor muscular crônica pode dificultar a avaliação da relação entre a dor e os comportamentos motores mandibular e crânio-cervical, visto que a mesma pode estar ausente durante a avaliação (LOBBEZOO; VAN SELMS; NAEIJE, 2006).

Para garantir que a dor esteja presente no momento da avaliação de suas consequências funcionais, diferentes técnicas de indução da dor muscular em indivíduos saudáveis têm sido utilizadas. A injeção ou infusão intramuscular de substâncias exógenas, como a solução salina hipertônica, ou endógenas, como a solução de glutamato monossódico, são as mais comumente utilizadas (CAPRA; RO, 2004; LOBBEZOO; VAN SELMS; NAEIJE, 2006).

A solução salina hipertônica (em forma de injeção ou infusão controlada contínua) é um modelo de dor tecidual profunda, amplamente utilizado em seres humanos (BAAD-HANSEN et al., 2009; SVENSSON; ARENDT-NIELSEN; HOUE, 1996; SVENSSON; HOUE; ARENDT-NIELSEN, 1997; WIESINGER et al., 2013), e causa uma dor comparável à dor muscular aguda, com duração de poucos minutos (CAPRA; RO, 2004; MOORE et al., 2013).

Estudos recentes têm utilizado substâncias algogênicas endógenas, tais como a solução de glutamato monossódico, na indução de dor nos músculos mastigatórios (CASTRILLON et al., 2008; CASTROFLORIO et al., 2012; SONNESEN; SVENSSON, 2011; SVENSSON et al., 2004, 2005; WANG et al., 2004, 2010). Um dos mecanismos que contribuem para a resposta dolorosa frente à injeção de glutamato é a osmolaridade da solução, que tem um efeito mecânico direto sobre as terminações nervosas e canais de sódio e/ou liberação de substância P. Além disso, o glutamato é um aminoácido excitatório que, quando injetado no músculo masseter, evoca atividade neural em aferentes nociceptivos trigeminais, através da ativação de receptores NMDA e não-NMDA, levando à ativação de vias nociceptivas. A nocicepção resultante da injeção de glutamato leva ao aumento da percepção dolorosa local e à redução da sensibilidade a estímulos mecânicos que anteriormente não causavam dor (alodínia mecânica) (CAIRNS et al., 2003; SVENSSON et al., 2005).

De acordo com a literatura (CASTRILLON et al., 2008; SVENSSON, 2007), alguns modelos de dor experimental, que utilizam injeção ou infusão de substâncias dolorosas nos músculos mastigatórios, produzem mudanças somatossensoriais relativas à intensidade, qualidade, localização e distribuição da dor que permitem uma razoável aproximação com a dor miofascial persistente presente em quadros de DTM.

Ademais, a elevação da concentração de glutamato nos tecidos musculares e articulares está associada às disfunções dolorosas, tais com a DTM de origem miofascial. Da mesma forma, a injeção de glutamato no músculo masseter humano evoca dor, redução do limiar da dor à pressão e aumento da amplitude do reflexo de estiramento mandibular (CASTRILLON et al., 2008; WANG et al., 2004).

Neste sentido, estudos utilizando modelos experimentais de dor em seres humanos têm sido realizados, tanto na investigação dos efeitos da dor induzida sobre a função dos músculos mastigatórios como na análise da influência recíproca da dor sobre a atividade eletromiográfica nas regiões mandibulares e crânio-cervicais (CASTROFLORIO et al., 2012; SVENSSON; ARENDT-NIELSEN; HOUE, 1996; SVENSSON; HOUE; ARENDT-NIELSEN, 1997; SVENSSON et al., 2004).

EMG e análise de movimento mandibular foram utilizadas para avaliar a influência da infusão de solução salina hipertônica (uma substância indutora de dor) no músculo masseter durante a mastigação ipsilateral e contralateral à infusão. A dor reduziu significativamente a atividade eletromiográfica bilateral dos músculos elevadores da mandíbula, durante a contração voluntária máxima e a função mastigatória ipsilateral à infusão. Efeitos semelhantes, porém

menos intensos, foram observados durante a mastigação contralateral à infusão (SVENSSON; ARENDT-NIELSEN; HOUE, 1998).

A aplicação intramuscular de solução de glutamato nos músculos masseter e esplênio da cabeça foi testada durante o repouso, máxima intercuspidação e movimentos cervicais (extensão, rotação direita e esquerda). Observou-se significativo aumento da atividade eletromiográfica durante o repouso nos músculos masseter, ECM e esplênio, na presença de dor no músculo masseter. Além disso, um efeito de inibição paralela da coativação foi verificado nos músculos masseter e cervicais, durante o apertamento dentário. Contudo, nenhuma alteração eletromiográfica durante os movimentos cervicais avaliados foi observada. Já a dor induzida no músculo esplênio da cabeça foi associada apenas ao aumento da atividade de repouso deste músculo e diminuição da ativação de ECM durante a rotação cervical direita, não havendo efeitos sobre a atividade eletromiográfica dos músculos mandibulares (SVENSSON et al., 2004).

Estudos em modelos animais também confirmaram a interação dos sistemas cervical e mandibular. A estimulação mecânica dos receptores de pressão da cápsula da ATM de ratos foi associada à ativação tônico-postural de unidades motoras do músculo esplênio (KOBAYASHI et al., 2007). Por outro lado, a estimulação do processo inflamatório de tecidos paravertebrais cervicais, por meio de injeção de substâncias irritativas, demonstrou o aumento da atividade tônica dos músculos masseter, digástrico, trapézio e músculos profundos da coluna cervical, em animais anestesiados (HU et al., 1993).

Os efeitos da dor induzida no músculo masseter por solução salina hipertônica, sobre a atividade eletromiográfica dos músculos mastigatórios (masseter, temporal anterior, digástrico e pterigoideo lateral), durante o repouso e os movimentos mandibulares de protrusão, laterotrusão e abertura/fechamento, também foram estudados (SAE-LEE et al., 2008b). Houve considerável variação interindividual quanto à modificação da atividade eletromiográfica, frente ao estímulo doloroso. Ou seja, alguns sujeitos aumentaram, outros diminuíram ou mantiveram os níveis de ativação durante a tarefa proposta. Não foi observada modificação significativa na atividade eletromiográfica dos músculos avaliados durante o repouso mandibular, mas a atividade EMG, na condição dolorosa, foi influenciada pela tarefa e magnitude do movimento necessário para sua execução. Maior atividade eletromiográfica dos músculos digástrico, pterigoideo lateral (agonistas) e masseter (antagonista) foi observada ao início da abertura mandibular, e menor ao final. No caso do músculo masseter, esta modificação é consistente com o modelo de adaptação à dor, que prevê o aumento da atividade dos antagonistas na presença de dor. Entretanto, o aumento simultâneo da ativação dos músculos

agonistas da abertura na tarefa analisada, sugere que, embora a dor possa ter um efeito inibitório geral sobre a atividade motora agonista durante a função mastigatória (LUND et al., 1991), nas tarefas dirigidas a objetivos, efeitos distintos podem ser observados sobre músculos agonistas e antagonistas.

Baad-Hansen *et al.* (2009) examinaram o efeito da dor muscular induzida por solução salina hipertônica sobre a atividade eletromiográfica dos músculos elevadores da mandíbula, durante o repouso, a média e a máxima abertura mandibular. Houve aumento da atividade dos músculos analisados durante o repouso mandibular e do músculo infundido durante a abertura média. Enquanto isso, masseter direito e temporal apresentaram redução da ativação durante a máxima abertura mandibular. Porém, estes resultados podem ser interpretados com cautela, visto que a posição da abertura média e máxima foi menor após a indução da dor, o que pode ter interferido na modificação da atividade eletromiográfica. A redução da atividade de masseter na abertura máxima contradiz estudos clínicos em pacientes com dor muscular, que apresentaram aumento da atividade em posição de máxima abertura, o que está associado também ao quadro doloroso (STOHLER; ASHTON-MILLER; CARLSON, 1988).

Recentemente, verificou-se que a dor unilateral induzida no músculo masseter de indivíduos saudáveis está associada à inibição bilateral da atividade eletromiográfica deste músculo, durante a tarefa de apertamento. Além disso, frente ao estímulo doloroso, a atividade se distribuiu de maneira mais uniforme ao longo do músculo, evidenciando que unidades motoras de diferentes regiões do músculo masseter foram recrutadas (CASTROFLORIO et al., 2012).

A interferência da dor miofascial no desempenho das funções mandibulares é explicada pela teoria da adaptação à dor. De acordo com esta teoria, a transmissão do estímulo nociceptivo se dá através de circuitos localizados no tronco cerebral, que levam à facilitação de vias inibitórias dos motoneurônios agonistas, simultaneamente à estimulação de vias excitatórias dos antagonistas. Isto se manifesta pela redução da atividade eletromiográfica durante a função dos músculos agonistas e aumento da atividade dos antagonistas. À estas modificações, associam-se a redução da velocidade e da amplitude dos movimentos mandibulares, como forma de preservar o sistema de danos adicionais (CHANDU et al., 2005; LUND, 1991; SVENSSON; ARENDT-NIELSEN; HOUE, 1998).

Estudos relativamente antigos foram realizados para investigar os movimentos mandibulares durante a mastigação unilateral de modelos alimentares (especialmente goma de mascar) frente à dor muscular experimental no músculo masseter. Em 1996, Svensson, Arendt-Nielsen e Houe observaram que, após a indução da dor, o movimento da mandíbula foi

significativamente menor no eixo vertical e transversal. Também foi observada menor abertura média e velocidade de fechamento da mandíbula, bem como menor atividade eletromiográfica agonista do músculo masseter ipsilateral à aplicação.

Resultados divergentes foram observados em estudo semelhante, realizado pelos mesmos autores em 1998, porém, utilizando o processo de indução de dor por meio de infusão contínua de solução salina hipertônica, para manutenção da dor em nível constante (entre 3 e 5 na EVA). Neste estudo, embora a atividade agonista bilateral dos músculos masseter e temporal tenha reduzido durante a função mastigatória dolorosa, não foram detectadas alterações significativas nos parâmetros cinemáticos dos ciclos mastigatórios, denotando a necessidade de estudos com dispositivos mais precisos e sensíveis (SVENSSON; ARENDT-NIELSEN; HOUE, 1998). De acordo com os autores, as interações sensório-motoras observadas podem ser explicadas devido ao efeito facilitador sobre os aferentes musculares nociceptivos que atuam inibindo a ação dos músculos agonistas da elevação mandibular. Assim, os movimentos gerados seriam mais lentos e com menor amplitude de movimento, representando uma adaptação funcional frente à dor muscular experimental.

Outro estudo analisou a presença de discontinuidades durante os movimentos mandibulares de abertura e fechamento dos ciclos mastigatórios (pequenas oscilações na frequência do movimento de abertura e fechamento do ciclo mastigatório) em indivíduos com e sem dor na ATM. Houve maior variabilidade durante a fase de abertura mandibular e padrões de discontinuidade dos ciclos mastigatórios foram mais frequentes na função dolorosa, particularmente na fase de abertura. O autor refere que esta pode ser uma estratégia do sistema mastigatório, para permitir o remodelamento e o reposicionamento do bolo alimentar, de modo a prevenir a sobrecarga desfavorável sobre tecidos comprometidos, aumentando assim a irregularidade dos movimentos mandibulares. Destaca-se, no entanto, que ciclos mastigatórios descontínuos também ocorreram na função mastigatória indolor, de modo que estas não podem ter um significado diagnóstico definitivo (STOHLER; ASHTON-MILLER; CARLSON, 1988).

Em estudo recente, Wiesinger et al. (2012), observaram que a dor induzida unilateralmente no músculo masseter aumentou a amplitude do movimento tridimensional de extensão da cabeça, durante a tarefa de abertura e fechamento mandibular a uma posição alvo, determinada em 75% da máxima abertura. Os autores confirmaram que a estratégia de controle motor do componente crânio-cervical associado à mastigação foi alterada como forma de manter a função mandibular, que não foi modificada. Estes achados destacam a importância da integração funcional e do sinergismo entre os sistemas sensório-motor crânio-cervical durante



os movimentos mandibulares submáximos, mas não se sabe ainda como isso se processa durante a função mastigatória.

## **4 MATERIAIS E MÉTODOS**

### **4.1 Delineamento do Estudo**

A pesquisa caracteriza-se como um estudo experimental, exploratório, de desenho crossover, placebo controlado.

### **4.2 Local**

O estudo foi realizado no Laboratório de Análise do Movimento e Processamento de Sinais da Faculdade de Ceilândia, Universidade de Brasília (UnB) em Ceilândia (DF), durante o período de setembro de 2013 a novembro de 2014.

### **4.3 Amostra**

O tamanho da amostra foi estimado a partir de duas variáveis desfecho principais do estudo: velocidade máxima durante o ciclo mastigatório (variável cinemática) e amplitude de atividade eletromiográfica do músculo masseter durante a fase ativa do ciclo mastigatório (variável eletromiográfica). O cálculo foi realizado no programa G\*Power 3.1.9.2, utilizando as médias e desvios padrões destas variáveis para 16 voluntários.

Considerando um nível de significância de 0,05 e poder estatístico de 80%, para a variável cinemática, o tamanho da amostra necessária foi de 26 indivíduos. Para a variável eletromiográfica, os mesmos parâmetros anteriores foram considerados e o tamanho da amostra estimado foi de 56 indivíduos.

Estudos prévios utilizando a metodologia de indução de dor muscular experimental no estudo de variáveis cinemáticas e eletromiográficas em indivíduos saudáveis têm utilizado amostras que variam entre 9 e 26 voluntários (BAAD-HANSEN et al., 2009; CASTROFLORIO et al., 2012; KUMAR; CASTRILLON; SVENSSON, 2015; MICHELOTTI et al., 2014; SAE-LEE et al., 2008a, 2008b; SVENSSON; ARENDT-NIELSEN; HOUE, 1996, 1998; SVENSSON; HOUE; ARENDT-NIELSEN, 1997; WANG et al., 2010, 2004; WIESINGER et al., 2013). Assim, para a realização deste estudo, adotou-se o tamanho de amostra de 28 indivíduos.

Apenas indivíduos do sexo masculino foram recrutados, devido à influência das variações hormonais em mulheres e, diferenças na percepção e processamento e da dor (SVENSSON et al., 2003, 2005). Os voluntários foram selecionados por conveniência, conforme critérios de inclusão e exclusão do estudo.

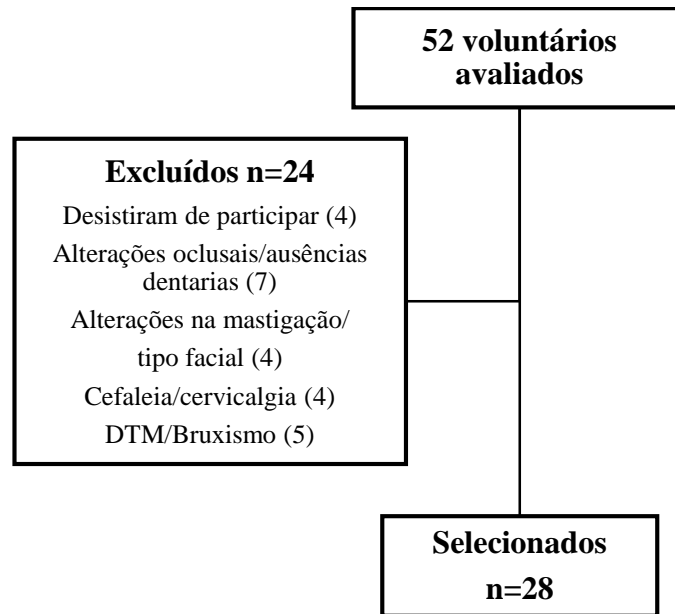
Os voluntários foram selecionados de acordo com os seguintes critérios de inclusão:

- Homens com idades entre 18 e 30 anos, período no qual o crescimento crânio-facial está estabelecido e ainda não há influência do processo de envelhecimento sobre as funções estomatognáticas (PEYRON et al., 2004);
- Ausência de DTM confirmada por meio do protocolo Critérios de Diagnóstico para Pesquisa de Desordens Temporomandibulares (RDC/TMD) (DWORKIN; LE RESCHE, 1992)
- Índice de massa corpórea (IMC) de até 30Kg/m<sup>2</sup> (WIESINGER et al., 2013). O IMC foi determinado para padronizar a amostra, uma vez que a quantidade de tecido entre o eletrodo e o músculo interfere na captação do sinal EMG (DE LUCA, 1997);
- Apresentar tipo facial mesomórfico e mastigação típica (bilateral alternada, com lábios ocluídos e sem participação exagerada da musculatura perioral), de acordo com avaliação fonoaudiológica;
- Concordar com os objetivos e procedimentos do estudo e assinar o termo de consentimento livre e esclarecido (apêndice 1).

Foram excluídos da pesquisa os voluntários que apresentaram um ou mais dos seguintes critérios:

- Comprometimento neuropsicomotor;
- Histórico de traumas ortopédicos ou má formação na região facial e cervical;
- Diagnóstico de doença sistêmica/reumatológica e enxaqueca;
- Presença de Disfunção cervical, verificada pelo Índice de Incapacidade Cervical (IIC) com escore superior a 4;
- Queixa de dor nos ombros ou região cervical;
- Presença de falhas dentárias (exceto terceiro molar), mordida aberta, mordida cruzada, Classe II ou III de Angle bilateralmente (FERRARIO et al., 2006), além de portadores de próteses totais ou parciais. Esta avaliação será realizada por odontólogo.
- Relato de bruxismo;
- Presença de respiração oral, segundo auto-relato;
- Ter feito uso de medicamentos analgésicos, anti-inflamatórios, miorrelaxantes ou antidepressivos nas últimas 24h, uma vez que estes podem alterar o metabolismo e na atividade dos músculos mastigatórios, comprometendo os resultados das variáveis pesquisadas;

Foram avaliados 54 voluntários, destes, 28 foram selecionados para compor a amostra, por estarem de acordo com os critérios de inclusão e exclusão do estudo (Figura 2).



**Figura 2** - Fluxograma do recrutamento e seleção dos voluntários do estudo

#### 4.4 Considerações Éticas

O presente estudo busca atender a todas as normas éticas de conduta em pesquisa com seres humanos, de acordo com as Diretrizes e Normas Regulamentadoras de Pesquisa envolvendo Seres Humanos (Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde).

O projeto de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFSM, sob o n. 402.304/2013 (Apêndice A) e pela instituição coparticipante (Faculdade de Ceilândia/UnB) (Apêndice B).

Todos os voluntários assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE (Apêndice C), o qual fornece explicações detalhadas quanto aos procedimentos a serem realizados na pesquisa, bem como sobre seus riscos e benefícios.

Todos os procedimentos para o adequado manejo da indução da dor foram tomados, visando à minimização de qualquer dano potencial: cuidados na manipulação da substância injetável, bem como a utilização de material esterilizado e descartável e aplicação por profissional capacitado.

## 4.5 Procedimentos de Seleção

Os voluntários foram selecionados por conveniência na comunidade local (Brasília/DF e entorno). Para seleção da amostra, todos os voluntários participaram de uma entrevista inicial com a pesquisadora, na qual foram identificados os critérios de inclusão e exclusão do estudo, além da coleta de dados pessoais e registro de dados antropométricos (peso e altura) (Apêndice D).

Após a entrevista, os voluntários foram avaliados quanto a presença de DTM (Critérios de Diagnóstico para Pesquisa de Desordens Temporomandibulares (RDC/TMD); disfunção cervical (Índice de incapacidade cervical); presença de alterações oclusais (avaliação odontológica); presença de alterações na mastigação (avaliação fonoaudiológica da mastigação), conforme descrito a seguir.

### 4.5.1 Critérios de Diagnóstico para Pesquisa de Desordens Temporomandibulares (RDC/TMD)

A identificação de sinais e sintomas de DTM foi realizada por meio do protocolo (RDC/TMD) (Anexo I). O exame clínico do RDC/TMD (Eixo I) foi realizado pelo pesquisador, que foi treinado para a aplicação do exame conforme as orientações do International RDC-TMD Consortium e Dworkin & LeResche (1992) (Anexo I).

### 4.5.2 Índice de Incapacidade Cervical

Os voluntários que referiram queixa de dor, mesmo que leve, ou desconforto cervical e cefaleia, foram avaliados quanto à presença de disfunção cervical por meio do Índice de Incapacidade Cervical (IIC). Esta avaliação permite o reconhecimento de voluntários que apresentem algum grau de disfunção, que possa vir a comprometer a realização dos testes, bem como gerar um fator de confusão na análise dos dados.

Este índice é utilizado para avaliar a função cervical quanto à percepção da dor e incapacidade física, sendo composto por um questionário de 10 itens relacionados a atividades de vida diária. Cada item é composto por um enunciado e seis alternativas de resposta, com exceção do item cinco, sobre dores de cabeça. As alternativas são enumeradas de 0 a 5, descrevendo em graus crescentes de interferência da dor cervical sobre a atividade questionada (Anexo II).

Seu escore consiste na soma dos pontos de cada uma das 10 questões, totalizando, no máximo, 50 pontos. O escore obtido pode ser expresso em escala de 0 a 50 ou em porcentagem, variando de 0 (sem incapacidade) a 100% (incapacidade completa). Quando expresso em escala de 0 a 50, o indivíduo é considerado sem incapacidade quando o resultado varia de 0 a 4 pontos; com incapacidade leve quando a variação é de 5 a 14; com incapacidade moderada quando a variação é de 15 a 24; com incapacidade grave quando a variação é de 25 a 34; e com incapacidade completa quando a variação é de 35 a 50 (VERNON, 2008). Neste estudo, foram excluídos voluntários com pontuação superior a 4.

#### 4.5.3 Avaliação Odontológica

A avaliação ortodôntica teve por finalidade identificar mal oclusões e possíveis falhas dentárias que pudessem influenciar no desempenho da função mastigatória. Foram realizadas 3 fotografias intraorais dos indivíduos, com o auxílio de afastadores externos, para melhor visualização da relação do primeiro molar superior com o primeiro molar inferior (identificação da classe oclusal segundo Angle). As fotografias foram realizadas pelo próprio pesquisador (máquina fotográfica marca Sony Cyber-shot, 14,1 megapixels) e, posteriormente, analisadas por um Cirurgião Dentista, especialista na área de Ortodontia. Para identificação de alterações oclusais nos planos vertical e horizontal (sobremordida e sobressaliência, respectivamente) foram realizadas medidas por meio de paquímetro digital do trespasse vertical e horizontal (Apêndice D).

#### 4.5.4 Avaliação Fonoaudiológica

A avaliação fonoaudiológica do tipo facial e da mastigação foi realizada por meio da análise de registros fotográficos da face e filmagens da mastigação, previamente realizados pelo pesquisador.

Para avaliação do tipo facial foram tomadas fotografias nas vistas frontal e perfil. Para as filmagens da mastigação a câmera foi posicionada em um tripé a uma distância de 0,5m e centralizado pelo plano de Frankfurt do voluntário. Durante a filmagem, voluntário permaneceu confortavelmente sentado e realizou três incisões seguidas de mastigação e deglutição de pão francês.

As imagens foram arquivadas em mídia digital e enviadas a uma fonoaudióloga, com experiência em motricidade orofacial. A mesma realizou a análise antroposcópica do tipo facial

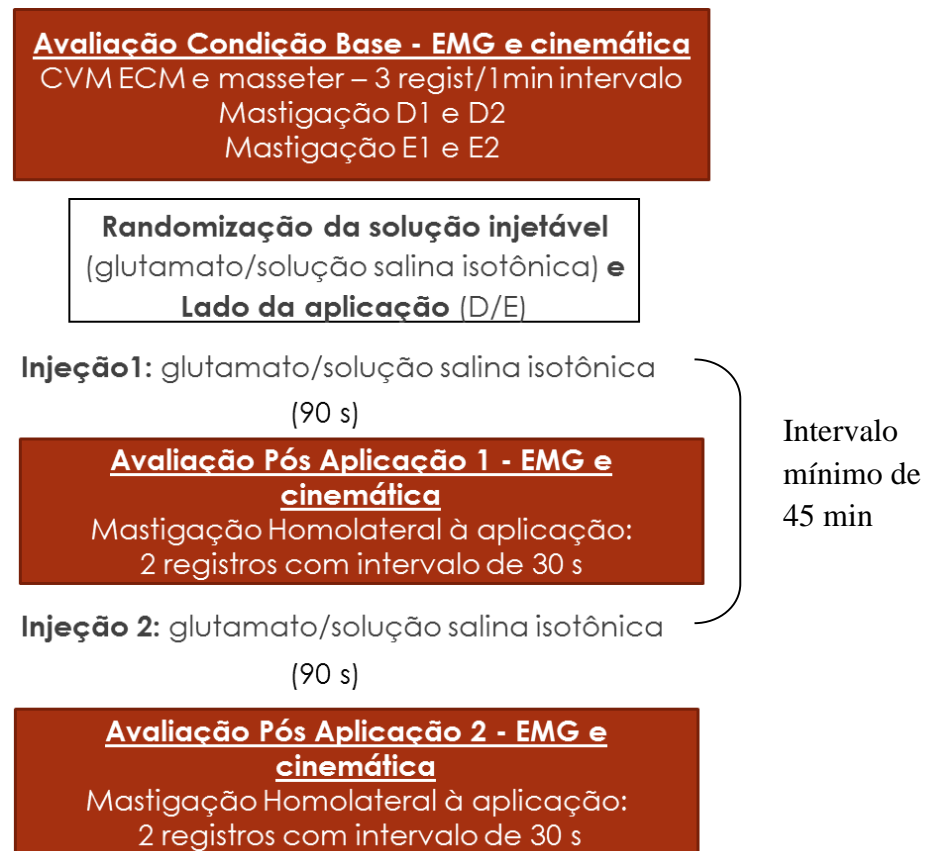
(CATTONI et al., 2007) (a partir da visualização das fotografias) e a avaliação da mastigação conforme os critérios estabelecidos no Exame Miofuncional Orofacial – MBGR (GENARO et al., 2009) (Anexo III). Quanto à função mastigatória, quando realizada em ambos os lados das superfícies oclusais, considerou-se a mastigação bilateral vertical como padrão atípico e a forma alternada como típico. Se realizada apenas de um lado, foi caracterizada como mastigação unilateral crônica ou preferencial, adotando-se estas como padrão atípico e típico, respectivamente. Segundo o protocolo, o padrão crônico é aquele em que mais de 95% do tempo da atividade mastigatória ocorre apenas de um lado, enquanto que no unilateral preferencial isso ocorre em 66% do tempo em que ela é exercida. Outros comportamentos e sinais de alteração observados na mastigação foram a presença de movimentos e/ou a postura alterada da cabeça (GENARO et al., 2009; WEBER et al., 2013).

#### **4.6 Procedimentos de coleta de dados**

As avaliações cinemática e eletromiográfica foram realizadas, simultaneamente, (1) antes da indução da dor (condição base - CB); (2) após a injeção intramuscular de solução de glutamato (condição dor induzida – CDI) ou solução salina isotônica (condição controle - CC), conforme fluxograma do desenho experimental do estudo apresentado na Figura 3.

A ordem e o lado da aplicação de glutamato ou solução salina isotônica foram randomizados e ocorreram com intervalo mínimo de 45 minutos (CASTROFLORIO et al., 2012). A avaliação foi realizada durante a mastigação unilateral, em ritmo natural, de uma bala de goma de gelatina de consistência firme, marca Fini®, medindo 30x10x15 mm (PIANCINO et al., 2008, 2012). Este modelo alimentar foi escolhido por prover um bolo de resistência elástica e dureza suficiente para promover maior dificuldade à função mastigatória.

Para cada situação teste (CB, CDI e CC), foram realizados dois registros de mastigação ipsilateral à aplicação com intervalo de 30 segundos a um minuto entre elas (PO et al., 2011). Antes de iniciar a mastigação, o voluntário foi orientado a manter o contato dentário e após o período de aproximadamente três segundos nesta posição, ao ouvir o comando “vai”, o voluntário foi instruído a levar o alimento à boca, iniciando a mastigação. Também foi solicitado que, após a deglutição, o voluntário realizasse a máxima abertura bucal confortável, como forma de marcar o final da mastigação. Estes procedimentos permitiram criar uma posição de referência para a análise. Os registros foram realizados com o indivíduo sentado, com o dorso completamente apoiado, olhos abertos e orientados ao horizonte, pés paralelos apoiados no solo e membros superiores apoiados sobre a mesa.

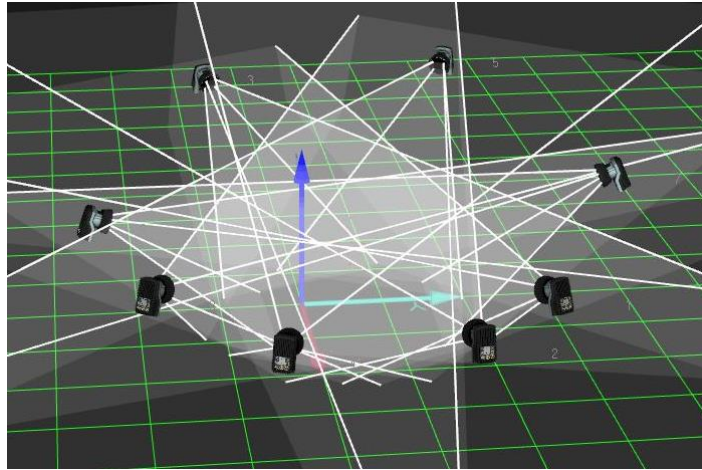


**Figura 3** - Fluxograma dos procedimentos de coleta de dados do estudo

#### 4.6.1 Avaliação Cinemática

Os dados cinemáticos foram obtidos através do Sistema de Análise de Movimento Sistema Qualysis (QTM - Qualisys Track Manager). Este sistema fornece as posições absolutas dos segmentos corporais durante a trajetória dos movimentos, por meio de marcadores esféricos retrorreflexivos que são identificados pelas câmeras (Figura 4). Foram utilizadas oito câmeras, com frequência de amostragem de 250Hz, posicionadas em volta da cadeira onde o voluntário estava posicionado (Figura 5).





**Figura 4** - Orientação do plano de trabalho e campo de visão das unidades de captura

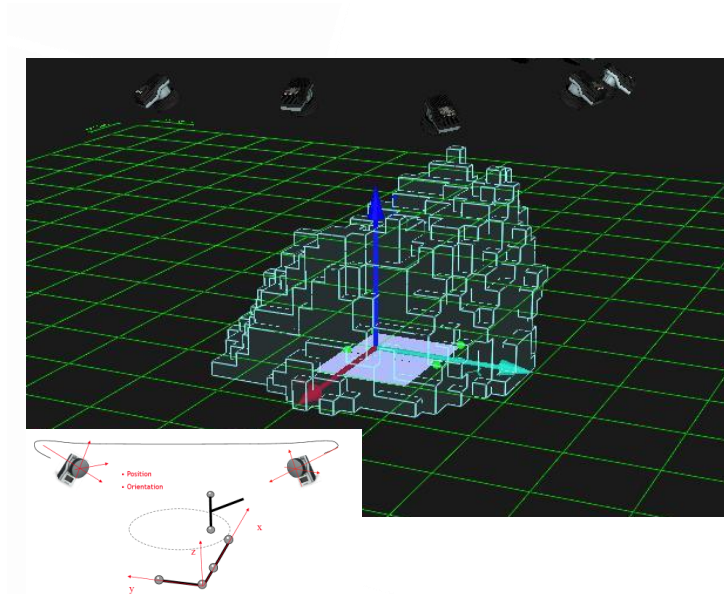


**Figura 5** - Arranjo experimental - *set* de coleta com câmeras do sistema Qualisys (QTM - Qualisys Track Manager).

Inicialmente, foi necessário realizar o procedimento de calibração. Desta forma os sensores foram configurados para reconhecerem o sistema de coordenadas X, Y e Z, bem como o volume onde o movimento seria registrado e analisado pelo sistema Qualisys e, posteriormente, reconstruir diretamente as posições 3D dos marcadores.

Para a calibração do sistema foi utilizado o Kit do tipo Ward Kit 300mm (*small*). O kit de calibração consiste de estrutura metálica em forma de “L”, na qual são acoplados marcadores reflexivos que indicam os eixos x (anteroposterior) e y (médio-lateral) e z (ífero-superior) e permitem a determinação das coordenadas de referência global (coordenadas do laboratório). Após o posicionamento da barra L, foi feita uma varredura da área onde movimento aconteceria com uma “batuta” em formato de “T”, por 90 segundos. O instrumento foi movido nos 3 planos,

atingindo o maior número de posições diferentes, garantindo precisão à medida. A partir da calibração é gerada a localização e a orientação do plano de trabalho, e os dados cinemáticos coletados utilizam o mesmo sistema de referência (Figura 6).

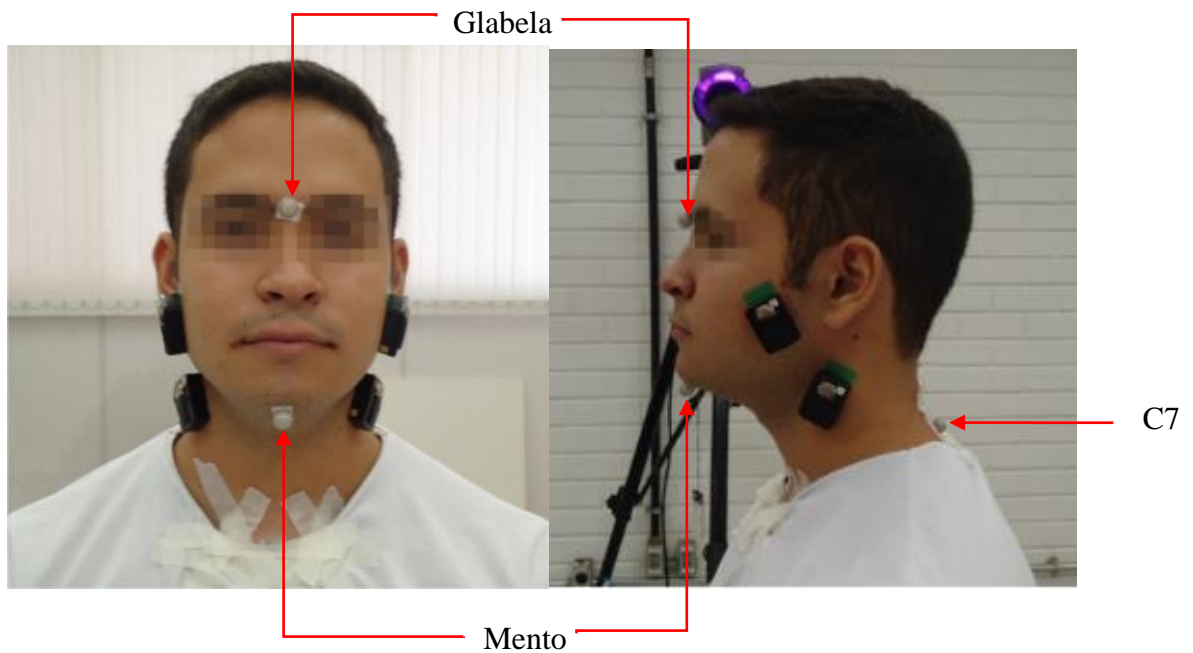


**Figura 6** - Sistema de calibração do sistema de captura de movimento. Volume da calibração mostrando área de trabalho. Eixos x, y e z.

Os dados captados foram processados e foi determinada a posição de cada marcador, pelo próprio sistema. Por meio das coordenadas das marcas obtidas pelas oito câmeras, o sistema é capaz de reconstruir os movimentos avaliados em três dimensões (x, y e z). As referências anatômicas, para a colocação dos marcadores reflexivos nos voluntários foram localizadas por meio de palpação e incluíram os seguintes pontos (Figura 7):

- Glabella do osso frontal do crânio (HÄGGMAN-HENRIKSON et al., 1998; WIESINGER et al., 2013);
- Mento (HÄGGMAN-HENRIKSON et al., 1998; WIESINGER et al., 2013);
- Processo espinhoso da sétima vértebra cervical (C7) (SCHMIDT; BRIESEMEISTER; RIES, 2014a);

Neste estudo, foram utilizados marcadores de 12 mm de diâmetro (padronizados pelo Sistema Qualysis) que foram fixados com fita adesiva padrão hipoalergênica.



**Figura 7 -** Posicionamento dos eletrodos e marcadores reflexivos

#### 4.6.2 Avaliação Eletromiográfica

A análise eletromiográfica foi realizada através de um eletromiógrafo portátil com sistema de coleta de dados Delsys, modelo Trigno Wireless System (Trigno™ Wireless EMG Delsys). Para monitorar os músculos avaliados foram utilizados 4 eletrodos de superfície ativos, sem acoplamento de fio (Figura 8).

O eletromiógrafo possui 4 canais, com amplitude de entrada de  $\pm 5$  V, conversor analógico-digital de 16 bits de resolução, nível de ruído basal  $< 0,75 \mu\text{V}$ , modo de rejeição comum  $> 80$  dB e ganho de 300 vezes. Cada eletrodo possui 4 barras de prata na interface sensor-pele (dimensões dos contatos  $5 \times 1$  mm), com distância fixa de 10 mm e contornos para estabilidade máxima do sinal. Os sinais eletromiográfico foram processados com uma frequência de amostragem de 2000 Hz.

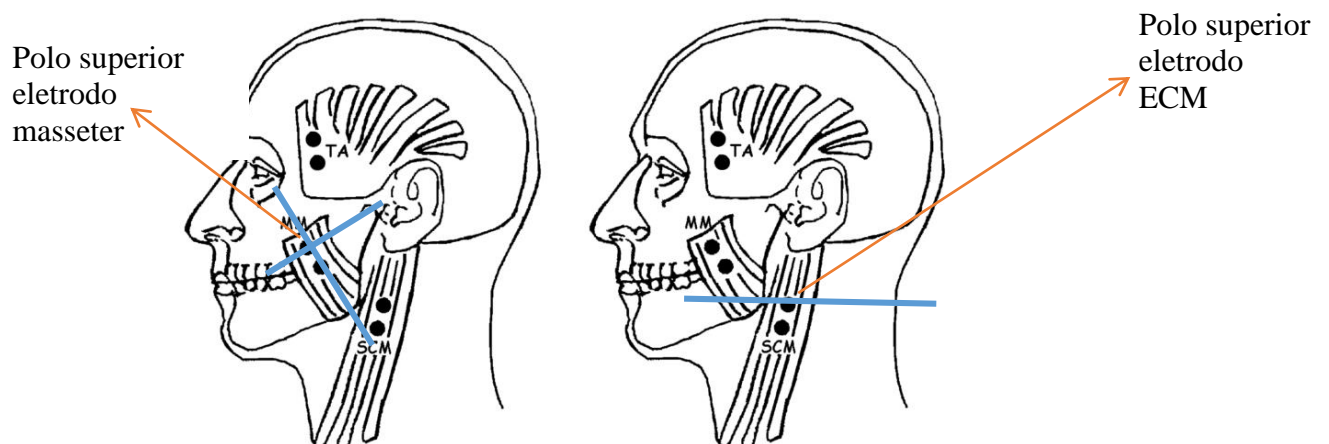


**Figura 8** - Sensor de EMG sem fio e Eletromiógrafo Delsys.

(FONTE: <http://www.delsys.com/products/wireless-emg>)

Os eletrodos de superfície foram fixados à pele por meio de fitas adesivas da marca Delsys e posicionados sobre o ventre muscular dos músculos masseter e esternocleidomastóideo (FERRARIO et al., 2003), bilateralmente, conforme descrito abaixo (Figura 9):

- Músculos masseteres direito (MD) e esquerdo (ME): o polo superior do eletrodo foi posicionado na intersecção entre a linha formada pela comissura labial-trago e linha entre o ângulo da mandíbula-canto do olho (figura);
- Músculos esternocleidomastóideo direito (ECMD) e esquerdo (ECME): o polo superior do eletrodo foi posicionado a mesma altura vertical do ângulo mandibular.



**Figura 9** - Posicionamento dos eletrodos sobre os músculos masseter e ECM

(FONTE: FERRARIO et al. 2003)

Previamente à colocação dos eletrodos, foi realizada a abrasão e limpeza da pele dos voluntários com algodão embebido em álcool 70% (SENIAM - Surface Electromyography for the Non-Invasive Assessment of Muscles) (HERMENS et al., 2000).

Os registros eletromiográficos foram realizados nas seguintes situações:

1. *Contração voluntária máxima do músculo ECM*: foi realizada com o sujeito em posição supino, contra a resistência manual aplicada sobre a região frontal da cabeça. Foi solicitada a realização da contração no sentido da elevação da cabeça da maca, mantendo o alinhamento cervical. Foram realizados 3 registros de 5 segundos, com intervalo de 1 minuto entre cada tentativa.
2. *Contração voluntária máxima do músculo masseter*: contração isométrica durante o apertamento dentário em máxima intercuspidação sobre o material Parafilm M (película de parafina flexível e inodora) (Figura 10). Este material foi dobrado 15 vezes no tamanho de 1,5 cm por 3,5 cm e colocado entre a face oclusal do primeiro e segundo molar superior e inferior, bilateralmente (BRIESEMEISTER; SCHMIDT; RIES, 2012a; RIES; ALVES; BÉRZIN, 2008). Foram realizados 3 registros de 5 segundos, sob comando verbal “aperta, aperta...” para incentivar a máxima contração.



**Figura 10** - Rolo e barra de Parafilm "M" utilizada pelos voluntários durante a contração voluntária máxima do músculo masseter

3. *Mastigação unilateral ipsilateral* à aplicação da solução (bala goma gelatina): dois registros com intervalo de 30 segundos. Os voluntários foram orientados a realizar a mastigação unilateral, livremente em seu próprio ritmo. O registro ocorreu durante todo o tempo da mastigação do alimento, até a sua deglutição, sem interferência do pesquisador.

#### 4.6.3 Indução da dor muscular experimental

Dor muscular experimental foi induzida por injeção de 0,2 ml de solução de glutamato monossódico estéril (1M) no músculo masseter, utilizando procedimentos normatizados quanto à esterilidade (seringa e agulha hipodérmica calibre 27 descartável – tipo insulina) (Figura 11). Todas as injeções foram administradas manualmente ao longo de um período de 10 s (CASTRILLON et al., 2008) no masseter, 1 cm posterior à borda anterior e 1cm acima da borda inferior do músculo, região localizada por meio de palpação realizada tanto pela pesquisadora quanto pelo odontólogo (CASTROFLORIO et al., 2012). A assepsia da pele com álcool 70% e algodão foi realizada antes de cada injeção. A mesma foi realizada por um odontólogo qualificado e experiente, tanto no procedimento de palpação muscular quanto na aplicação intramuscular de substâncias injetáveis.

Uma solução salina isotônica (0,2ml, 0,9%) foi utilizada para controlar os efeitos de volume (injeção controle). Para ambos os procedimentos, os indivíduos foram posicionados sentados, confortavelmente. A ordem e o lado da aplicação de glutamato ou solução salina isotônica foram randomizados e ocorreram com intervalo mínimo de 45 minutos. Este intervalo é suficiente para a redução dos efeitos da solução de glutamato (*washout*) sobre a sensibilização mecânica produzidos pela aplicação (CASTROFLORIO et al., 2012)

Os participantes foram cegados para o conteúdo de cada injeção e informados de que substância poderia causar dor (CASTROFLORIO et al., 2012; FALLA et al., 2007).

O glutamato estéril e a solução salina isotônica possuíam um pH 6,8-7, adequados para aplicação intramuscular e foram manipulados por técnicos do Laboratório de Química Farmacêutica da Faculdade de Ceilândia- UnB, em adequadas condições de esterilidade e controle de qualidade, por um profissional capacitado.

Os sujeitos foram instruídos a descrever a percepção da intensidade da dor evocada pelas injeções por meio da escala visual analógica (EVA), que consiste de uma linha reta, não numerada, de 100 mm de comprimento. Na extremidade direita indica-se a marcação de "ausência de dor", e na outra, "pior dor imaginável". A magnitude da dor foi indicada pela marcação na linha e uma régua é utilizada para quantificar a mensuração numa escala de 0-100 mm. A intensidade da dor foi registrada a cada 30 segundos, durante o tempo de duração da dor, exceto durante o registro da mastigação (CASTRILLON et al., 2008; FALLA et al., 2008; WIESINGER et al., 2013) (Apêndice E).



**Figura 11** - Procedimento de indução da dor muscular experimental

## 4.7 Processamento dos dados

### 4.7.1 Processamento dos dados cinemáticos

O processamento dos dados cinemáticos foi realizado em rotina implementada no Software Matlab R2012a, desenvolvida para a análise dos movimentos mastigatórios.

#### 4.7.1.1 Movimento Mandibular

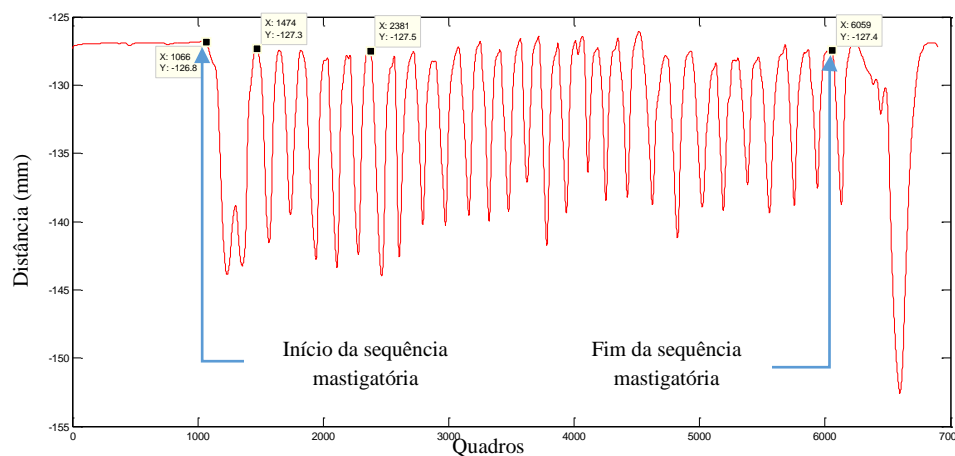
Para quantificar o deslocamento real dos marcadores durante os movimentos associados de mandíbula e segmento crânio-cervical durante a abertura e fechamento mandibular, foi realizada a transformação de coordenadas tridimensionais. Por meio desta compensação matemática, as mudanças na posição tridimensional do marcador mandibular foram ajustadas para as alterações na posição tridimensional do marcador da cabeça (HÄGGMAN-HENRIKSON; ERIKSSON, 2004; HÄGGMAN-HENRIKSON et al., 1998). Esta compensação matemática possibilitou a análise dos movimentos mandibulares isolados em relação à cabeça. O movimento mandibular tridimensional e o movimento crânio-cervical tridimensional foram então calculados de acordo com a fórmula (adaptada de HÄGGMAN-HENRIKSON; ERIKSSON, 2004, onde  $n$  é a posição do vetor em cada instante do tempo e  $x$ ,  $y$  e  $z$  os 3 eixos do movimento):

$$D_{3D} = \sqrt{(x - x_n)^2 + (y - y_n)^2 + (z - z_n)^2}$$

As variáveis relacionadas ao movimento mandibular são descritas a baixo:

*Variáveis relacionadas à sequência mastigatória:* duração em segundos; número de ciclos mastigatórios; frequência mastigatória durante os 10 segundos centrais da sequência mastigatória (de modo a considerar apenas os ciclos da fase de trituração).

Na análise destas variáveis foi excluído o primeiro ciclo - no qual a bala foi transferida da língua para a arcada dentária – e o último ciclo prévio deglutição (marcada pela máxima abertura bucal confortável) (Figura 12).



**Figura 12 - Sequência mastigatória completa**

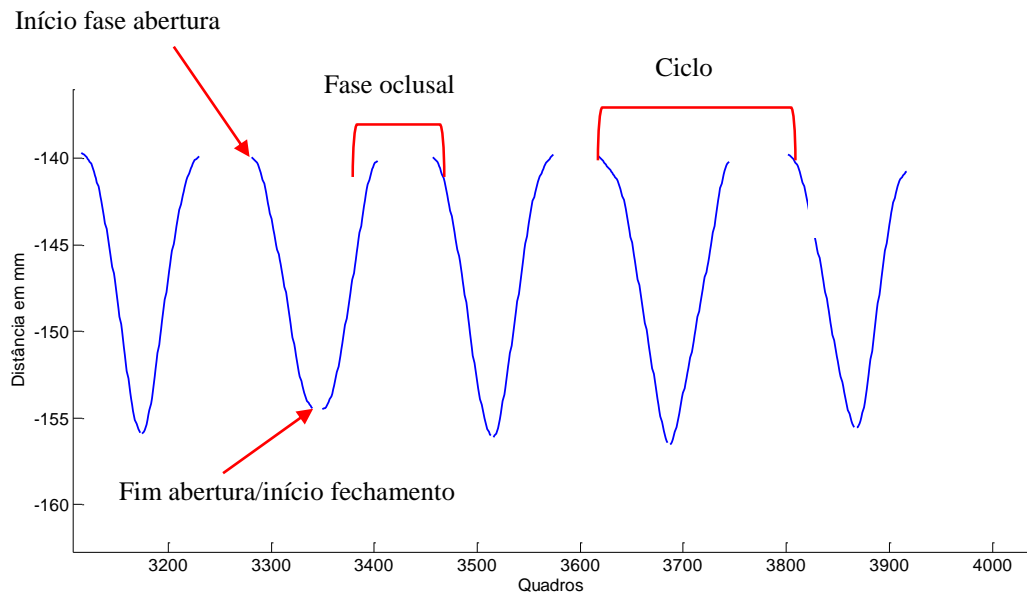
*Variáveis relacionadas ao ciclo mastigatório:*

- 1) Variáveis Temporais: duração das fases de abertura, fechamento e fase oclusal analisadas no eixo vertical (figura 13);

A duração das fases do ciclo mastigatório foi determinada a partir da variável velocidade mandibular em z (movimento vertical da mandíbula) (SAE-LEE et al., 2006; SVENSSON; HOUE; ARENDT-NIELSEN, 1997). Utilizou-se o limiar acima de 10mm/s. para definir a presença de movimento mandibular (SVENSSON; HOUE; ARENDT-NIELSEN, 1997). Assim, o início da fase de abertura foi determinado como o momento no tempo em que a mandíbula atingiu a velocidade igual ou superior a 10mm/s. O final da desta fase foi o ponto no tempo no qual a mandíbula atingiu sua posição mais inferior durante o deslocamento vertical. A fase de fechamento foi considerada a partir do início do deslocamento vertical para cima até o momento em que a mandíbula atingisse velocidade menor ou igual a 10mm/s, momento em que se inicia a fase oclusal. Esta fase foi determinada como o período de tempo em que a mandíbula se encontra relativamente sem movimento (velocidade menor 10mm/s) até o início do próximo movimento de abertura mandibular (Figura 13). A duração de cada ciclo

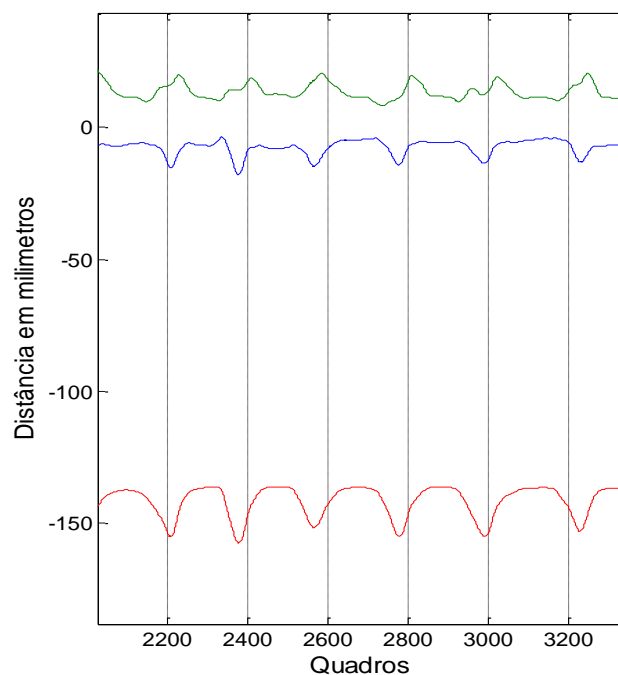


mastigatório (tempo/ciclo) foi definida como o período de tempo entre o início de dois ciclos mastigatórios consecutivos.



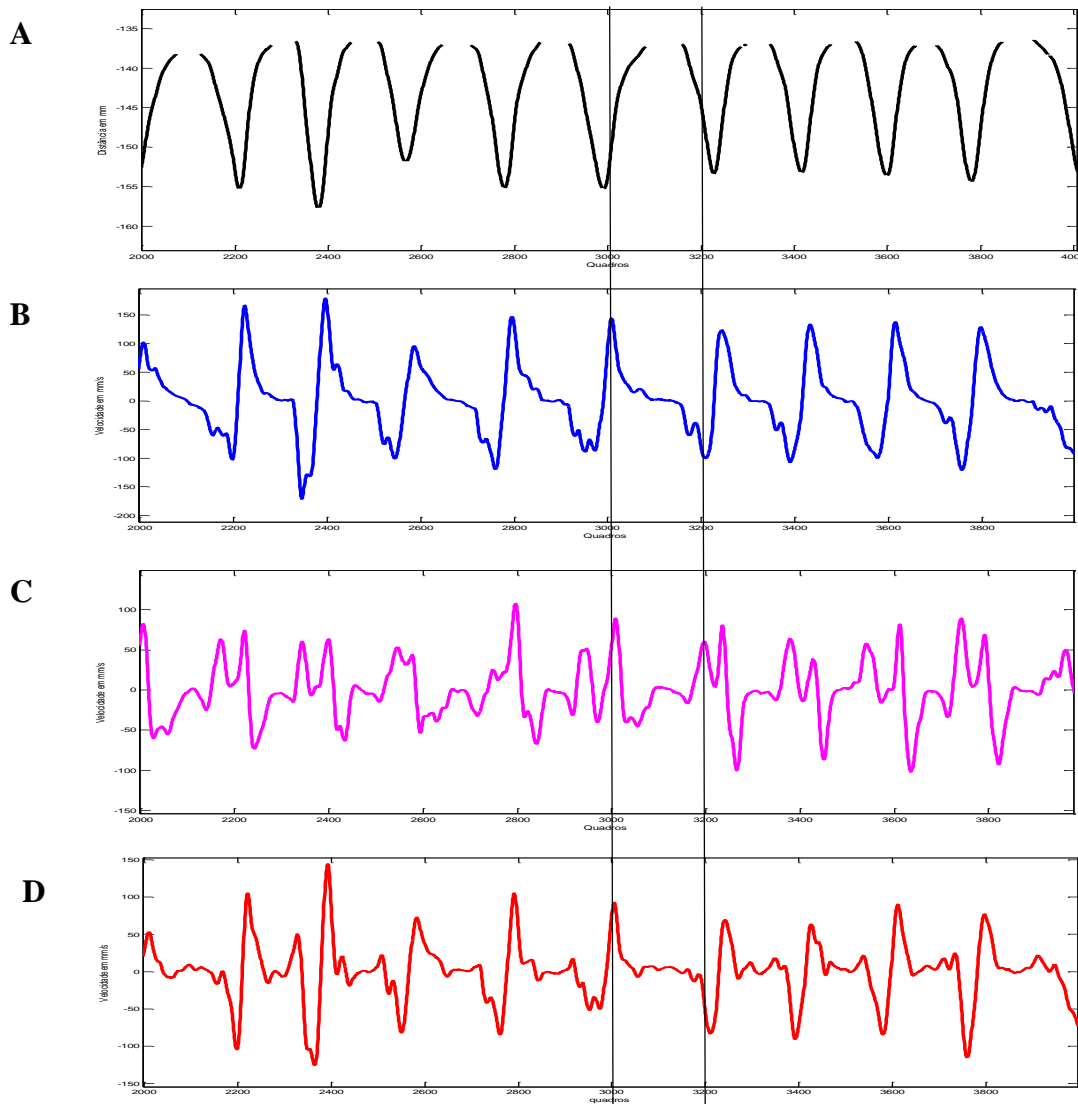
**Figura 13** - Ciclo mastigatório e suas fases

- 2) Amplitude de movimento: durante as fases de abertura e fechamento mandibular nos eixos x (anteroposterior), y (médio-lateral), z (vertical ou súpero-inferior) e magnitude tridimensional (figura 14);



**Figura 14** - Deslocamento da mandíbula nos eixos vertical (linha vermelha), anteroposterior (linha azul) e médio-lateral (linha verde)

- 1) Velocidade máxima: durante as fases de abertura e fechamento mandibular nos eixos x (anteroposterior), y (médio-lateral), z (vertical ou súpero-inferior) e magnitude tridimensional.



**Figura 15** - Deslocamento vertical (A) e velocidade nos eixos vertical (B), médio-lateral (C) e anteroposterior (D). Linhas verticais identificam as máximas velocidades de abertura e fechamento mandibular no eixo vertical e sua correspondência quanto ao deslocamento durante o ciclo mastigatório.

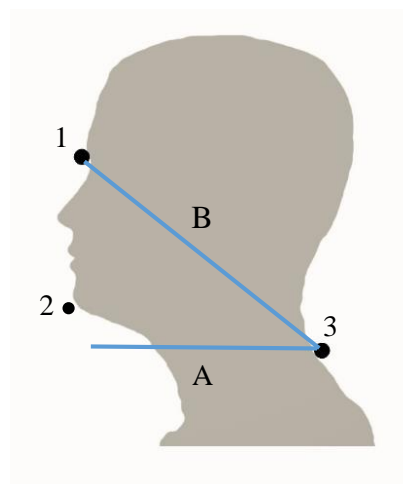
Na análise dos ciclos mastigatórios foram considerados os ciclos válidos dos 10 segundos iniciais de mastigação, desconsiderando o primeiro ciclo. Foram considerados como ciclos válidos aqueles que tiverem duração superior a 250 ms e deslocamento maior que 3mm, verticalmente (DE FELÍCIO et al., 2013).

#### 4.7.1.2 Movimento crânio-cervical

As variáveis cinemáticas do movimento da crânio-cervical durante a mastigação foram calculadas a partir da variação de sua posição em relação ao sistema de coordenadas global (posição no espaço) durante as fases de abertura e fechamento mandibular do ciclo mastigatório, previamente calculadas para a análise das variáveis do movimento mandibular.(ERIKSSON; ZAFAR; NORDH, 1998). Optou-se pela análise apenas das variáveis tridimensionais devido à pequena amplitude deste movimento durante a mastigação.

Em relação ao movimento crânio-cervical foram analisadas as seguintes variáveis:

- 1) Amplitude de movimento 3D do ponto glabella durante o ciclo mastigatório;
- 2) Velocidade máxima 3D do ponto glabella durante as fases de abertura e fechamento do ciclo mastigatório,
- 3) Magnitude *Peak-Peak* do ângulo de flexo-extensão cervical em relação ao tronco durante 3 segundos de repouso mandibular e ao longo de 5 ciclos mastigatórios. Foi estimada por meio do ângulo formado entre a reta que une os pontos C7 e glabella com o plano horizontal (adaptado de SCHMIDT; BRIESEMEISTER; RIES, 2014). A magnitude da variação do menor ao maior valor deste ângulo (*peak-peak*) foi analisada durante 3 segundos de repouso e ao longo de 5 ciclos mastigatórios (Figura 16).



**Figura 16** - Ângulo de flexo-extensão cervical em vista de perfil. (1) glabella; (2) ponta do mento; (3) processo espinhoso da sétima vértebra cervical (C7). As linhas representam as retas que formam o ângulo entre a horizontal (A) e união dos pontos glabella e C7 (B)

#### 4.7.2 Processamento dos dados eletromiográficos

O sinal EMG dos quatro músculos avaliados (masseter D e E, ECM D e E) foi comparado entre as situações mastigação unilateral em condição base (CB) com seu par de mastigação ipsilateral, imediatamente após aplicação 1 e após a aplicação 2.

Os sinais eletromiográficos dos músculos avaliados foram processados por meio de uma rotina de análise no programa *Matlab* (versão 2012a, *Mathworks Inc.*, USA) que detecta o início (início) e o fim (offset) da atividade muscular durante a tarefa de mastigação. O sinal eletromiográfico filtrado (filtro *butterworth* de 4ª ordem com frequência de passa banda entre 20 e 450Hz), obtido durante o registro mastigatório, é rodado automaticamente utilizando uma janela de tamanho fixo de 200 ms, calculando o RMS (*root mean square*) e o desvio padrão para cada uma dessas janelas. Com base no valor mais baixo do RMS do sinal de EMG analisado, um valor de referência foi definido e usado pela rotina para os cálculos adicionais. O valor de referência definido é igual a  $3r$  (onde  $r$  é o desvio padrão do valor RMS). Uma janela de 200 ms é equivalente a  $n = 400$  pontos de dados, considerando que o taxa de amostragem da EMG foi de 2000Hz (BRIESEMEISTER; SCHMIDT; RIES, 2012a).

A amplitude da atividade muscular do musculo masseter e ECM foi representada através do valor RMS do sinal do EMG, expresso em microvolts ( $\mu\text{v}$ ), que é calculado pela fórmula a seguir:

$$x_{\text{rms}} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i^2}$$

Para normalizar o valor da amplitude de ativação muscular (AAM), o mesmo foi expresso como uma porcentagem do valor de referência determinado a partir da contração voluntária máxima (CVM) (SODERBERG; KNUTSON, 2000). Para cada músculo analisado, foi selecionado o intervalo de 3 segundos de ativação eletromiográfica mais constante entre as tentativas de CVM realizadas. O valor de referência foi calculado pela média da raiz quadrada média (RMS) deste intervalo (DE FELÍCIO et al., 2013).

Também foi verificada a razão entre a ativação muscular normalizada durante o período ativo (PA) e inativo (PI) dos músculos mastigatórios, expresso pelo coeficiente de relação AAM PA/PI.

Em relação à duração da atividade eletromiográfica, as seguintes variáveis foram analisadas (em milissegundos) para os lados de trabalho e balanceio: (1) Tempo Inativo (TI):

intervalo de tempo no qual cada músculo permanece inativo; (2) Tempo Ativo (TA): intervalo de tempo no qual cada músculo permanece ativo (3) Duração Total do Ciclo Mastigatório: intervalo de tempo transcorrido entre o início do tempo inativo e o fim do tempo ativo (BRIESEMEISTER; SCHMIDT; RIES, 2012a).

Também foi analisada a simetria da ativação muscular dos pares de músculos por meio do *percentage overlapping coefficient* (POC - coeficiente do percentual de sobreposição), um índice que mostra a forma total da onda de ativação muscular em função do tempo, demonstrado por meio do percentual de sobreposição da envoltória linear do RMS normalizado durante a mastigação (FERRARIO et al., 2000; RIES; ALVES; BÉRZIN, 2008).

Para cada sujeito, músculo e teste, foram selecionados recortes do sinal eletromiográfico. A atividade eletromiográfica normalizada dos pares musculares (masseter D e E e ECM D e E) de cada sujeito foi comparada computando o POC (unidade %). As duas ondas eletromiográficas foram sobrepostas e a razão entre as áreas sobrepostas e o total das áreas das curvas de RMS dos músculos D e E foi calculada a partir da seguinte fórmula:

$$POC = [1 - \sum_{i=1}^{60} (RMS \text{ músc D} - RMS \text{ músc E}) / \sum_{i=1}^{60} (RMS \text{ músc D} + RMS \text{ músc E})]$$

Se dois músculos contraem em perfeita simetria, um POC de 100% é esperado (FERRARIO et al., 2000, 2006).

A coativação entre os músculos ECM e masseter dos lados de trabalho e balanceio foi estimada pela razão entre o RMS médio do músculo ECM e o RMS médio do músculo masseter, durante o período ativo do ciclo mastigatório (expressa em percentual). Este índice tem sido utilizado para medir a intensidade de ativação simultânea entre músculos antagonistas e seu aumento está relacionado à maior coativação dos músculos analisados (REMAUD; CORNU; GUÉVEL, 2009).

#### 4.8 Análise Estatística

Para a análise das variáveis cinemáticas e eletromiográficas relacionadas ao ciclo mastigatório, foi considerada a média aritmética dos cinco ciclos centrais da sequência dos primeiros 10 ciclos mastigatórios de cada sujeito, de modo a garantir que não houvesse deglutição entre os ciclos selecionados (HÄGGMAN-HENRIKSON et al., 1998). Para a análise

da simetria de ativação muscular foram excluídos o primeiro e último ciclo entre os 5 previamente selecionados, e considerados os 3 ciclos centrais.

Entre os dois registros de mastigação unilateral direita e esquerda, realizados em condição base (CB), foi selecionado o registro com os ciclos mastigatórios de maior amplitude RMS dos músculos masseteres e melhor estabilidade do sinal durante o período ativo do ciclo mastigatório. Entre os dois registros realizados após os procedimentos experimentais - condição dor induzida (CDI) e condição controle (CC) - foi selecionado o registro realizado imediatamente após o procedimento.

Como cada solução foi aplicada em um lado, a mastigação realizada após a aplicação de solução de glutamato (CDI) e/ou salina isotônica (CC) foi comparada com seu par de mastigação em condição base (CB).

Os participantes foram caracterizados por meio de estatística descritiva (média e desvio-padrão). Após verificar a normalidade dos dados por meio do teste de *Shapiro-Wilk*, utilizou-se o teste “t” de *Student* para comparar a média das variáveis paramétricas das amostras dependentes e o teste de *Wilcoxon* para comparar as variáveis não-paramétricas das amostras dependentes.

O coeficiente de correlação de *Spearman* foi usado para examinar a relação entre as variáveis cinemáticas relacionadas ao movimento tridimensional mandibular e crânio-cervical. O mesmo coeficiente foi utilizado para verificar a associação entre a amplitude de ativação muscular de masseter e ECM dos lados de trabalho e balanceio, em cada uma das condições de registro (CB, CDI e CC). Foram apresentados o coeficiente  $r$  e  $r^2$  (indica o % de variância compartilhada entre as variáveis correlacionadas).

O programa estatístico utilizado foi o *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) versão 20.0 para Windows e, para todos os procedimentos, foi adotado o nível de significância de 5% ( $p < 0,05$ ). Para todas as variáveis analisadas, valores ‘d’ de *Cohen* (tamanho do efeito - magnitude da distância entre duas médias em termos de desvios padrões) e o poder estatístico do teste em valores percentuais (indica a capacidade do teste de encontrar uma diferença quando esta existe) foram calculados *post-hoc* para variáveis pareadas por meio do programa G\*Power 3.1.9.2.

A magnitude do tamanho do efeito tem sido interpretada como um índice de relevância clínica. Assim, quanto maior o tamanho do efeito, maior a diferença entre os grupos e maior a relevância clínica dos resultados. Cohen (apud DANCEY; REYDY, 2013) descreveu tamanhos de efeito 0,2, 0,5 e 0,8 como pequeno, moderado e grande respectivamente. No entanto, estes valores são apenas uma orientação para a tomada de decisões e devem levar em consideração

as características da variável em estudo (DANCEY; REIDY, 2013; MUSSELMAN, 2007). Pesquisadores têm utilizado parâmetros mais conservadores na determinação da relevância clínica com base no tamanho de efeito (ARMIJO-OLIVO et al, 2011), considerando clinicamente relevantes e de efeito moderado valores maiores que 0,4 (ARMIJO-OLIVO et al, 2011).

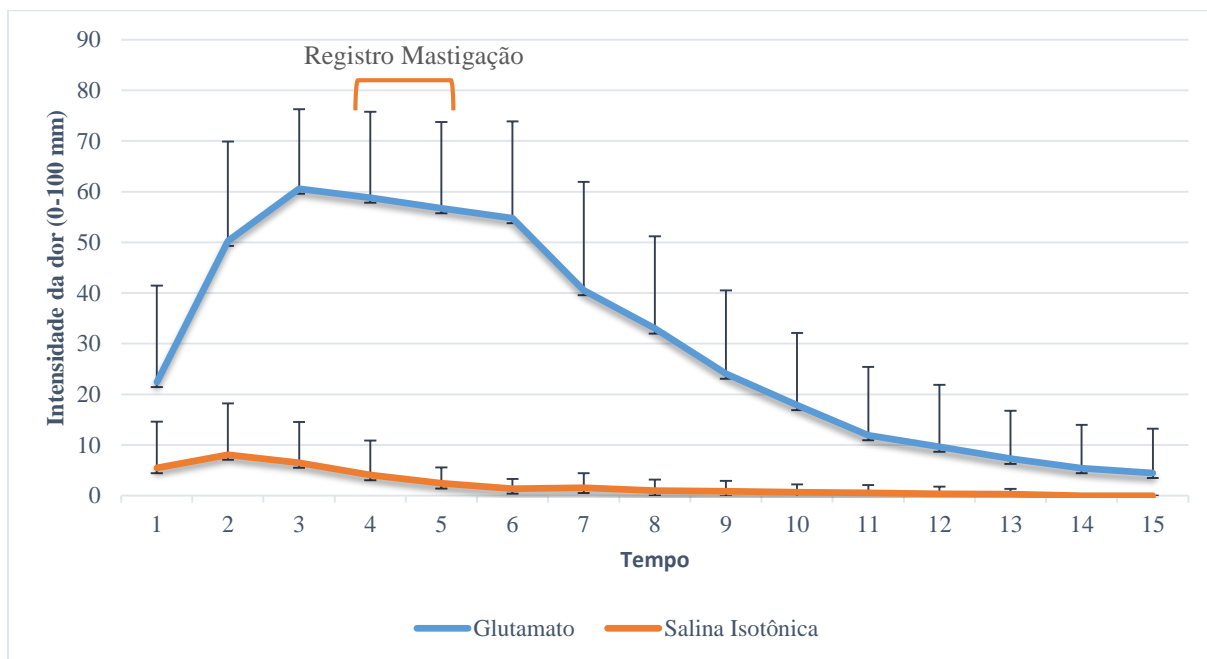
## 5 RESULTADOS

### 5.1 Amostra

Os voluntários (n=28) do estudo apresentaram média de idade de  $20,6 \pm 2,0$  anos e de IMC de  $24,7 \pm 2,7$  Kg/m<sup>2</sup>.

### 5.2 Intensidade da dor induzida

A figura 17 descreve, em média, o comportamento da percepção de dor dos indivíduos após a injeção intramuscular de solução de glutamato e solução salina isotônica, avaliada por meio da escala visual analógica (EVA). Foi solicitado ao voluntário que avaliasse a qualidade da dor antes e depois de cada registro (entre os quais houve um intervalo de 30 segundos) e após o final dos registros, a cada 30 segundos, até o momento do relato de ausência de dor.



**Figura 17** – Média e desvio padrão dos escores da escala visual analógica (EVA) para a intensidade da dor evocada pela injeção de solução de glutamato e solução salina isotônica no músculo masseter. Momentos de registro: (1) imediatamente após a aplicação; (2) 30 s após a aplicação; (3) 60 s após aplicação; (4) 90 s após a aplicação (5) após mastigação ipsilateral 1; (6) 30 s após mastigação ipsilateral 1; (7) após mastigação ipsilateral 2; (8) 30 s após mastigação ipsilateral 2; (9-15) a cada 30 s.



A injeção de solução salina isotônica no músculo masseter esteve associada a escores muito baixos na EVA antes ( $5,23 \pm 9,07$  mm) e após ( $3,38 \pm 6,69$  mm) o registro da mastigação.

Por outro lado, a dor induzida pela injeção de solução de glutamato imediatamente antes ( $58,06 \pm 16,59$  mm; 19,22-84,87 mm) e após ( $56,14 \pm 16,58$  mm; 29,64-85,87 mm) o registro de mastigação apresentou intensidade moderada a forte. Nota-se que durante o registro de mastigação houve estabilidade da sensibilização a dor (momentos 4 e 5 da figura 17), que foi progressivamente diminuindo durante aproximadamente 7 minutos (no momento 15 os escores médios da EVA foram de 0,85 mm). Os escores da EVA após a injeção de solução de glutamato foram significativamente maiores que os apresentados após a injeção de solução salina isotônica ( $p < 0,000$ ).

### **5.3 Variáveis relacionadas à sequência mastigatória**

Nenhuma diferença foi observada em relação à duração da sequência mastigatória, tanto nas comparações entre condição base (CB -  $18,01 \pm 7,65$  s) e condição dor induzida (CDI -  $18,21 \pm 6,37$  s) como entre CB ( $20,18 \pm 8,64$  s) e condição controle (CC -  $18,46 \pm 8,64$  s).

Da mesma forma, a comparação quanto ao número de ciclos mastigatórios em cada sequência também não se modificou pelas condições experimentais CDI (pré= $25,11 \pm 11,02$  e pós= $23,89 \pm 9,45$  ciclos) e CC (pré= $27,21 \pm 12,06$  e pós= $26,03 \pm 11,05$  ciclos).

Em relação à frequência mastigatória (Hz), não foi verificada diferença entre as condições CB e CDI ( $1,40 \pm 0,22$  Hz em CB e  $1,34 \pm 0,24$  Hz em CDI,  $p = 0,089$ ). Na comparação entre CB e CC houve aumento da frequência mastigatória de  $1,37 \pm 0,24$  para  $1,42 \pm 0,22$  Hz na CC ( $p = 0,047$ ).

### **5.4 Variáveis cinemáticas relacionadas ao movimento mandibular**

Em relação as variáveis temporais do ciclo mastigatório (Tabela 1), houve maior duração do tempo de abertura do ciclo mastigatório durante a CDI em relação à CB. Situação oposta foi observada na comparação entre as CB e CC, em que menor duração da fase de fechamento mandibular foi verificada durante o ciclo mastigatório em CC.

**Tabela 1** - Duração do ciclo mastigatório total, das fases de abertura, fechamento e oclusal nas condições pré e pós dor induzida e controle

Condição	Tempo (mseg)	Ciclo		Abertura		Fechamento		Oclusal	
		Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
<b>Dor Induzida</b>	Média	767,26	795,29	303,74	327,11	251,06	241,64	212,46	227,66
	DP	171,05	154,09	89,98	69,71	48,01	55,86	72,51	67,90
	p-valor	0,302		0,018*		0,227		0,406	
	d	0,17		0,29		0,18		0,22	
	P (%)	14,10%		30,85%		15,07%		18,96%	
<b>Controle</b>	Média	752,1	740,1	308,0	306,9	242,2	218,0	202,3	215,1
	DP	146,4	129,7	66,4	68,6	56,1	48,8	55,7	64,1
	p-valor	0,432		0,802		0,007*		0,186	
	d	0,09		0,02		0,46		0,21	
	P (%)	7,17%		5,07%		62,60%		18,60%	

**Legendas:** DP-desvio padrão; d: d de *Cohen*, tamanho de efeito; P: poder estatístico; Teste de *Wilcoxon*,  $p < 0,05$ .

A tabela 2 mostra que, na CDI, houve menor amplitude de movimento médio-lateral da mandíbula durante o fechamento mandibular ( $p=0,013$ ). Movimentos anteroposteriores e verticais não sofreram interferência da dor em comparação à CB. Não foram encontradas diferenças significativas em relação à amplitude de movimento mandibular na comparação entre pré e pós CC.

A amplitude de movimento mandibular tridimensional durante o ciclo mastigatório também foi avaliada e não houve diferença nas comparações entre os momentos pré e pós condição dor induzida ( $13,61 \pm 2,4$  e  $13,06 \pm 2,7$ ;  $p=0,316$ ) e controle ( $13,39 \pm 2,56$  e  $12,9 \pm 3,02$ ;  $p=0,318$ ).

A tabela 3 apresenta o comportamento da variável velocidade máxima tridimensional e seus componentes em todas as condições avaliadas. Os componentes de máxima velocidade médio-lateral durante a abertura e fechamento apresentaram significativa redução em CDI (abertura=  $45,54 \pm 14,34$ ; fechamento=  $68,50 \pm 22,9$ ) em comparação com a CB (abertura=  $51,89 \pm 14,66$ ; fechamento=  $79,04 \pm 20,08$ ). O componente de máxima velocidade vertical durante a abertura mandibular também foi significativamente menor após a indução da dor ( $77,11 \pm 24,21$ ) comparada à CB ( $89,82 \pm 20,87$ ).

Nenhum resultado significativo foi encontrado para estas variáveis na comparação entre a mastigação em CB e CC.

**Tabela 2** - Amplitude de movimento mandibular anteroposterior, médio-lateral, vertical durante as fases de abertura e fechamento do ciclo mastigatório nas condições pré e pós dor induzida e controle

	Condição		Dor Induzida				Controle			
	Amplitude (mm)		Média (DP)	p- valor	d	P (%)	Média (DP)	p- valor	d	P (%)
Anteroposterior	Abertura	Pré	6,26 (1,81)	0,842	0,03	5,35	6,15 (2,21)	0,427	0,12	9,45
		Pós	6,34 (2,64)				5,9 (1,90)			
	Fechamento	Pré	5,76 (1,94)	0,238	0,21	18,74	5,67 (2,21)	0,964	0,01	5,03
		Pós	6,26 (2,67)				5,65 (2,13)			
Médio-Lateral	Abertura	Pré	5,09 (1,46)	0,246	0,21	18,65	4,91 (1,64)	0,148	0,2	17,19
		Pós	4,77 (1,60)				5,29 (2,12)			
	Fechamento	Pré	7,38 (1,86)	0,013*	0,4	52,82	6,59 (1,92)	0,595	0,06	6,25
		Pós	6,59 (2,09)				6,71 (1,79)			
Vertical	Abertura	Pré	12,9 (2,32)	0,107	0,35	43,99	12,66 (2,37)	0,223	0,22	20,23
		Pós	12,05 (2,47)				12,08 (2,84)			
	Fechamento	Pré	13,16 (2,31)	0,147	0,31	35,93	12,94 (2,35)	0,187	0,24	23
		Pós	12,42 (2,41)				12,33 (2,72)			

**Legendas:** DP-desvio padrão; d: d de *Cohen*, tamanho de efeito; P: poder estatístico; *Teste t* para variáveis dependentes,  $p < 0,05$ .

**Tabela 3** - Velocidades máximas anteroposterior, médio-lateral, vertical e tridimensional da mandíbula durante as fases de abertura e fechamento do ciclo mastigatório pré e pós condição dor induzida e condição controle

	Condição	Velocidade Máx	Dor Induzida				Controle			
			Média (DP)	p- valor	d	P (%)	Média (DP)	p- valor	d	P (%)
Anteroposterior	Abertura	Pré	57,34 (17,32) <sup>b</sup>	0,246	0,18	15,1	57,52 (18,15) <sup>a</sup>	0,239	0,16	12,69
		Pós	53,52 (22,91) <sup>b</sup>				54,75 (16,92) <sup>a</sup>			
	Fechamento	Pré	56,73 (20,05) <sup>b</sup>	0,256	0,09	7,55	56,38 (24,02) <sup>b</sup>	0,6	0,03	5,3
		Pós	59,11 (28,43) <sup>b</sup>				57,19 (25,74) <sup>b</sup>			
Médio-lateral	Abertura	Pré	51,89 (14,66) <sup>a</sup>	0,014*	0,44	60,8	49,02 (13,4) <sup>b</sup>	0,593	0,12	8,98
		Pós	45,54 (14,34) <sup>a</sup>				50,81 (16,64) <sup>b</sup>			
	Fechamento	Pré	79,04 (20,08) <sup>a</sup>	0,033*	0,49	70,06	71,92 (19,11) <sup>a</sup>	0,794	0,05	5,79
		Pós	68,5 (22,9) <sup>a</sup>				71,01 (15,83) <sup>a</sup>			
Vertical	Abertura	Pré	89,82 (20,87) <sup>a</sup>	0,008*	0,56	81,4	87,51 (20,2) <sup>b</sup>	0,202	0,25	24,44
		Pós	77,11 (24,21) <sup>a</sup>				81,97 (23,1) <sup>b</sup>			
	Fechamento	Pré	97,11 (24,87) <sup>a</sup>	0,326	0,17	13,78	94,61 (28,08) <sup>b</sup>	0,964	0	5
		Pós	92,11 (32,92) <sup>a</sup>				94,66 (31,47) <sup>b</sup>			
Tridimensional	Abertura	Pré	110,94 (24,4) <sup>a</sup>	0,053	0,43	59,89	108,2 (23,75) <sup>a</sup>	0,199	0,18	15,65
		Pós	99,09 (29,57) <sup>a</sup>				103,55 (26,37) <sup>a</sup>			
	Fechamento	Pré	127,58 (25,39) <sup>b</sup>	0,495	0,19	15,42	123,62 (33,65) <sup>b</sup>	0,733	0,05	5,8
		Pós	121,01 (39,99) <sup>b</sup>				121,83 (33,83) <sup>b</sup>			

**Legendas:** DP-desvio padrão; d: d de *Cohen*, tamanho de efeito; P: poder estatístico; a: *Teste t* para variáveis dependentes; b: teste de *Wilcoxon*,  $p < 0,05$ .

### 5.5 Variáveis cinemáticas relacionadas ao movimento crânio-cervical

A tabela 4 descreve a distribuição da média e desvio padrão da máxima amplitude de movimento tridimensional crânio-cervical durante o ciclo mastigatório e máxima velocidade tridimensional crânio-cervical durante as fases de abertura e fechamento mandibular. Nenhuma diferença foi observada para estas variáveis nas comparações pré e pós CDI e CC.

**Tabela 4** - Amplitude de movimento e velocidade tridimensional (3D) crânio-cervical durante as fases de abertura e fechamento do ciclo mastigatório pré e pós condição dor induzida e controle

Condição		Amplitude 3D (mm)		Velocidade 3D abertura (mm/s)		Velocidade 3D fechamento (mm/s)	
		Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
Dor Induzida	Média	1,33	1,55	13,74	15,78	16,73	16,84
	DP	0,58	0,83	4,41	9,07	4,39	6,76
	p- valor	0,236		0,399		0,616	
	d	0,30		0,26		0,02	
	P (%)	31,77		25,29		5,10	
Controle	Média	1,19	1,24	13,1	13,71	15,47	16,09
	DP	0,51	0,59	3,04	4,58	3,83	4,9
	p- valor	0,585		0,855		0,509	
	d	0,09		0,15		0,14	
	P (%)	7,34		11,70		10,64	

**Legendas:** DP-desvio padrão; d: d de *Cohen*, tamanho de efeito; P: poder estatístico; Teste *Wilcoxon*,  $p < 0,05$

A tabela 5 apresenta os valores de variação *peak-peak* do ângulo de flexo-extensão cervical nas situações de repouso e durante a mastigação em CB comparada à CDI e CC. Não foi verificada diferença na magnitude de variação deste ângulo em nenhuma das comparações realizadas.

**Tabela 5** - Magnitude de variação (*Peak-Peak*) do ângulo de flexo-extensão cervical (graus) durante o repouso e mastigação nas condições pré e pós dor induzida e controle

Condição		Repouso		Mastigação	
		Pré	Pós	Pré	Pós
Dor Induzida	Média e DP	0,65(0,71)	1,17(3,46)	1,17(0,57)	2,4(4,29)
	IC (95%)	0,37-0,92	0,17-2,51	0,95-1,39	0,74-4,06
	p-valor	0,412		0,187	
	d	0,16		0,3	
	P (%)	12,93		32,93	
Controle	Média e DP	0,43(0,28)	0,54(0,45)	1,15(0,47)	1,45(1,05)
	IC (95%)	0,32-0,57	0,37-0,72	0,98-1,34	1,05-1,86
	p-valor	0,316		0,452	
	d	0,28		0,38	
	P (%)	28,53		48,11	

**Legenda:** DP=desvio padrão; IC= intervalo de confiança; d: d de *Cohen*, tamanho de efeito; P: poder estatístico; Teste *Wilcoxon*,  $p < 0,05$

De modo a determinar a diferença do movimento angular crânio-cervical sagital entre as situações de repouso e mastigação, os valores de máxima variação *peak-peak* dos períodos de repouso e mastigação de cada registro foram comparados em todas as condições avaliadas no estudo. Verificou-se diferença significativa entre os valores *peak-peak*, com maior movimento crânio-cervical durante a mastigação em relação ao repouso mandibular para todas as comparações: CB ipsilateral à aplicação de solução de glutamato ( $p < 0,000$ ); CDI ( $p < 0,000$ ); CB ipsilateral à aplicação de solução salina isotônica ( $p < 0,000$ ); CC ( $p < 0,000$ );

Não houve relação entre a amplitude de movimento tridimensional mandibular e crânio-cervical observadas durante o ciclo mastigatório em cada condição de registro (CB, CDI e CC). Nenhuma associação significativa foi observada para as variáveis analisadas antes ( $r = -0,138$ ) e após a CDI ( $r = 0,060$ ) ou antes ( $r = 0,287$ ) e após CC ( $r = 0,150$ ).

## 5.6 Variáveis eletromiográficas da mastigação

Na presença de dor houve redução significativa da amplitude de ativação muscular (AAM) durante o período ativo (PA) do músculo masseter do lado de trabalho (ipsilateral à aplicação da solução de glutamato) ( $p = 0,009$ ). Não foram observadas diferenças na AAM deste músculo do durante o período inativo (PI) do ciclo mastigatório nas comparações pré e pós indução de dor no músculo masseter. A condição controle não modificou nenhum dos parâmetros relacionados a AAM (tabela 6).

A menor AAM do masseter do lado de trabalho é confirmada pela redução o coeficiente de relação AAM PA/PI na condição base – de 26,13 (12,27) para 22,08 (10,81), na condição dor induzida ( $p=0,034$ ;  $d=0,35$ ;  $P\%=41,17$ ). No lado de balanceio, o comportamento do coeficiente de relação AAM PA/PI foi inverso, havendo um aumento de 13,32 (8,40) para 16,00 (10,552), que foi estatisticamente significativo ( $p=0,026$ ;  $d=0,28$ ;  $P\%=22,2$ ). Esta variável não foi modificada pela condição controle.

A atividade eletromiográfica do músculo ECM não sofreu efeito de nenhuma das condições experimentais.

A tabela 7 descreve os valores de média e desvio padrão relativos ao comportamento das variáveis tempo ativo (TA) e tempo inativo (TI) dos músculos masseteres do lado de trabalho e balanceio nas comparações pré (CB) e pós dor induzida e controle.

Verificou-se um aumento do TA dos masseteres do lado de trabalho ( $p=0,009$ ) e lado de balanceio ( $p=0,003$ ) após a indução da dor. Situação inversa foi observada na comparação entre a CB e CC, onde os TI dos músculos masseteres do lado de trabalho ( $p=0,018$ ) e balanceio ( $p=0,008$ ) sofreram redução.

**Tabela 6** - Amplitude de Ativação Muscular (AAM) os músculos masseter e ECM durante os períodos inativo e ativo do ciclo mastigatório nas condições pré e pós dor induzida e controle

Condição		Dor induzida					Controle				
AAM (%)		Pré	Pós	p-valor	d	P(%)	Pré	Pós	p-valor	d	P(%)
Período Inativo	MT	2,44 (1,73)	2,49 (1,43)	0,316	0,03	5,28	2,8 (1,48)	2,81 (1,34)	0,439	0,01	5,01
	MB	2,56 (1,22)	2,44 (1,28)	0,374	0,09	7,65	2,4 (2,13)	2,31 (1,74)	0,767	0,05	5,6
	ECMT	4,45 (4,58)	4,37 (4,14)	0,295	0,02	5,09	3,67 (2,45)	4,41 (4,45)	0,21	0,19	5,91
	ECMB	2,96 (1,66)	3,25 (2,42)	0,665	0,13	10,34	3,69 (2,82)	3,6 (2,91)	0,946	0,03	5,28
Período Ativo	MT	50,12 (15,78)	44,14 (15,84)	0,009*	0,34	45,53	49,55 (16,3)	49,78 (17,92)	0,569	0,01	5,05
	MB	29,49 (13,35)	33,3 (21,51)	0,151	0,2	17,22	31,88 (13,43)	32,01 (13,48)	0,716	0,01	5,02
	ECMT	6,29 (4,13)	6,71 (5,17)	0,524	0,09	7,26	6,83 (6,04)	8,18 (8,16)	0,092	0,18	15,04
	ECMB	4,2 (3,23)	4,44 (3,86)	0,374	0,07	6,28	4,2 (2,62)	3,99 (2,25)	0,946	0,08	7,1

**Legenda:** dados apresentados em média e desvio padrão MT: masseter lado de trabalho; MB: masseter lado de balanceio; ECMT: ECM lado de trabalho; ECMB: ECM lado de balanceio; d: d de *Cohen*, tamanho de efeito; P: poder estatístico; Teste de *Wilcoxon*, \*p<0,05



**Tabela 7** - Tempo Inativo e Tempo Ativo do ciclo mastigatório para os músculos masseter do lado de trabalho e masseter do lado de balanceio pré e pós condição dor induzida e controle

Condição	Dor Induzida				Controle				
	Pré	Pós	d	P(%)	Pré	Pós	d	P(%)	
Tempo Inativo (ms)	MT	444,49 (141,89)	453,89 (111,6)	0,07	6,51	452,44* (119,46)	416,92* (112,04)	0,31	33,22
	MB	479,56 (179,85)	462,83 (120,62)	0,1	8,22	481,27* (121,18)	441,9* (112,08)	0,34	38,85
Tempo Ativo (ms)	MT	317,89* (90,36)	340,21* (79,22)	0,26	25	317,47 (81,83)	321,09 (65,1)	0,05	5,67
	MB	308,64* (102,81)	335,22* (70,41)	0,29	30,66	288,26 (67,09)	298,04 (63,94)	0,15	11,56

**Legenda:** dados apresentados em média e desvio padrão MT: masseter lado de trabalho; MB: masseter lado de balanceio; d: d de *Cohen*, tamanho de efeito; P: poder estatístico; Teste de *Wilcoxon*, \*p<0,05

Em relação ao tempo de duração do ciclo mastigatório, não houve modificação significativa nas comparações entre CB (765,57±162,05) e CDI (795,5±160,23) (d=0,2; P%=15,63). Na comparação entre CB e CC, foi observada a redução da duração do ciclo de 767,86 ±154,69 na CB para 738,32±139,29 na CC (p=0,039, d=0,2; P%=16,92).

Na análise do índice de simetria (POC) de ativação eletromiográfica do músculo masseter e ECM entre os lados de trabalho e balanceio durante a mastigação, apenas o músculo masseter apresentou modificação em seu padrão de simetria. Observou-se um aumento estatisticamente significativo da simetria de ativação na comparação entre CB e CDI (Tabela 8). Nenhuma modificação foi observada na comparação entre condições base e controle.

**Tabela 8** - Simetria da atividade eletromiográfica do músculo masseter e esternocleidomastóideo (ECM) durante a mastigação pré e pós condição dor induzida e controle

Condição	Músculo	Pré	Pós	p-valor	d	P(%)
Dor Induzida	Masseter	72,25 (19,21)	78,95 (15,88)	0,007*	0,38	46,65
	ECM	74,95 (14,58)	72,55 (14,68)	0,158	0,16	12,92
Controle	Masseter	74,73 (14,70)	72,99 (16,07)	0,146	0,11	8,68
	ECM	74,26 (15,21)	75,4 (15,52)	0,636	0,01	5,02

**Legenda:** dados apresentados em média e desvio padrão. d: d de *Cohen*, tamanho de efeito; P: poder estatístico; Teste de *Wilcoxon*, \*p<0,05

A tabela 9 apresenta os coeficientes de correlação de Spearman ( $r$ ) e coeficiente de variância compartilhada ( $r^2$  %) entre masseter e ECM dos lados de trabalho e balanceio em cada situação de mastigação avaliada CB (bilateralmente) e mastigação em CDI e CC. Correlações positivas moderadas ( $r > 0,3$ ) foram observadas entre masseter e ECM do lado de trabalho, masseter e ECM do lado de balanceio em todas as condições avaliadas, indicando que existe uma relação entre a ativação destes músculos associada à lateralidade. Correlações significativas foram observadas em CB e CDI entre MB e ECM B, indicando que a dor não modificou o padrão ou o grau da correlação.

Na análise dos coeficientes de correlação entre CB e CC o comportamento é semelhante, exceto que na CC não se observa correlação significativa entre os músculos masseter e ECM do lado de balanceio (MB e ECMB) e correlações significativas foram observadas também entre masseter e ECM do lado de trabalho (MT e ECMT).

**Tabela 9** - Correlação entre a amplitude de ativação muscular (AAM) dos músculos masseteres do lado de trabalho (MT) e balanceio (MB) e AAM dos músculos ECM do lado de trabalho (ECMT) e balanceio (ECMB) para cada condição de registro de mastigação

Condição	AAM	ECMT		ECMB	
		r	$r^2$ (%)	r	$r^2$ (%)
Pré CDI	MT	0,331	10,95	0,291	8,47
	MB	0,091	0,82	0,398*	15,84
Pós CDI	MT	0,352	12,39	0,172	2,96
	MB	0,119	1,42	0,409*	16,73
Pré CC	MT	0,442*	19,54	0,25	6,25
	MB	0,15	2,25	0,497**	24,7
Pós CC	MT	0,453*	20,52	0,182	3,31
	MB	0,248	6,15	0,258	6,66

**Legenda:** CB - Condição base; CDI- condição dor induzida; CC- condição controle; r- coeficiente de correlação de Spearman;  $r^2$ -coeficiente de variância compartilhada; \*\*Correlação significativa  $p < 0,01$ ; \*Correlação significativa  $p < 0,05$

A tabela 10 demonstra os coeficientes de coativação (em valores percentuais) entre os músculos masseter e ECM dos lados de trabalho e balanceio. Nenhuma das condições experimentais teve efeito sobre a coativação destes músculos durante o período ativo do ciclo mastigatório.

**Tabela 10** - Coativação entre os músculos ECM e masseter dos lados de trabalho e balanceio durante o período ativo do ciclo mastigatório

Condição	Razão ECM/M	Pré	Pós	p	d	P (%)
Dor Induzida	Lado Trabalho	7,4(5,02)	8,34(6,0)	0,059	0,11	8,82
	Lado Balanceio	10,14(6,15)	9,9(6,72)	0,452	0,04	5,39
Controle	Lado Trabalho	8,19(5,15)	9,23(7,94)	0,053	0,15	11,51
	Lado Balanceio	8,39(6,32)	9,18(8,39)	0,927	0,1	8,15

**Legenda:** dados apresentados em média e desvio padrão; ECM/M: razão entre ativação muscular do esternocleidomastóideo e masseter; d: d de *Cohen*, tamanho de efeito; P: poder estatístico; Teste de *Wilcoxon*, \*p<0,05

## 6. DISCUSSÃO

O presente estudo foi realizado para investigar os efeitos da dor induzida no músculo masseter sobre os movimentos e atividade eletromiográfica crânio-cervical e mandibular durante a mastigação em indivíduos saudáveis. Esperava-se que a dor modificasse tanto os parâmetros cinemáticos mandibulares e crânio-cervicais durante ciclo mastigatório, bem como a atividade eletromiográfica dos músculos masseter e ECM, e que estas modificações apresentassem associações entre si. Os resultados deste estudo confirmaram parcialmente estas hipóteses.

A intensidade da dor causada pela injeção de solução de glutamato monossódico foi significativamente maior do que a injeção controle de solução salina isotônica. Os valores médios da EVA mostram que a dor percebida após a injeção de solução de glutamato apresentou intensidade moderada a forte, variando entre 58,06 e 56,14 mm, durante os registros de mastigação. Valores similares foram encontrados em estudo de Kumar et al. (2015), que verificou intensidade da dor percebida de 55 mm após a indução de dor com a mesma substância algôgena. Da mesma forma, a duração da dor após a injeção de glutamato (aproximadamente de 7 minutos) concorda com estudos anteriores que verificaram duração média entre 5-7 min (SVENSSON et al., 2004).

Estudo prévio (CASTRILLON et al., 2008), que comparou a percepção dolorosa de indivíduos com DTM miofascial persistente (com duração média de 8 anos) à dor evocada pela injeção de solução de glutamato no músculo masseter de indivíduos saudáveis, refere que este modelo experimental evoca um período breve e confiável de dor muscular, seguido de um período mais prolongado de sensibilização mecânica. Além disso, a intensidade da dor relatada por pacientes com DTM miofascial ( $43\pm 8$ mm) foi semelhante à produzida pela injeção de glutamato ( $52\pm 23$ mm), resultados que se aproximam dos aqui apresentados.

Na análise das variáveis relacionadas à sequência mastigatória (duração, número de ciclos e frequência mastigatória), não foram observadas modificações causadas pela dor muscular induzida. Na CC, verificou-se o aumento da frequência mastigatória em relação à CB. Na literatura, não foram encontradas referências sobre a duração da sequência mastigatória em estudos experimentais, mas esperava-se que possíveis adaptações frente à dor aguda pudessem ser dissipadas ao considerar a sequência mastigatória como um todo. Além disso, o ritmo (expresso pela frequência), o número e a duração dos ciclos mastigatórios, para um mesmo tipo de alimento, apresentam uma relativa constância nas análises intra-indivíduo. Tal fato está

associado ao seu controle por um gerador de padrão central (CRANE et al., 2013; VAN DER BILT et al., 2006).

Felício e colaboradores (2007) utilizaram um protocolo clínico para avaliação da mastigação de indivíduos com DTM e assintomáticos e verificaram maior duração da sequência mastigatória, bem como o maior número de golpes mastigatórios em indivíduos com DTM. Entretanto, neste estudo, os grupos também diferiram quanto à idade (em média 37 anos no grupo com DTM e 24 anos no grupo controle) e o tipo de alimento utilizado na avaliação da mastigação (biscoito) difere do presente estudo. Os autores argumentam que o maior número de alterações oclusais presente em indivíduos com DTM pode prejudicar o desempenho funcional mastigatório, aumentando o tempo para a ingestão do alimento. Por outro lado, pesquisas prévias demonstraram que, com o aumento da idade, ocorre um incremento de 0,3 ciclos por sequência, por ano de vida (PEYRON et al., 2004) e que o tamanho e consistência do alimento (PEYRON; LASSAUZAY; WODA, 2002; PIANCINO et al., 2008) influenciam o processo mastigatório, justificando as diferenças encontradas.

Em estudo recente (FERREIRA et al., 2014), maior tempo dispendido durante a mastigação de indivíduos com DTM moderada/severa foi observado em relação a controles saudáveis. Assim, o aumento do tempo e do número de ciclos mastigatórios poderia ser atribuído à cronicidade das adaptações frente à DTM.

Um aumento da frequência mastigatória durante a CC foi observado. Neste estudo, as variáveis temporais relacionadas tanto à sequência quanto ao ciclo mastigatório foram suscetíveis a efeitos não relacionados à dor, tais como o treinamento ou a motivações inespecíficas (SAE-LEE et al., 2008a; YASHIRO; FUKUDA; TAKADA, 2010).

De acordo com o modelo da adaptação, a dor atua sobre os aferentes musculares nociceptivos inibindo a ação dos músculos agonistas da elevação mandibular, enquanto estimula a ação dos músculos antagonistas. Em virtude disso, os movimentos gerados seriam mais lentos e com menor amplitude, representando uma reorganização funcional, que visa proteger o sistema de maiores danos (LUND et al., 1991; PECK; MURRAY; GERZINA, 2008). Embora este modelo permita explicar muitos dos achados relativos aos ajustes motores frente à dor muscular (FELÍCIO et al., 2007; HANSDOTTIR; BAKKE, 2004; SVENSSON; ARENDT-NIELSEN; HOUE, 1996; SVENSSON; HOUE; ARENDT-NIELSEN, 1997), particularmente, a alteração dos parâmetros cinemáticos mandibulares da mastigação na presença de dor não é consenso entre os estudos analisados (BRANDINI et al., 2011; DE FELÍCIO et al., 2013; SAE-LEE et al., 2008a; SVENSSON; ARENDT-NIELSEN; HOUE, 1998) e seu efeito sobre os parâmetros crânio-cervicais têm sido pouco explorados.

Em relação às variáveis cinemáticas temporais do ciclo mastigatório, observou-se maior duração do tempo de abertura do ciclo mastigatório, após a dor induzida em relação à condição base, sugerindo um efeito inibitório da dor sobre a capacidade de desenvolver maior velocidade, no decurso desta fase do ciclo mastigatório. Isto também pode estar relacionado às modificações no controle dos músculos abaixadores da mandíbula, devido ao efeito inibitório geral sobre a atividade motora agonista (LUND et al., 1991).

Já com relação à injeção de solução salina isotônica, observou-se menor duração da fase de fechamento mandibular na comparação com a CB. Modificações das variáveis cinemáticas temporais do ciclo mastigatório sob efeito da solução salina isotônica também foram observadas por Sae-Lee et al. (2008). Ao longo da mastigação não padronizada de sujeitos assintomáticos, os mesmos apresentaram redução da duração do ciclo mastigatório e maior velocidade durante a fase de abertura. Os autores discutem a possibilidade de estes efeitos serem atribuídos ao volume injetado ou a outras motivações, como o desejo de completar a tarefa.

Neste estudo, somente variáveis temporais foram modificadas durante a condição controle. Como na CDI e CC, o registro mastigatório ocorreu após, no mínimo, quatro sequências mastigatórias realizadas em CB, é possível que haja um efeito de habituação pela manipulação repetida do alimento. De acordo com Yashiro et al. (2010), habilidades específicas a uma tarefa são progressivamente aprendidas em resposta às informações aferentes sobre a direção, magnitude e duração das cargas oclusais durante o movimento mandibular, bem como a localização do alimento na cavidade oral. Assim, uma possível explicação para os efeitos observados na CC seria a própria evolução do experimento, em que o sujeito se torna mais hábil em mastigar o alimento, com ciclos mastigatórios e fases de abertura e fechamento mais rápidas. A ausência de modificações nas variáveis temporais do ciclo mastigatório (fechamento e oclusal) ou o seu aumento na CDI (como é o caso da fase de abertura mandibular), podem estar relacionadas ao efeito inibitório da dor sobre a função motora regulada pelo tronco encefálico (LUND, 1991; SVENSSON; ARENDT-NIELSEN; HOUE, 1998; SVENSSON; GRAVEN-NIELSEN, 2001).

Ao analisar-se a amplitude do deslocamento vertical da mandíbula, no decorrer da fase de abertura do ciclo mastigatório, observou-se, neste estudo, um valor médio menor (12,9 mm em CB) que o observado em estudos anteriores (18,8mm), com o mesmo de modelo alimentar (PIANCINO et al., 2008). Estas diferenças podem ter ocorrido em virtude da fixação dos marcadores que, neste estudo, foram posicionados sobre a pele. Pesquisadores (HÄGGMAN-HENRIKSON et al., 1998) verificaram que não houve interferência deste tipo de fixação no domínio do tempo e na estimativa do movimento tridimensional mandibular. Além disso, a

análise espacial intrasujeito foi considerada aceitável. Embora medidas com marcadores posicionados diretamente sobre os dentes apresentem maiores amplitudes de movimento mandibular, foi demonstrado que sua fixação realizada por meio de hastes de metal altera significativamente o comportamento mastigatório normal, devido à modificação dos estímulos proprioceptivos na região orofacial, além de tornarem o sujeito mais consciente do ato de mastigar.

Os resultados encontrados neste estudo mostraram que a dor muscular experimental reduziu significativamente a amplitude de movimento médio-lateral mandibular ao longo da fase de fechamento do ciclo mastigatório e que seu efeito sobre essa medida pode ser considerado moderado (ARMIJO-OLIVO et al., 2011). Efeito similar foi observado sobre a velocidade médio-lateral, nas fases de abertura e fechamento mandibulares, que foi significativamente menor na CDI comparada à CB. Isto reforça o comprometimento deste movimento durante a mastigação sob influência de dor.

Corroborando com estes resultados, outros pesquisadores (SVENSSON; ARENDT-NIELSEN; HOUE, 1996) também observaram a redução do deslocamento máximo da mandíbula nos eixos lateral e vertical, bem como a diminuição das velocidades máximas de abertura e fechamento mandibular, durante a mastigação em um grupo de homens saudáveis expostos à injeção de solução salina hipertônica. De acordo com os autores, as interações sensorio-motoras observadas podem ser explicadas pelo efeito facilitador sobre aferentes musculares nociceptivos, via tronco encefálico ou circuitos motores medulares, que atuam inibindo a ação dos músculos agonistas da elevação mandibular. Assim, os movimentos gerados seriam mais lentos e com menor amplitude de movimento, representando uma adaptação funcional frente à dor muscular experimental.

Contudo, estudo subsequente (SVENSSON; ARENDT-NIELSEN; HOUE, 1998), utilizando o processo de indução de dor por meio de infusão contínua da mesma solução, não encontrou efeitos estatisticamente significativos nos deslocamentos mandibulares. Este modelo de dor experimental utiliza a infusão contínua de substâncias algicas, mantendo a dor em níveis mais baixos, por um período de aproximadamente 20 a 30 minutos. Assim, as diferenças metodológicas no processo de indução da dor poderiam explicar as diferenças relativas ao presente estudo.

Posteriormente, em uma revisão crítica sobre as contribuições dos estudos de dor experimental em humanos, os autores relatam que a dor pode ter efeitos modestos ou ausentes sobre os deslocamentos mandibulares durante a mastigação (SVENSSON; GRAVEN-NIELSEN, 2001).

Sabe-se que, durante a mastigação, o período de trituração do alimento caracteriza-se por ciclos em que a mandíbula move-se para o lado de trabalho ao longo fechamento e, após um pico de desaceleração, os dentes envolvem o alimento e a mandíbula move-se medialmente, gerando o torque mastigatório necessário para a redução mecânica dos alimentos (LUND, 1991; YAMADA; YAMAMURA; INOUE, 2005). Somente quando o alimento se encontra mais triturado, o movimento predominante da mandíbula se dá no plano vertical (WHITAKER, TRINDADE JÚNIOR E GENARO, 2009).

A menor amplitude de movimento médio-lateral mandibular, ao longo da fase de fechamento do ciclo mastigatório, na CDI comparada à CB, pode indicar um padrão mastigatório que tende à verticalização. Estudo clínico caracterizou os movimentos mastigatórios mandibulares de 40 crianças com dentição decídua e mista, por meio da análise de vídeos. Observou-se a predominância de movimentos mandibulares verticais na dentição decídua, e rotatórios na dentição mista (GOMES; MELO; CHIAPPETTA, 2006). Os autores ressaltam que a modificação do padrão mastigatório com movimentos verticais para movimentos rotatórios está associada ao processo de maturação neuromotora e à estabilidade oclusal, que possibilitam movimentos mais coordenados e regulares. Panhoca et al. (1998) avaliaram o padrão mastigatório de mulheres com e sem DTM, com idades entre 15 e 51 anos. Neste estudo, movimentos mastigatórios registrados em vídeo foram classificados por um fonoaudiólogo, que verificou a predominância de movimentos mandibulares verticais associados ao padrão mastigatório unilateral no grupo com DTM. Estes resultados analisados em conjunto, sugerem que o movimento mandibular vertical durante a mastigação está associado a um padrão mastigatório imaturo que pode ser adotado como uma forma de limitar os movimentos na presença de dor.

Embora a amplitude de movimento mandibular vertical não tenha sido alterada, a máxima velocidade vertical durante a abertura mandibular foi significativamente menor após a indução da dor comparada a CB. Além disso, o tamanho de efeito desta variável (0,56) sugere a relevância clínica deste achado. A redução da velocidade mandibular, durante a abertura e fechamento, foi verificada em estudo experimental anterior (SVENSSON; ARENDT-NIELSEN; HOUE, 1996) e a redução da velocidade tridimensional, ao longo da fase de fechamento mandibular, foi relatada em estudo clínico (HANSDOTTIR; BAKKE, 2004). Este resultado pode ser atribuído à resposta dolorosa durante o estiramento muscular, que se dá durante a atuação excêntrica do músculo masseter nesta fase do ciclo mastigatório. Outra explicação pode ser o medo da dor decorrente do movimento, comportamento previamente relatado em indivíduos com DTM. Visscher et al. (VISSCHER et al., 2010) verificaram a



associação entre a cinesiofobia – medo e esquivas do movimento – e a presença de dor resultante de DTM, embora esta associação seja mais forte com relação a sintomas mecânicos da ATM, tais como estalidos e luxação articular

Em estudo prévio, padrões de descontinuidade do movimento mandibular (pequenas oscilações na frequência do movimento) durante a fase de abertura do ciclo mastigatório foram associados à função dolorosa em pacientes com DTM (STOHLER; ASHTON-MILLER; CARLSON, 1988). Os autores referem que esta pode ser uma estratégia do sistema mastigatório para permitir o remodelamento e reposicionamento do bolo alimentar, de modo a prevenir a sobrecarga sobre tecidos comprometidos, aumentando, assim, a irregularidade dos movimentos mandibulares. Muito embora este parâmetro não tenha sido avaliado no presente estudo, o mesmo pode estar associado à redução da velocidade vertical e médio-lateral ao longo da fase de abertura.

No presente estudo, as modificações causadas pela dor foram observadas apenas nos componentes de velocidade decompostos em seus eixos de movimento médio-lateral e vertical, principalmente durante a fase de abertura do ciclo mastigatório, embora uma tendência à redução da velocidade tridimensional tenha sido observada ( $d=0,43$ ).

Poucos estudos têm considerado componentes da velocidade na investigação do movimento mandibular (WINTERGERST; THROCKMORTON; BUSCHANG, 2008; WINTERGERST et al., 2006). A literatura revisada analisa principalmente a variação da magnitude da velocidade vertical ou tridimensional frente a diferentes condições experimentais (DE FELÍCIO et al., 2013; FARIAS GOMES et al., 2010; HANSDOTTIR; BAKKE, 2004; PIANCINO et al., 2008; SVENSSON; ARENDT-NIELSEN; HOUE, 1996, 1998). Todavia, o estudo do comportamento da velocidade mandibular nos diferentes eixos (vertical, médio-lateral e anteroposterior) pode fornecer informações importantes sobre modificações do movimento mandibular que podem se dissipar ao considerar apenas a magnitude da velocidade tridimensional. Além disso, a coordenação dos movimentos depende do controle da variação da aceleração e desaceleração (YASHIRO; FUKUDA; TAKADA, 2010), que ocorre em planos distintos e que não devem ser desconsiderados, uma vez que estas variações podem estar relacionadas à eficiência motora durante a execução da tarefa proposta.

Piancino et al (2008) avaliou o efeito da consistência do bolo alimentar sobre as variáveis cinemáticas e atividade muscular durante a mastigação de indivíduos com oclusão dentária normal. Durante a mastigação do bolo alimentar duro, a amplitude de movimento no plano frontal foi significativamente maior e foi observado maior pico de velocidade, quando comparado ao bolo macio. A autora refere que maiores picos de velocidade, ao longo das fases

do ciclo mastigatório, estão associados ao desenvolvimento de maiores acelerações para a adequada quebra do alimento. Quanto maior for a amplitude de movimento durante o ciclo mastigatório, maior será a velocidade e a força para a trituração do alimento. No presente estudo, a menor amplitude e velocidade de movimento médio lateral e a menor velocidade vertical de abertura podem estar relacionadas à menor amplitude da atividade eletromiográfica gerada para quebra do bolo alimentar. Estas características da mastigação dolorosa podem repercutir em uma redução na eficiência da mastigação.

Contrapondo-se aos resultados deste estudo, pesquisadores (DE FELÍCIO et al., 2013) que analisaram os parâmetros cinemáticos da mastigação de indivíduos com DTM leve a moderada não encontraram diferença em relação a indivíduos assintomáticos nas variáveis de amplitude de movimento e velocidade nos planos frontal e sagital. Neste sentido, autores (SVENSSON; ARENDT-NIELSEN; HOUE, 1996; SVENSSON; GRAVEN-NIELSEN, 2001) referem que ensaios clínicos não têm sido capazes de dissociar pacientes com DTM de controles saudáveis com o uso de dispositivos de rastreamento mandibular e que isto pode estar relacionado à grande variabilidade inter-indivíduo ou incongruência dos indivíduos do grupo controle.

A magnitude do tamanho do efeito é um dos métodos utilizados para determinar a relevância clínica dos achados de uma pesquisa (ARMIJO-OLIVO et al., 2011; MUSSELMAN, 2007), permitindo ainda, comparar efeito observado sobre variáveis que possuam diferentes unidades de medida (TOMLINSON; MCCLURE, 2007). Os resultados deste estudo demonstraram tamanhos de efeito moderados em relação à amplitude e velocidade médio-lateral durante o fechamento ( $d=0,4$  e  $0,49$ ) e velocidades médio lateral e vertical na abertura ( $0,44$  e  $0,56$ ), sugerindo que a influência aguda da dor sobre estes parâmetros mastigatórios pode ser clinicamente significante. Em estudos desenvolvidos com pacientes, outros critérios, como a mínima diferença clinicamente relevante, também podem contribuir para a tomada de decisão relativa a estas variáveis (ARMIJO-OLIVO et al., 2011).

Nenhuma diferença foi observada em relação à amplitude de deslocamento e velocidade crânio-cervical tridimensional nas comparações entre as condições base e dor induzida ou condições base e controle. Da mesma forma, não foi identificada diferença estatisticamente significante na variação do ângulo de flexo-extensão cervical em relação ao tronco durante a mastigação. Por outro lado, a comparação entre os valores angulares de flexo-extensão cervical nas situações de repouso e mastigação demonstraram que, em todas as condições de avaliação (CB, CDI e CC), houve maior variação angular durante a mastigação comparada ao repouso.

Tal achado confirma a ocorrência de movimentos crânio-cervicais durante a mastigação, embora sem influência da dor sobre as variáveis cinemáticas relacionadas a este movimento.

Em relação a estas variáveis, é possível que o tamanho da amostra tenha influenciado os resultados, visto que o poder dos testes foi pequeno frente à variabilidade desta medida. Outra questão a ser levantada é que, em resposta à padronização da tarefa de mastigação – solicitação da manutenção do olhar horizontal, em plano de Frankfurt – o voluntário possa ter limitado os movimentos de cabeça e cervical durante a mastigação. Por último, a dor pode não ter efeitos agudos sobre os movimentos da cabeça ao longo da mastigação, visto que a amplitude de movimentos presentes durante esta função é pequena (HÄGGMAN-HENRIKSON; ERIKSSON, 2004).

Häggman-Henriksoan e Ericksson (2004), compararam o movimento tridimensional crânio-cervical de bolos alimentares de diferentes volumes e consistências (goma de mascar e goma de silicone de 3g e 9g) e constataram aumento significativo do movimento da cabeça com o aumento do volume e consistência alimentar. A média do movimento tridimensional da cabeça durante a mastigação da goma de mascar de 3g foi inferior a 2mm. Este resultado está de acordo com o presente estudo, que encontrou amplitudes de 1,33 mm na CB e 1,55 mm em CDI. Neste sentido, é possível considerar que as informações proprioceptivas de tamanho e consistência do bolo alimentar possam levar a maiores adaptações relativas à amplitude de movimento crânio-cervical durante a mastigação do que informações nociceptivas.

No mesmo sentido, estudo anterior, que analisou clinicamente a mastigação e a deglutição em 36 mulheres com DTM e 34 mulheres sem disfunção, por meio do Protocolo de Avaliação Miofuncional Orofacial com Escores (AMIOFE), não identificou movimentos de cabeça, durante a mastigação, em nenhum dos voluntários com DTM (WEBER et al., 2013).

Alguns autores consideram que o aumento da extensão da cabeça poderia favorecer a produção de força durante a mastigação e facilitar a abertura da boca, compensando menores movimentos mandibulares (KURODA et al., 2011; SCHMIDT; BRIESEMEISTER; RIES, 2014b). Entretanto, nesta pesquisa, a hipótese de que maiores movimentos de cabeça representariam um mecanismo de adaptação aguda à dor muscular não foi confirmada em nenhuma das medidas analisadas. Isto pode indicar que, durante a mastigação, modificações locais – ou seja, dos movimentos mandibulares – são um mecanismo preferencial de adaptação frente à dor nos músculos mastigatórios. É possível considerar que as compensações crânio-cervicais, durante a mastigação, representem um efeito das alterações mecano-elásticas dos tecidos, apenas observadas em quadros crônicos de DTM.

Da mesma forma, correlações significativas entre a amplitude de movimento tridimensional mandibular e crânio-cervical não foram observadas neste estudo, em nenhuma das condições avaliadas. A relação funcional entre os movimentos mandibulares e de cabeça durante funções rítmicas como a abertura e fechamento da boca foi confirmada em diversos estudos (HÄGGMAN-HENRIKSON; ERIKSSON, 2004; KON et al., 2012; KURODA et al., 2011; ZAFAR; NORDH; ERIKSSON, 2000), sendo atribuída à ativação conjunta dos músculos mastigatórios e cervicais. Entretanto, ao longo da mastigação, esta relação não parece ser tão evidente (HÄGGMAN-HENRIKSON et al., 2006).

Hägman-Henriksoan *et al.* (2006) analisaram o efeito da imobilização da cabeça sobre as variáveis cinemáticas e eletromiográficas da máxima abertura mandibular e função mastigatória unilateral. Os autores verificaram que a ativação dos músculos cervicais e pequenos movimentos cervicais ocorreram durante a máxima abertura mandibular, independente da fixação da cabeça. Porém, estas adaptações não foram observadas durante a mastigação. Estes achados sugerem que o envolvimento cervical durante a função é proporcional ao movimento mandibular necessário para a tarefa. Assim, efeito da dor aguda sobre o movimento crânio-cervical durante a mastigação também pode ser menos evidente, de modo que a manutenção desta função fisiológica vital pode ocorrer apenas com compensações locais, sobre os movimentos mandibulares.

A análise das variáveis eletromiográficas demonstrou que, na presença de dor aguda, houve redução significativa da amplitude de ativação muscular (AAM) durante o período ativo (PA) do músculo masseter do lado de trabalho (ipsilateral à aplicação da solução de glutamato). Não foram observadas diferenças na AAM ao longo do período inativo (PI) do ciclo mastigatório nas comparações antes e após a indução da dor para este músculo.

A menor AAM do masseter do lado de trabalho é confirmada pela redução da razão entre a AAM, durante PA e PI do ciclo mastigatório. Em CB a AAM do masseter do lado de trabalho, durante o período ativo, era 26 vezes maior que a ativação no período inativo. Esta razão passou para 22 na CDI. No lado de balanceio, comportamento inverso foi observado, visto que esta razão aumentou de 13,32 em CB para 16 em CDI. Isto sugere uma maior contribuição do masseter deste lado durante o PA, que pode estar associada à inibição de sua ativação no PI do ciclo mastigatório. Assim, a redução da AAM do masseter do lado de trabalho, associada ao aumento e/ou manutenção da atividade EMG no lado de balanceio, pode ser uma estratégia para ajudar a manter o equilíbrio mandibular, minimizando o prejuízo sobre a potência de trituração causada pela menor ativação do masseter no lado de trabalho. Este

comportamento foi relatado, previamente, durante a mastigação de bolos alimentares de consistência dura, comparados à consistência macia (PIANCINO et al., 2008).

Estes resultados concordam com estudo prévio que analisou a atividade eletromiográfica e o movimento mandibular sob dor induzida, por injeção de solução salina hipertônica, no músculo masseter. Os autores observaram menor atividade eletromiográfica agonista do músculo masseter ipsilateral à aplicação (SVENSSON; ARENDT-NIELSEN; HOUE, 1996). Por outro lado, a dor induzida por infusão contínua da mesma substância no músculo masseter levou a redução bilateral da atividade agonista dos músculos masseter, durante a contração voluntária máxima e a função mastigatória (SVENSSON; ARENDT-NIELSEN; HOUE, 1998).

O fundamento neurofisiológico para a interferência da dor miofascial no desempenho dos músculos mastigatórios está na transmissão do estímulo nociceptivo, através de circuitos localizados no tronco cerebral, que levam à facilitação de vias inibitórias dos motoneurônios agonistas, simultaneamente à estimulação de vias excitatórias dos antagonistas. Clinicamente, isto se manifesta pela redução da atividade eletromiográfica durante a função dos músculos agonistas, aumento da atividade dos antagonistas. Estas modificações da atividade elétrica muscular podem levar à redução da velocidade e amplitude dos movimentos mandibulares, como forma de preservar o sistema de maiores danos, em consonância com o modelo de adaptação à dor (CHANDU et al., 2005; LUND, 1991; SVENSSON; ARENDT-NIELSEN; HOUE, 1998).

Autores relatam que a dor experimentalmente induzida no músculo masseter humano provoca um decréscimo na atividade EMG durante a fase de ativação do ciclo mastigatório de 10% a 15% (SVENSSON; GRAVEN-NIELSEN, 2001; SVENSSON, 2007). Tais evidências aproximam-se dos achados deste estudo, visto que a redução da AAM do músculo masseter do lado de trabalho foi em torno de 9%, e o tamanho do efeito foi pequeno.

Turp et al. (2002) compararam atividade EMG durante os períodos ativo e inativo do ciclo mastigatório, nas porções anterior, média e posterior do músculo masseter antes e após a indução de dor, por meio de solução salina hipertônica (5%) e uma solução controle de solução salina isotônica (0,9%). A atividade EMG foi monitorada simultaneamente por meio de eletrodos superficiais (SEMG) e intramusculares. Na SEMG, os autores observaram a redução da atividade eletromiográfica na fase ativa do ciclo mastigatório, em todas as regiões do músculo masseter ipsilateral e contralateral à aplicação da solução salina hipertônica e nenhuma modificação durante a fase inativa do ciclo, o que concorda parcialmente com os resultados deste estudo. Entretanto, significativa redução da AAM em ambos os masseteres também foi

verificada após a aplicação de solução controle (salina isotônica), que foi explicada com uma possível reação à ansiedade frente ao experimento e pela presença dos eletrodos intramusculares que podem ter estimulado os nociceptores mandibulares.

Recentemente Castroflorio et al. (2012) também verificou que a dor unilateral induzida no músculo masseter de indivíduos saudáveis está associada à inibição bilateral da atividade eletromiográfica deste músculo, durante a tarefa de apertamento. Utilizando um arranjo de 32 eletrodos sobre toda extensão do músculo masseter, os autores verificaram que, frente ao estímulo doloroso, a atividade eletromiográfica distribuiu-se de maneira mais uniforme ao longo do músculo, evidenciando que unidades motoras de diferentes regiões do músculo masseter foram recrutadas.

Nenhuma modificação foi observada na atividade eletromiográfica dos músculos masseteres durante o período inativo do ciclo mastigatório nesta pesquisa. O aumento da atividade dos músculos antagonistas (masseter e temporal), previsto pelo modelo de adaptação à dor (PECK; MURRAY; GERZINA, 2008), foi observado ao longo da fase de abaixamento mandibular da mastigação de indivíduos com DTM, comparados à assintomáticos (RODRIGUES; OLIVEIRA; BÉRZIN, 2004; STOHLER; ASHTON-MILLER; CARLSON, 1988). Embora este modelo tenha bom suporte na literatura, ele não explica alguns dos achados deste estudo, como a ausência de efeito sobre a AAM no PI do músculo masseter (ação antagonista), que pode ser uma adaptação crônica à dor muscular.

Tem sido sugerido que as modificações da atividade muscular tendem a depender da função analisada e apresentar grande variabilidade entre e intra-sujeitos (PECK; MURRAY; GERZINA, 2008). Essas afirmações corroboram com observações em que a dor experimental induzida no músculo masseter não resultou em aumento da atividade antagonista ou redução da atividade antagonista durante a execução de movimentos mandibulares ativos e direcionados (SAE-LEE et al., 2008b).

Os resultados encontrados neste estudo não mostraram diferenças significativas na AAM do músculo ECM durante os PA e PI em nenhuma das condições experimentais. O comportamento eletromiográfico observado é corroborado pelos resultados referentes ao movimento crânio-cervical previamente apresentados, em que não foi observada influência da dor sobre estes movimentos durante a mastigação.

O aumento da atividade EMG de repouso do músculo ECM bem como a inibição de sua coativação durante o apertamento dentário após a aplicação intramuscular de solução de glutamato no músculo masseter foram relatados previamente. Entretanto nenhuma alteração eletromiográfica durante os movimentos de rotação e extensão cervical foi observada com a dor

induzida (SVENSSON et al., 2004). Assim, é possível considerar que durante a ativação submáxima do músculo ECM - como é caso da mastigação - pode não haver alteração em sua coativação.

Considerando que as adaptações motoras frente à dor muscular são dependentes da tarefa (HODGES; TUCKER, 2011), efeitos distintos podem ser esperados sobre músculos agonistas (masseter) e sinergistas (ECM), durante a mastigação unilateral em ritmo habitual. Ou seja, nesta condição, as adaptações podem ser menos evidentes e o papel do músculo ECM como sinergista menos acentuado do que o relatado em estudos prévios que analisaram a contração isotônica bilateral simultânea de indivíduos com DTM (RIES; ALVES; BÉRZIN, 2008) e a máxima intercuspidação em condição de dor induzida (SVENSSON et al., 2004).

Nas comparações entre condições base e controle não houve modificação da AAM dos músculos masseteres avaliados em nenhuma das fases do ciclo mastigatório e o coeficiente de relação RMS PA/PI também não sofreu alteração, indicando que nenhum efeito aleatório à condição dolorosa teve influência sobre estas variáveis.

Em relação aos parâmetros eletromiográficos temporais, verificou-se o aumento do TA dos masseteres do lado de trabalho e lado de balanceio após a indução da dor. Situação inversa foi observada na comparação entre a condição base e condição controle, onde o TI dos músculos masseteres do lado de trabalho e balanceio sofreram redução.

A maior duração do TA dos masseteres do lado de trabalho e de balanceio, na presença de dor, pode ser explicada, uma vez que a mesma leva a um recrutamento inadequado das unidades motoras, evidenciado pela redução da atividade EMG ipsilateral à mastigação, que influencia diretamente o tempo para o desempenho da tarefa. Logo, pode-se presumir que, para suprir essa deficiência, os músculos mastigatórios de ambos os lados tiveram de permanecer por mais tempo contraídos de forma a realizar a mesma função. Assim, o recrutamento inadequado das unidades motoras e provável prejuízo na geração de força, devido à redução da atividade EMG no lado de trabalho, podem ser causas do maior tempo de contração durante a mastigação dolorosa, comparada à condição sem dor (BRIESEMEISTER; SCHMIDT; RIES, 2012b).

Entretanto, apenas um pequeno tamanho de efeito foi observado para esta variável, sugerindo que as diferenças entre a duração da ativação dos masseteres nos lados de trabalho e balanceio durante a mastigação dolorosa, em média, não diferem tanto relativamente à mastigação em CB. Assim, estas características, quando presentes em pacientes com DTM, podem não ser clinicamente evidentes.

Por outro lado, os TI dos masseteres do lado de trabalho foram menores na CC. Estas modificações estiveram associadas a um ciclo mastigatório de menor duração. Assim, da mesma forma que para as variáveis cinemáticas temporais deste estudo, que estiveram sujeitas a modificações durante a condição de controle deste estudo experimental, acredita-se que a modificação das variáveis eletromiográficas temporais também tenha sofrido um efeito comportamental da habituação à tarefa. A manipulação repetida do modelo alimentar tornaria o indivíduo mais competente para a mesma, e, na ausência de dor, ciclos mais rápidos seriam executados.

Estudos prévios (BAAD-HANSEN et al., 2009; CASTROFLORIO et al., 2012; SVENSSON et al., 2004), têm relatado a ausência de efeito motor significativo da injeção de solução salina isotônica sobre a AAM eletromiográfica em diferentes funções mandibulares tais como movimentos ativos de abertura e fechamento (BAAD-HANSEN et al., 2009); apertamento dentário (SVENSSON et al., 2004) e contrações submáximas para induzir a fadiga muscular (CASTROFLORIO et al., 2012). Entretanto, variáveis eletromiográficas temporais relativas aos períodos ativo e inativo do ciclo mastigatório não foram investigadas nestes estudos.

Na análise do índice de simetria de ativação eletromiográfica do músculo masseter e ECM entre os lados de trabalho e balanceio observou-se um aumento estatisticamente significativo da simetria de ativação dos músculos masseteres na CDI comparada a CB, enquanto nenhuma modificação foi constada na comparação entre CB e CC.

Estudos prévios (CHRISTENSEN; MOHAMED, 1996; CHRISTENSEN; TRAN; MOHAMED, 1996) têm estabelecido que durante a mastigação unilateral intensional, a atividade EMG do músculo masseter do lado de trabalho é maior do que a do lado de balanceio, visto que o número de unidades motoras recrutadas é maior devido à presença do bolo alimentar entre dentes. Portanto, presume-se que as forças mecânicas da mastigação geradas pelo músculo masseter ipsilateral, durante a mastigação indolor, excedem continuamente às geradas pelo músculo masseter contralateral.

Um fator a se destacar é que a redução da AAM do lado de trabalho provavelmente contribuiu para o aumento da simetria, entretanto, o aumento (não significativo) da AMM do lado de balanceio também pode ter contribuído para esta adaptação frente à dor muscular aguda. Não existem relatos na literatura a respeito da análise da simetria de ativação dos músculos mastigatórios em condição de dor muscular induzida experimentalmente, o que dificulta a comparação destes resultados.



Felício et al (2014) compararam diferentes índices eletromiográficos referentes à função mastigatória de indivíduos com DTM moderada/severa e controles normais. Seus resultados sugeriram que indivíduos com DTM apresentam um recrutamento menos preciso dos músculos masseter e temporal dos lados de trabalho e balanceio, maior assimetria de ativação entre os lados de trabalho e balanceio e aumento da atividade EMG padronizada durante a tarefa de mastigação em comparação a sujeitos saudáveis. Estes achados são discutidos a partir do aumento da ativação dos músculos do lado de balanceio durante a mastigação unilateral, como forma de manter a função na presença de dor e proteger o sistema. Entretanto, as comparações destes achados com os do presente estudo são limitadas devido às diferenças metodológicas relativas ao cálculo de simetria (que considera a ativação dos músculos masseter e temporal simultaneamente) e à composição da amostra de pacientes (características oclusais e cronicidade da disfunção). No presente estudo foi usado o índice proposto por Ferrario et al. (2000), que utiliza toda forma de onda, com o cálculo da diferença absoluta entre dois músculos para cada intervalo, dentro do período de um ciclo mastigatório.

O aumento da simetria de ativação dos músculos masseteres pode ser uma estratégia para manutenção da função mastigatória na presença de dor muscular e uma forma de compensar a redução no recrutamento muscular no masseter do lado de trabalho, mantendo o equilíbrio mandibular. Estudos longitudinais com pacientes são necessários para verificar se este comportamento é capaz de sobrecarregar as estruturas do sistema estomatognático a ponto de promover modificações mecano-elásticas teciduais.

Utilizando a mesma metodologia de análise, Ries, Alves e Bérzin (2008) constaram menor simetria da atividade eletromiográfica dos músculos masseter e ECM em diferentes posturas (repouso, máxima intercuspidação e mastigação não habitual) em indivíduos com DTM comparados à assintomáticos (RIES; ALVES; BÉRZIN, 2008) (RIES; ALVES; BÉRZIN, 2008) (RIES; ALVES; BÉRZIN, 2008) (RIES; ALVES; BÉRZIN, 2008) (RIES; ALVES; BÉRZIN, 2008) (RIES; ALVES; BÉRZIN, 2008). Estes resultados contrariam os achados desta pesquisa. Tais discrepâncias podem dever-se ao fato do estudo mencionado ter avaliado a mastigação não habitual (contração isotônica bilateral simultânea), realizada sobre lâminas de Parafilm M posicionadas, bilateralmente, sobre os dentes molares. Acredita-se que, nesta condição, onde uma resistência bilateral é imposta durante a mastigação, os movimentos de balanceio possam ser menos pronunciados e, com isso, a ativação muscular de ambos os masseteres seja mais simétrica. Além disso, considerando-se que, neste estudo, nenhum efeito da dor induzida foi observado sobre os movimentos crânio-cervicais durante a mastigação, era

esperado que a mesma também não produzisse efeitos sobre a atividade eletromiográfica do músculo ECM.

Apesar de um pequeno poder estatístico ter sido observado em relação atividade eletromiográfica deste músculo, considerando que um poder de 80% só seria atingido com uma amostra acima de 300 sujeitos, é possível considerar que a dor não apresente efeitos agudos sobre a ativação do músculo ECM durante a mastigação.

A análise da correlação entre a AAM dos músculos masseter e ECM dos lados de trabalho e balanceio corrobora com estes resultados. Correlações positivas moderadas foram observadas entre masseter e ECM do lado de trabalho e entre masseter e ECM do lado de balanceio na maioria das comparações realizadas tanto em CB como CDI. Entretanto, considerando os coeficientes  $r^2$  apresentados, estas correlações são capazes de explicar apenas entre 10 e 25% da variância compartilhada por estas variáveis, sendo os outros 90-75% devido a fatores não explicados pela correlação (DANCEY; REIDY, 2013). Com base nos resultados apresentados não é possível afirmar que a dor modifique o padrão ou o grau da correlação entre músculos masseter e ECM dos lados de trabalho e balanceio, entretanto, uma relação entre a ativação destes músculos associada à lateralidade foi observada.

A análise do índice de coativação entre os músculos ECM e masseter durante o período ativo do ciclo demonstrou níveis de coativação que variam em média de 7,4 a 9,2 % no lado de trabalho e 8,39 a 10,14% no lado de balanceio. Na comparação entre as diferentes condições experimentais, da mesma forma, nenhum efeito foi observado, indicando que o sinergismo destes músculos durante a mastigação não foi modificado pela presença de dor.

A ligação funcional entre músculos mastigatórios e cervicais tem sido bem documentada. Em particular, a cabeça necessita ser estabilizada sob a cintura escapular durante a mastigação (GIANNAKOPOULOS et al., 2013). Estudos cinemáticos e eletromiográficos mostraram que a ativação dos músculos cervicais pode ser observada durante os movimentos mandibulares máximos e submáximos, bem como em contrações isométricas dos músculos mastigatórios (CIUFFOLO et al., 2005; ERIKSSON et al., 2000; WIESINGER et al., 2013) Além disso, a ativação do músculo ECM em torno de 3 a 10% de CVM foi verificada durante contrações submáximas como a mastigação de indivíduos saudáveis (GIANNAKOPOULOS et al., 2013).

Para todas as variáveis eletromiográficas analisadas, valores 'd' de Cohen (tamanho do efeito – magnitude da distância entre duas médias em termos de desvios padrões) e o poder do teste (capacidade do teste de encontrar uma diferença quando esta existe) foram calculados. De modo geral, foram verificados tamanhos de efeito pequenos e poder do teste baixos. As

variáveis AAM do masseter do lado de trabalho e simetria de ativação dos músculos masseteres apresentaram tamanhos de efeito mais próximos de moderado, sendo 0,37 e 0,38 respectivamente. Desta maneira, as generalizações destes resultados para indivíduos com DTM devem ser realizadas com cautela.

Os resultados aqui apresentados concordam parcialmente com o modelo de adaptação à dor, que prevê a redução da atividade eletromiográfica agonista durante a mastigação e a consequente redução da velocidade dos movimentos mandibulares. Entretanto, não foi observada alteração da atividade eletromiográfica antagonista do músculo masseter (durante o período inativo do ciclo mastigatório) e, os efeitos observados, tanto sobre variáveis eletromiográficas como cinemáticas da mastigação, foram locais e de tamanhos pequeno a moderado.

Neste sentido, um novo modelo tem sido proposto para explicar as modificações causadas pela dor sobre a atividade motora. De acordo com o modelo integrado da dor, o padrão específico de ativação será selecionado de acordo com as características do movimento a ser executado e com a experiência multidimensional de dor do indivíduo – seus componentes sensório-discriminativos (localização e intensidade) e afetivo-cognitivos (crenças baseadas em experiências passadas, comportamento de fuga, tendência à catastrofização). Assim, a natureza multidimensional da dor influencia o sistema sensório-motor através das conexões a nível central e periférico, sistema límbico e sistema nervoso autônomo, buscando manter a homeostase e minimizar a dor e o custo metabólico da ação motora. Os autores acrescentam que, em certos casos, as mudanças na atividade muscular podem aumentar a dor e/ou lesão. (PECK; MURRAY; GERZINA, 2008). Sob este novo modelo, a dor em uma determinada região do músculo masseter pode envolver a modificação da atividade EMG em diferentes regiões do músculo ou outros músculos, por isso os ajustes não poderiam ser observados em todas as variáveis relacionadas ao movimento ou à atividade eletromiográfica.

Algumas limitações da presente pesquisa precisam ser observadas. O poder do estudo para as variáveis eletromiográficas foi limitado pelo fato de o tamanho amostral para um poder de 80% não ter sido atingido. Por outro lado, estudos prévios utilizando a metodologia de indução de dor muscular experimental em indivíduos saudáveis utilizaram amostras que variam entre 9 e 26 voluntários (BAAD-HANSEN et al., 2009; CASTROFLORIO et al., 2012; KUMAR; CASTRILLON; SVENSSON, 2015; MICHELOTTI et al., 2014; SAE-LEE et al., 2008a, 2008b; SVENSSON; ARENDT-NIELSEN; HOUE, 1996, 1998; SVENSSON; HOUE; ARENDT-NIELSEN, 1997; WANG et al., 2010, 2004; WIESINGER et al., 2013). Neste estudo, o número de indivíduos selecionados, justifica-se devido às dificuldades inerentes ao

recrutamento de voluntários para participar de um experimento que envolve indução de dor, bem como aos rígidos critérios de inclusão e exclusão considerados na seleção dos participantes. Neste sentido, a análise do tamanho de efeito e poder do teste foram apresentados, permitindo esclarecer para quais variáveis o tamanho amostral pode ter sido um fator limitante para generalização dos resultados apresentados.

O desenho crossover tem a vantagem de limitar os efeitos da variabilidade intergrupos. Contudo, nesta pesquisa, as aplicações de solução de glutamato e solução salina foram realizadas em uma mesma sessão de avaliação, com intervalo mínimo de 45 min de modo que a injeção, em si, pode ter agido como fator de confusão, sendo uma possível causa adicional de aumento da dor em ambas as condições experimentais. Estudos prévios relatam que este intervalo é suficiente para a redução dos efeitos da solução de glutamato (*washout*) sobre a sensibilização mecânica produzidos pela aplicação (CASTROFLORIO et al., 2012), visto que a mesma é rapidamente absorvida pelos tecidos. Para limitar o efeito cruzado entre as intervenções, a randomização da ordem de aplicação foi realizada.

Outra limitação foi relacionada ao método utilizado na indução da dor. Numerosos estudos experimentais utilizaram a aplicação de uma única injeção de solução algogênica na indução de dor em indivíduos saudáveis (CASTROFLORIO et al., 2012; SONNESEN; SVENSSON, 2011; SVENSSON; ARENDT-NIELSEN; HOUE, 1996; SVENSSON; HOUE; ARENDT-NIELSEN, 1997; SVENSSON et al., 2004; WANG et al., 2010; WIESINGER et al., 2013). Esta metodologia, contudo, produz uma condição de dor muscular moderada a forte e a intensidade da dor varia à medida que a solução é absorvida pelo tecido muscular. A indução da dor muscular experimental utilizando bombas de infusão permite o controle tanto da intensidade como do tempo de duração da dor. Entretanto, a instrumentação necessária para a adoção desta técnica não esteve disponível para sua utilização no presente estudo.

Os modelos experimentais de dor permitem avaliar o efeito da dor sob condições padronizadas, controladas e, assim, oferecer esclarecimentos sobre a relação causa-efeito da dor sobre as funções motoras (SVENSSON; GRAVEN-NIELSEN, 2001). Svensson (2007) refere que, em termos de mudanças somato-sensoriais – a intensidade da dor, qualidade e localização da dor – alguns dos modelos de dor experimental, usando injeção ou infusão de substâncias dolorosas nos músculos mastigatórios, são aproximações razoáveis da dor miofascial relacionada à DTM. Cabe ressaltar que, no presente estudo, por ter sido induzida experimentalmente, a dor foi aguda e de curta duração, enquanto que a dor clinicamente observada em casos de DTM é geralmente uma condição crônica de longa duração, na qual adaptações teciduais e sensibilização central podem estar presentes (KUMAR et al., 2015).

Portanto, os resultados da presente pesquisa podem ser mais diretamente aplicados às condições de dor muscular aguda e/ou de curta duração, visto que envolve principalmente mecanismos periféricos de modulação da dor. Além disso, o modelo experimental utilizado tem como foco a dor muscular, o que é uma limitação para a compreensão de aspectos associados a outros tipos de DTM que envolvam prejuízos articulares.

Por fim, o estudo não fornece informações sobre o recrutamento muscular de outros músculos mastigatórios, tais como temporal anterior ou digástrico, e músculos cervicais como esplênio da cabeça e trapézio superior, que também podem sofrer influência da dor muscular aguda. Estudos que investiguem o efeito da dor sobre estes músculos durante a tarefa de mastigação ainda são necessários.

Apesar destas limitações potenciais, acredita-se que o presente estudo pode contribuir para uma melhor compreensão da adaptação da função mastigatória em indivíduos que sofrem de dor miofascial nos músculos mastigatórios e como o sistema estomatognático pode se reorganizar em resposta à condição dolorosa.

## 7 CONCLUSÕES

Em conclusão, os resultados deste estudo indicam que:

- A dor aguda, experimentalmente induzida, no músculo masseter não apresentou efeitos sobre as variáveis relativas à sequência mastigatória;

- Na presença de dor, as modificações cinemáticas e eletromiográficas relacionadas ao ciclo mastigatório envolveram principalmente mecanismos locais, ou seja, sobre as variáveis mandibulares, tais como: (1) aumento do tempo da fase de abertura do ciclo mastigatório; (2) redução da amplitude de deslocamento médio-lateral durante o fechamento mandibular; (3) redução e/ou tendência à redução das velocidades médio-lateral, vertical e tridimensional durante a fase de abertura do ciclo mastigatório; (4) redução da velocidade médio-lateral durante a fase de fechamento do ciclo mastigatório; (5) aumento do tempo ativo dos músculos masseter do lado de trabalho e balanceio; (6) redução da amplitude de ativação eletromiográfica do músculo masseter do lado de trabalho durante o período ativo do ciclo; e (7) aumento da simetria de ativação entre os músculos masseteres do lado de trabalho e balanceio.

- As variáveis cinemáticas e eletromiográficas crânio-cervicais, analisadas neste estudo, não sofreram influência da dor aguda no músculo masseter. Da mesma forma, efeitos da dor sobre as relações do movimento, amplitude de ativação ou coativação entre os sistemas mandibular e crânio-cervical não foram observadas.

- As variáveis cinemáticas de amplitude e velocidade mandibular médio-lateral e vertical podem ter relevância clínica na avaliação da mastigação na presença de dor aguda, visto que tamanhos de efeito moderados foram verificados em relação a estas variáveis. Por outro lado, tamanhos de efeito pequenos foram identificados em todos os resultados das variáveis eletromiográficas, demandando cautela na sua generalização para a população de pacientes com DTM.

- Variáveis temporais cinemáticas e eletromiográficas, relacionadas tanto à sequência (redução da frequência mastigatória) quanto ao ciclo mastigatório (redução do tempo da fase de fechamento e tempo de inativação do músculo masseter nos lados de trabalho e balanceio) foram influenciadas pela condição controle. O fato de a injeção de solução controle também influenciar estas variáveis sugere que estas modificações não se devem à dor, mas podem ser consequência do volume injetado, do treinamento ou de motivações não específicas, como desejo de completar a tarefa. Assim, suscitando ponderação na aplicabilidade de variáveis temporais como parâmetro na avaliação do efeito da dor sobre a mastigação.

Finalmente, sugere-se que os indivíduos que sofrem de dor aguda nos músculos mandibulares podem preservar seu desempenho mastigatório utilizando preferencialmente mecanismos locais de adaptação - tais como a redução da amplitude e velocidade dos movimentos mandibulares, a redução da AAM e aumento da simetria de contração do músculo masseter - sem alterações significativas sobre os movimentos e atividade eletromiográfica dos músculos cervicais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARMIJO-OLIVO, S. et al. The association between neck disability and jaw disability. **Journal of Oral Rehabilitation**, v. 37, n. 9, p. 670–679, 2010.
- ARMIJO-OLIVO, S. et al. Clinical relevance vs . statistical significance : Using neck outcomes in patients with temporomandibular disorders as an example. **Manual Therapy**, v. 16, n. 6, p. 563–572, 2011.
- BAAD-HANSEN, L. et al. Effect of experimental pain on EMG-activity in human jaw-closing muscles in different jaw positions. **Archives of Oral Biology**, v. 54, n. 1, p. 32–39, 2009.
- BAKKE, M.; HANSDOTTIR, R. Mandibular function in patients with temporomandibular joint pain: a 3-year follow-up. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology**, v. 106, n. 2, p. 227–234, 2008.
- BALLENBERGER, N. et al. Influence of different upper cervical positions on electromyography activity of the masticatory muscles. **Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics**, v. 35, n. 4, p. 308–318, 2012.
- BÉRZIN, F.; SAKAI, E. Fundamentals of Electromyography (EMG)– From Theory to Technique. In: SAKAI, E. ET AL (Ed.). . **Nova Visão em Ortodontia e Ortopedia Funcional dos Maxilares**. São Paulo: Editora Santos, 2004. p. 311–330.
- BEVILAQUA-GROSSI, D.; CHAVES, T. C.; OLIVEIRA, A. S. Cervical Spine Signs and Symptoms: Perpetuating Rather Than Predisposing Factors. **Journal of Applied Oral Science**, v. 15, n. 4, p. 259–264, 2007.
- BIASOTTO-GONZALEZ, D. A. D. A.; BÉRZIN, F. Electromyographic study of patients with masticatory muscles disorders, physiotherapeutic treatment (massage). **Brazilian Journal of Oral Sciences**, v. 3, n. 10, p. 516–521, 2004.
- BODÉRE, C. et al. Activity of masticatory muscles in subjects with different orofacial pain conditions. **Pain**, v. 116, n. 1-2, p. 33–41, 2005.
- BOTELHO, A. L. et al. Immediate effect of the resilient splint evaluated using surface electromyography in patients with TMD. **Cranio - Journal of Craniomandibular Practice**, v. 28, n. 4, p. 266–273, 2010.
- BRANDINI, D. A et al. Chewing in temporomandibular disorder patients: an exploratory study of an association with some psychological variables. **Journal of orofacial pain**, v. 25, n. 1, p. 56–67, 2011.
- BRIESEMEISTER, M.; SCHMIDT, K. C.; RIES, L. G. K. Changes in masticatory muscle activity in children with cerebral palsy. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 23, n. 1, p. 260–266, 2012a.
- BRIESEMEISTER, M.; SCHMIDT, K. C.; RIES, L. G. K. Changes in masticatory muscle activity in children with cerebral palsy. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, 2012b.



- BURDEN, A. How should we normalize electromyograms obtained from healthy participants? What we have learned from over 25 years of research. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 20, n. 6, p. 1023–1035, 2010.
- CAIRNS, B. E. et al. Activation of peripheral NMDA receptors contributes to human pain and rat afferent discharges evoked by injection of glutamate into the masseter muscle. **Journal of neurophysiology**, v. 90, n. 4, p. 2098–2105, 2003.
- CAPRA, N. F.; RO, J. Y. Human and animal experimental models of acute and chronic muscle pain: Intramuscular algescic injection. **Pain**, v. 110, n. 1-2, p. 3–7, 2004.
- CASTRILLON, E. E. et al. Glutamate-evoked jaw muscle pain as a model of persistent myofascial TMD pain? **Archives of Oral Biology**, v. 53, n. 7, p. 666–676, 2008.
- CASTROFLORIO, T. et al. Effect of experimental jaw-muscle pain on the spatial distribution of surface EMG activity of the human masseter muscle during tooth clenching. **Journal of Oral Rehabilitation**, v. 39, n. 2, p. 81–92, 2012.
- CASTROFLORIO, T.; BRACCO, P.; FARINA, D. Surface electromyography in the assessment of jaw elevator muscles. **Journal of Oral Rehabilitation**, v. 35, n. 8, p. 638–645, 2008.
- CATTONI, D. M. et al. Características do sistema estomatognático de crianças respiradoras orais: enfoque antropológico. **Pró-Fono Revista de Atualização Científica**, v. 19, n. 4, p. 347–351, 2007.
- CHANDU, A et al. Electromyographic activity of frontalis and sternocleidomastoid muscles in patients with temporomandibular disorders. **Journal of oral rehabilitation**, v. 32, n. 8, p. 571–6, 2005.
- CHANDU, A. et al. The effect of an interocclusal appliance on bite force and masseter electromyography in asymptomatic subjects and patients with temporomandibular pain and dysfunction. **Journal of Oral Rehabilitation**, v. 31, n. 6, p. 530–537, 2004.
- CHRISTENSEN, L. V; MOHAMED, S. E. Bilateral masseteric contractile activity in unilateral gum chewing: differential calculus. **Journal of oral rehabilitation**, v. 23, n. 9, p. 638–47, 1996.
- CHRISTENSEN, L. V; TRAN, K. T.; MOHAMED, S. E. Gum chewing and jaw muscle fatigue and pains. **Journal of oral rehabilitation**, v. 23, n. 6, p. 424–437, 1996.
- CIUFFOLO, F. et al. Surface electromyographic response of the neck muscles to maximal voluntary clenching of the teeth. **Journal of Oral Rehabilitation**, v. 32, n. 2, p. 79–84, 2005.
- CRAM, J. R. .; KASMAN, G. S. .; HOLTZ, J. **Introduction to Surface Electromyography**. Gaithersburg, Maryland: Aspen Publication, 1998.
- CRANE, E. A. et al. Analysis of temporal variation in human masticatory cycles during gum chewing. **Archives of Oral Biology**, v. 58, n. 10, p. 1464–1474, 2013.
- DANCEY, C. P.; REIDY, J. **Estatística Sem Matemática Para Psicologia**. 5ed. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.
- DE FELÍCIO, C. M. et al. Electromyographic standardized indices in healthy Brazilian young

adults and data reproducibility. **Journal of Oral Rehabilitation**, v. 36, n. 8, p. 577–583, 2009.

DE FELÍCIO, C. M. et al. Electromyographic indices, orofacial myofunctional status and temporomandibular disorders severity: A correlation study. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 22, n. 2, p. 266–272, 2012.

DE FELÍCIO, C. M. et al. Mandibular kinematics and masticatory muscles EMG in patients with short lasting TMD of mild-moderate severity. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 23, n. 3, p. 627–633, 2013.

DE LUCA, C. J. The use of surface electromyography in biomechanics. **Journal of Applied Biomechanics**, v. 13, n. 2, p. 135–183, 1997.

DOUGLAS, C. R. Fisiologia geral do sistema estomatognático. In: **Tratado de fisiologia aplicado à fonoaudiologia**. São Paulo: Robel, 2002. p. 289–301.

DWORKIN, S.; LE RESCHE, L. Research diagnostic criteria for temporomandibular disorders: review, criteria, examinations and specifications, critique. **Journal of Craniomandibular Disorders**, v. 6, n. 4, p. 301–55, 1992.

ERIKSSON, P. O. et al. Co-ordinated mandibular and head-neck movements during rhythmic jaw activities in man. **Journal of dental research**, v. 79, n. 6, p. 1378–1384, 2000.

ERIKSSON, P. O.; ZAFAR, H.; NORDH, E. Concomitant mandibular and head-neck movements during jaw opening-closing in man. **Journal of oral rehabilitation**, v. 25, n. 11, p. 859–870, 1998.

FALLA, D. et al. Muscle pain induces task-dependent changes in cervical agonist/antagonist activity. **Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985)**, v. 102, n. 2, p. 601–609, 2007.

FALLA, D. et al. Pain-induced changes in cervical muscle activation do not affect muscle fatigability during sustained isometric contraction. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 18, n. 6, p. 938–946, 2008.

FARIAS GOMES, S. G. et al. Correlation of mastication and masticatory movements and effect of chewing side preference. **Brazilian Dental Journal**, v. 21, n. 4, p. 351–355, 2010.

FELÍCIO, C. M. DE et al. Desempenho mastigatório em adultos relacionado com a desordem temporomandibular e com a oclusão. **Pró-Fono Revista de Atualização Científica**, v. 19, n. 2, p. 151–158, 2007.

FERRARIO, V. F. et al. An electromyographic investigation of masticatory muscles symmetry in normo-occlusion subjects. **Journal of oral rehabilitation**, v. 27, n. 1, p. 33–40, 2000.

FERRARIO, V. F. et al. Evidence of an influence of asymmetrical occlusal interferences on the activity of the sternocleidomastoid muscle. **Journal of Oral Rehabilitation**, v. 30, n. 1, p. 34–40, 2003.

FERRARIO, V. F. et al. Quantification of translational and gliding components in human temporomandibular joint during mouth opening. **Archives of Oral Biology**, v. 50, n. 5, p. 507–515, 2005.

- FERRARIO, V. F. et al. The influence of occlusion on jaw and neck muscle activity: A surface EMG study in healthy young adults. **Journal of Oral Rehabilitation**, v. 33, n. 5, p. 341–348, 2006.
- FERRARIO, V. F. et al. The use of surface electromyography as a tool in differentiating temporomandibular disorders from neck disorders. **Manual Therapy**, v. 12, n. 4, p. 372–379, 2007.
- FERREIRA, C. L. P. et al. Impaired orofacial motor functions on chronic temporomandibular disorders. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 24, n. 4, p. 565–571, 2014.
- FUEKI, K. et al. Association between food mixing ability and electromyographic activity of jaw-closing muscles during chewing of a wax cube. **Journal of Oral Rehabilitation**, v. 35, n. 5, p. 345–352, 2008.
- GENARO, K. F. et al. Avaliação miofuncional orofacial: protocolo MBGR. **Revista CEFAC**, v. 11, n. 2, p. 237–255, 2009.
- GIANNAKOPOULOS, N. N. et al. Neuromuscular interaction of jaw and neck muscles during jaw clenching. **Journal of orofacial pain**, v. 27, n. 1, p. 61–71, 2013.
- GOMES, F. C. S.; MELO, L. F. DE; CHIAPPETTA, A. 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, 2006.
- GONÇALVES, R. N.; ORDENES, I. E. U.; RODRIGUES-BIGATON, D. EFEITO INDIRETO DA TENS SOBRE OS MÚSCULOS CERVICAIS EM PORTADORES DE DTM Indirect effect of TENS on cervical muscles in TMD patients. **Fisioterapia em Movimento**, v. 20, n. 2, p. 83–90, 2007.
- HÄGGMAN-HENRIKSON, B. et al. Evaluation of skin- versus teeth-attached markers in wireless optoelectronic recordings of chewing movements in man. **Journal of oral rehabilitation**, v. 25, n. 7, p. 527–534, 1998.
- HÄGGMAN-HENRIKSON, B. et al. Head immobilization can impair jaw function. **Journal of dental research**, v. 85, n. 11, p. 1001–1005, 2006.
- HÄGGMAN-HENRIKSON, B.; ERIKSSON, P.-O. Head movements during chewing: relation to size and texture of bolus. **Journal of dental research**, v. 83, n. 11, p. 864–868, 2004.
- HANSDOTTIR, R.; BAKKE, M. Joint tenderness, jaw opening, chewing velocity, and bite force in patients with temporomandibular joint pain and matched healthy control subjects. **Journal of orofacial pain**, v. 18, n. 2, p. 108–113, 2004.
- HERMENS, H. J. et al. Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 10, n. 5, p. 361–374, 2000.
- HODGES, P. W.; TUCKER, K. Moving differently in pain: A new theory to explain the adaptation to pain. **Pain**, v. 152, n. SUPPL.3, p. S90–S98, 2011.
- HU, J. W. et al. Excitatory effects on neck and jaw muscle activity of inflammatory irritant applied to cervical paraspinal tissues. **Pain**, v. 55, n. 2, p. 243–250, 1993.

KLASSER, G.; OKESON, J. P. The clinical usefulness of surface electromyography in the diagnosis and treatment of temporomandibular disorders. **The Journal of the American Dental Association**, v. 137, n. June, p. 763–771, 2006.

KOBAYASHI, M. et al. Splenius muscle activities induced by temporomandibular joint stimulation in rats. **Brain Research Bulletin**, v. 72, n. 1, p. 44–48, 2007.

KON, H. et al. Sequential analysis of head movement during mandibular open-close movements in TMD patients with disc displacement with reduction. **Cranio - Journal of Craniomandibular Practice**, v. 30, n. 4, p. 272–279, 2012.

KUMAR, A. et al. Effects of experimental craniofacial pain on fine jaw motor control: a placebo-controlled double-blinded study. **Experimental Brain Research**, v. 233, n. 6, p. 1745–1759, 2015.

KUMAR, A.; CASTRILLON, E.; SVENSSON, P. Can Experimentally Evoked Pain in the Jaw Muscles or Temporomandibular Joint Affect Anterior Bite Force in Humans? **Journal of Oral & Facial Pain and Headache**, v. 29, n. 1, p. 31–40, 2015.

KURODA, K. et al. Head motion may help mouth opening in children. **Archives of Oral Biology**, v. 56, n. 1, p. 102–107, 2011.

LOBBEZOO, F.; VAN SELMS, M. K. A; NAEIJE, M. Masticatory muscle pain and disordered jaw motor behaviour: Literature review over the past decade. **Archives of Oral Biology**, v. 51, n. 9, p. 713–720, 2006.

LUND, J. et al. The pain-adaptation model : A discussion of the relationship between chronic musculoskeletal pain and motor activity. **CANADIAN JOURNAL OF PHYSIOLOGY AND PHARMACOLOGY** ·, v. 69, p. 683–694, 1991.

LUND, J. P. Mastication and its control by the brain stem. **Critical reviews in oral biology and medicine : an official publication of the American Association of Oral Biologists**, v. 2, n. 1, p. 33–64, 1991.

LUND, J. P.; KOLTA, A. Adaption of the central masticatory pattern to the biomechanical properties of food. **International Congress Series**, v. 1284, p. 11–20, 2005.

MACIEL, M.; LEMOS, C. M.; ZEREDO, J. L. Padrões de movimentos mastigatórios na respiração oral e nasal. **Ortodontia SPO**, v. 45, n. 4, p. 423–429, 2012.

MANFREDINI, D. et al. Surface electromyography findings in unilateral myofascial pain patients: Comparison of painful vs non painful sides. **Pain Medicine (United States)**, v. 14, n. 12, p. 1848–1853, 2013.

MARTÍN, C. et al. Longitudinal evaluation of sEMG of masticatory muscles and kinematics of mandible changes in children treated for unilateral cross-bite. v. 22, p. 620–628, 2012.

MATSUBARA, N. et al. Original Article Head movements in the occlusal phase of mastication. **Methods**, p. 37–42, 2002.

MICHELOTTI, A. et al. Effects of Muscle Pain Induced by Glutamate Injections During Sustained Clenching on the Contraction Pattern of Masticatory Muscles. **Journal of Oral & Facial Pain and Headache**, v. 28, n. 3, p. 252–260, 2014.

MILANESI, J. D. M. et al. Severidade da desordem temporomandibular e sua relação com medidas cefalométricas craniocervicais. **SciELO Brasil**, v. 26, n. 1, p. 79–86, 2013.

MONACO, A. et al. Effects of transcutaneous electrical nervous stimulation on electromyographic and kinesiographic activity of patients with temporomandibular disorders: a placebo-controlled study. **Journal of electromyography and kinesiology : official journal of the International Society of Electrophysiological Kinesiology**, v. 22, n. 3, p. 463–8, 2012.

MOORE, D. J. et al. Methods for studying naturally occurring human pain and their analogues. **Pain**, v. 154, n. 2, p. 190–199, 2013.

MORQUETTE, P. et al. Generation of the masticatory central pattern and its modulation by sensory feedback. **Progress in Neurobiology**, v. 96, n. 3, p. 340–355, 2012.

MUSSELMAN, K. E. Clinical significance testing in rehabilitation research : what , why , and how? **Physical Therapy Reviews 2007**, v. 12, p. 287–296, 2007.

OKESON, J. P. **Tratamento das Desordens Temporomandibulares e Oclusão**. 6. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

OLIVEIRA, A. S. DE et al. Impacto da dor na vida de portadores de disfunção temporomandibular. **Journal of Applied Oral Science**, v. 11, n. 2, p. 138–143, 2003.

PANHOCA, I. et al. Análise das funções neurovegetativas em sujeitos portadores de desordem craniomandibular. In: IQ, M.; JL, Z.; ICD, G. (Eds.). **Tópicos em fonoaudiologia**. São Paulo: Lovise, 1998. p. 339–351.

PASINATO, F. et al. Temporomandibular disorder and generalized joint hypermobility: Application of diagnostic criteria. **Brazilian Journal of Otorhinolaryngology**, v. 77, n. 4, p. 418–425, 2011.

PECK, C. C.; MURRAY, G. M.; GERZINA, T. M. How does pain affect jaw muscle activity? The integrated pain adaptation model. **Australian Dental Journal**, v. 53, n. 3, p. 201–207, 2008.

PEYRON, M. A.; LASSAUZAY, C.; WODA, A. Effects of increased hardness on jaw movement and muscle activity during chewing of visco-elastic model foods. **Experimental Brain Research**, v. 142, n. 1, p. 41–51, 2002.

PEYRON, M.-A. et al. Influence of age on adaptability of human mastication. **Journal of neurophysiology**, v. 92, n. 2, p. 773–779, 2004.

PIANCINO, M. G. et al. Effect of bolus hardness on the chewing pattern and activation of masticatory muscles in subjects with normal dental occlusion. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 18, n. 6, p. 931–937, 2008.

PIANCINO, M. G. et al. Chewing pattern and muscular activation in open bite patients. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 22, n. 2, p. 273–279, 2012.

PIGNATARO NETO, G.; BÉZZIN, F.; RONTANI, R. M. P. Identificação do lado de preferência mastigatória através de exame eletromiográfico comparado ao visual. **Revista Dental Press de Ortodontia e Ortopedia Facial**, v. 9, n. 4, p. 77–85, 2004.

- PINHO, J. C. et al. Electromyographic activity in patients with temporomandibular disorders. **Journal of oral rehabilitation**, v. 27, n. 11, p. 985–990, 2000.
- PO, J. M. C. et al. Time-frequency analysis of chewing activity in the natural environment. **Journal of dental research**, v. 90, n. 10, p. 1206–1210, 2011.
- RAHAL, A.; PIEROTTI, S. . Eletromiografia e Cefalometria na Fonoaudiologia. In: FERREIRA, L.P.; BEFI-LOPES, D.M.; LIMONGI, S. C. O. . (Ed.). . **Tratado de Fonoaudiologia**. São Paulo: Roca, 2004.
- REMAUD, A.; CORNU, C.; GUÉVEL, A. Agonist muscle activity and antagonist muscle co-activity levels during standardized isotonic and isokinetic knee extensions. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 19, n. 3, p. 449–458, 2009.
- RIES, L. G. K.; ALVES, M. C.; BÉZIN, F. Asymmetric activation of temporalis, masseter, and sternocleidomastoid muscles in temporomandibular disorder patients. **Cranio - Journal of Craniomandibular Practice**, v. 26, n. 1, p. 59–64, 2008.
- RODRIGUES, D.; OLIVEIRA, A. S. DE; BÉZIN, F. Effect of tens on the activation pattern of the masticatory muscles in TMD patients. **Braz J Oral Sci**, v. 3, n. 10, p. 510–515, 2004.
- RODRIGUES, D.; SIRIANI, A. Effect of tens on the activation pattern of the masticatory muscles in TMD patients. **Braz J Oral Sci**, v. 3, n. 10, p. 510–515, 2004.
- RODRIGUES-BIGATON, D. et al. Does masticatory muscle hyperactivity occur in individuals presenting temporomandibular disorders? **Brazilian Journal of Oral Sciences**, v. 7, n. 24, p. 1497–1501, 2008.
- SAE-LEE, D. et al. A method for studying jaw muscle activity during standardized jaw movements under experimental jaw muscle pain. **Journal of Neuroscience Methods**, v. 157, n. 2, p. 285–293, 2006.
- SAE-LEE, D. et al. Experimental jaw-muscle pain has a differential effect on different jaw movement tasks. **Journal of orofacial pain**, v. 22, n. 1, p. 15–29, 2008a.
- SAE-LEE, D. et al. Effects of experimental pain on jaw muscle activity during goal-directed jaw movements in humans. **Experimental Brain Research**, v. 189, n. 4, p. 451–462, 2008b.
- SAMPAIO, A. C. M. **Ana claudia martins sampaio**. [s.l.] Universidade Estadual de Campinas, 1997.
- SCHMIDT, K. C.; BRIESEMEISTER, M.; RIES, L. G. K. Alterações no controle motor mandibular e cervical de crianças com paralisia cerebral. **Cefac**, v. 16, n. 1, p. 228–236, 2014a.
- SCHMIDT, K. C.; BRIESEMEISTER, M.; RIES, L. G. K. ALTERAÇÕES NO CONTROLE MOTOR MANDIBULAR E CERVICAL DE CRIANÇAS COM PARALISIA CEREBRAL. **Cefac**, v. 16, n. 1, p. 228–236, 2014b.
- SHIMAZAKI, K. et al. Functional relationships between the masseter and sternocleidomastoid muscle activities during gum chewing: The effect of experimental muscle fatigue. **Angle Orthodontist**, v. 76, n. 3, p. 452–458, 2006.
- SILVA, A. G. et al. Head Posture and Neck Pain of Chronic Nontraumatic Origin: A

Comparison Between Patients and Pain-Free Persons. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 90, n. 4, p. 669–674, 2009.

SOBOLEVA, U. ; LAURINA, L.; SLAIDINA, A. The masticatory system - an overview. **Stomatologica, Baltic Dental and Maxillofacial Journal**, v. 7, p. 77–80, 2005.

SODERBERG, G. L.; KNUTSON, L. M. A Guide for Use and Interpretation of Kinesiologic Electromyographic Data. **Physical Therapy**, v. 80, n. 5, p. 485–498, 2000.

SONNESEN, L.; SVENSSON, P. Assessment of pain sensitivity in patients with deep bite and sex- and age-matched controls. **Journal of orofacial pain**, v. 25, n. 1, p. 15–24, 2011.

SONNESEN, L.; SVENSSON, P. Jaw-motor effects of experimental jaw-muscle pain and stress in patients with deep bite and matched control subjects. **Archives of Oral Biology**, v. 58, n. 10, p. 1491–1497, 2013.

STOHLER, C. S.; ASHTON-MILLER, J. A; CARLSON, D. S. The effects of pain from the mandibular joint and muscles on masticatory motor behaviour in man. **Archives of oral biology**, v. 33, n. 3, p. 175–182, 1988.

SVENSSON, P. et al. Human mastication modulated by experimental trigeminal and extra-trigeminal painful stimuli. **Journal of oral rehabilitation**, v. 23, n. 12, p. 838–848, 1996.

SVENSSON, P. et al. Glutamate-evoked pain and mechanical allodynia in the human masseter muscle. **Pain**, v. 101, p. 221–227, 2003.

SVENSSON, P. et al. Associations between pain and neuromuscular activity in the human jaw and neck muscles. **Pain**, v. 109, n. 3, p. 225–232, 2004.

SVENSSON, P. et al. Pain effects of glutamate injections into human jaw or neck muscles. **Journal of orofacial pain**, v. 19, n. 2, p. 109–118, 2005.

SVENSSON, P. What can human experimental pain models teach us about clinical TMD? **Archives of Oral Biology**, v. 52, n. 4, p. 391–394, 2007.

SVENSSON, P.; ARENDT-NIELSEN, L.; HOUE, L. Sensory-motor interactions of human experimental unilateral jaw muscle pain: A quantitative analysis. **Pain**, v. 64, n. 2, p. 241–249, 1996.

SVENSSON, P.; ARENDT-NIELSEN, L.; HOUE, L. Muscle pain modulates mastication: an experimental study in humans. **Journal of orofacial pain**, v. 12, n. 1, p. 7–16, 1998.

SVENSSON, P.; GRAVEN-NIELSEN, T. Craniofacial muscle pain: Review of mechanisms and clinical manifestations. **J Orofacial Pain**, v. 15, n. 2, p. 117–145, 2001.

SVENSSON, P.; HOUE, L.; ARENDT-NIELSEN, L. Bilateral experimental muscle pain changes electromyographic activity of human jaw-closing muscles during mastication. **Experimental Brain Research**, v. 116, n. 1, p. 182–185, 1997.

TARTAGLIA, G. M. et al. Masticatory muscle activity during maximum voluntary clench in different research diagnostic criteria for temporomandibular disorders (RDC/TMD) groups. **Manual Therapy**, v. 13, n. 5, p. 434–440, 2008.

TARTAGLIA, G. M. et al. Surface electromyographic assessment of patients with long lasting temporomandibular joint disorder pain. **Journal of Electromyography and**

**Kinesiology**, v. 21, n. 4, p. 659–664, 2011.

TOMLINSON, J. D.; MCCLURE, P. Understanding the concept of effect size to guide clinical decisions about treatment. **Journal of hand therapy : official journal of the American Society of Hand Therapists**, v. 20, n. 3, p. 277–9, 2007.

VAN DER BILT, A. et al. Oral physiology and mastication. **Physiology and Behavior**, v. 89, n. 1, p. 22–27, 2006.

VERNON, H. The Neck Disability Index: State-of-the-Art, 1991-2008. **Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics**, v. 31, n. 7, p. 491–502, 2008.

VISSCHER, C. M. et al. The Tampa Scale for Kinesiophobia for Temporomandibular Disorders (TSK-TMD). **Pain**, v. 150, n. 3, p. 492–500, 2010.

WANG, K. et al. Glutamate evoked neck and jaw muscle pain facilitate the human jaw stretch reflex. **Clinical Neurophysiology**, v. 115, n. 6, p. 1288–1295, 2004.

WANG, K. et al. Interactions of glutamate and capsaicin-evoked muscle pain on jaw motor functions of men. **Clinical Neurophysiology**, v. 121, n. 6, p. 950–956, 2010.

WEBER, P. S. et al. Mastigação e deglutição em mulheres jovens com desordem temporomandibular. **CoDAS**, v. 25, n. 1, p. 375–380, 2013.

WHITAKER, M. E.; GENARO, K. F.; TRINDADE JÚNIOR, A. Proposta de protocolo de avaliação clínica da função mastigatória. **Rev Cefac**, v. 11, n. 3, p. 311–323, 2009.

WIESINGER, B. et al. Experimental masseter muscle pain alters jaw-neck motor strategy. **European Journal of Pain (United Kingdom)**, v. 17, n. 7, p. 995–1004, 2013.

WILSON, E. M.; GREEN, J. R.; WEISMER, G. A Kinematic Description of the Temporal Characteristics of Jaw Motion for Early Chewing: Preliminary Findings. **Journal of Speech, Language, and Hearing Research**, v. 55, n. 2, p. 626–638, 2012.

WINTERGERST, A. M. et al. Effect of an auditory cue on chewing cycle kinematics. **Archives of Oral Biology**, v. 51, n. 1, p. 50–57, 2006.

WINTERGERST, A. M.; THROCKMORTON, G. S.; BUSCHANG, P. H. Effects of bolus size and hardness on within-subject variability of chewing cycle kinematics. **Archives of Oral Biology**, v. 53, n. 4, p. 369–375, 2008.

YAMADA, Y.; YAMAMURA, K.; INOUE, M. Coordination of cranial motoneurons during mastication. **Respiratory Physiology and Neurobiology**, v. 147, n. 2-3 SPEC. ISS., p. 177–189, 2005.

YASHIRO, K.; FUKUDA, T.; TAKADA, K. Masticatory jaw movement optimization after introduction of occlusal interference. **Journal of Oral Rehabilitation**, v. 37, n. 3, p. 163–170, 2010.

ZAFAR, H. et al. Wireless optoelectronic recordings of mandibular and associated head-neck movements in man: a methodological study. **Journal of oral rehabilitation**, v. 27, n. 3, p. 227–238, 2000.

ZAFAR, H.; NORDH, E.; ERIKSSON, P. O. Temporal coordination between mandibular and head-neck movements during jaw opening-closing tasks in man. **Archives of Oral Biology**,



v. 45, n. 8, p. 675–682, 2000.

ZUÑIGA, C. et al. Influence of variation in jaw posture on sternocleidomastoid and trapezius electromyographic activity. **Cranio**, v. 13, n. 3, p. 157, 1995.

## APÊNDICE A – Termo de Aprovação da Pesquisa em Comitê de Ética

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
SANTA MARIA/ PRÓ-REITORIA  
DE PÓS-GRADUAÇÃO E



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** INFLUÊNCIA DA DOR MUSCULAR EXPERIMENTAL SOBRE OS PARÂMETROS CINEMÁTICOS E ELETROMIOGRÁFICOS CRÂNIO-CERVICAIS E MANDIBULARES

**Pesquisador:** Eliane Castilhos Rodrigues Corrêa

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 18729113.5.0000.5346

**Instituição Proponente:** Programa de Pós Graduação Distúrbios da Comunicação Humana

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 402.304

**Data da Relatoria:** 09/09/2013

#### Apresentação do Projeto:

A pesquisa caracteriza-se como um estudo experimental, exploratório, de abordagem quantitativa, na qual serão analisadas as características

cinemáticas e eletromiográficas dos movimentos mastigatórios e crânio-cervicais antes e depois da indução de dor no músculo masseter em um grupo de indivíduos saudáveis.

Com base em estudos prévios, realizados com metodologias de estudo semelhantes, espera-se a participação de 15 voluntários do sexo masculino

saudáveis, com idades entre 18 e 40 anos (SVENSSON et al, 2004; WANG et al, 2010; CASTROFLORIO et al, 2012; WIESINGER et al, 2012) Para a confirmação do tamanho amostral definitivo será realizado um cálculo amostral a partir de um estudo piloto com 10 voluntários, que determinará o efeito de magnitude esperado para as variáveis de desfecho primárias do estudo (velocidade, trajetória e deslocamento mandibular e da cabeça).

#### Objetivo da Pesquisa:

Investigar os efeitos da dor induzida experimentalmente no músculo masseter sobre os parâmetros cinemáticos e eletromiográficos crânio-cervicais e mandibulares durante a mastigação.

**Endereço:** Av. Roraima, 1000 - Prédio da Reitoria 2º andar

**Bairro:** Cidade Universitária - Camobi

**CEP:** 97.105-900

**UF:** RS

**Município:** SANTA MARIA

**Telefone:** (55)3220-9362

**E-mail:** cep.ufsm@gmail.com

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
SANTA MARIA/ PRÓ-REITORIA  
DE PÓS-GRADUAÇÃO E



Continuação do Parecer: 402.304

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

adequadas quanto ao tipo de projeto apresentado

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

nova versao dos documentos estao adequadas

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

podem ser aprovados

**Recomendações:**

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

aprovar

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

**Considerações Finais a critério do CEP:**

SANTA MARIA, 22 de Setembro de 2013

---

**Assinador por:**  
**Félix Alexandre Antunes Soares**  
**(Coordenador)**

**Endereço:** Av. Roraima, 1000 - Prédio da Reitoria 2º andar

**Bairro:** Cidade Universitária - Camobi **CEP:** 97.105-900

**UF:** RS **Município:** SANTA MARIA

**Telefone:** (55)3220-9362

**E-mail:** cep.ufsm@gmail.com



UnB

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE CEILÂNDIA

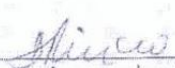
## TERMO DE CONCORDÂNCIA

A Profª Drª Diana Lucia Moura Pinho, Diretora da Faculdade de Ceilândia da Universidade de Brasília e Prof. Dr. João Paulo Chieregato Matheus, Responsável pelo Laboratório de Análise de Movimento, estão de acordo com a realização da pesquisa da Doutoranda Fernanda Pasinato, em suas dependências para utilização do Sistema de Análise de Movimento Qualisys – ProReflex MCU e eletromiógrafo ME6000.

O projeto de pesquisa de responsabilidade das pesquisadoras **Drª Eliane Castilhos Rodrigues Corrêa e Drª Clarissa Cardoso** intitula-se **Influência da dor muscular experimental sobre os parâmetros cinemáticos e eletromiográficos crânio-cervicais e mandibulares durante a mastigação**. A pesquisa iniciará após aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa e, consiste na avaliação da atividade eletromiográfica e dos movimentos crânio-cervicais e mandibulares da mastigação de indivíduos saudáveis, após realização de protocolo de dor muscular experimental no músculo masseter. O estudo terá duração de um ano e seis meses, com previsão para início em agosto de 2013.

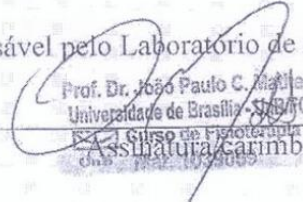
Brasília, 28 / 06 / 2013

Diretora da Faculdade de Ceilândia

  
Assinatura/carimbo

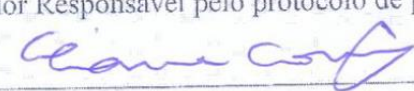
Prof. Diana Lúcia Moura Pinho  
Diretora  
UnB/Ceilândia

Chefia responsável pelo Laboratório de Análise de Movimento

  
Assinatura/carimbo

Prof. Dr. João Paulo C. Matheus  
Universidade de Brasília - UNB/CE  
Curso de Fisioterapia  
CNPJ nº 10.330.935

Pesquisador Responsável pelo protocolo de pesquisa:

  
Assinatura

## APÊNDICE C - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DISTÚRBIOS DA COMUNICAÇÃO HUMANA**

**Título do projeto:** Influência da dor muscular experimental sobre os parâmetros cinemáticos e eletromiográficos crânio-cervicais e mandibulares durante a mastigação.

**Pesquisador responsável:** Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Eliane R. C. Corrêa

**Instituição/Departamento:** Departamento de Fisioterapia e Reabilitação da UFSM e Faculdade de Ceilândia da UnB - DF

**Telefone para contato (inclusive a cobrar):** (61) 82994670

**Pesquisadores participantes:** Fernanda Pasinato, Clarissa Cardoso dos Santos Couto Paz, Jorge Zeredo

**Endereço:** Faculdade de Ceilândia (UnB), UED, sala 07/30, QNN 14 Área Especial, Ceilândia Sul, DF

**Telefones para contato:** (61) 82994670

Você está sendo convidado a participar, como voluntário, em uma pesquisa. Você precisa decidir se quer participar ou não. Por favor, não se apresse em tomar a decisão. Leia cuidadosamente o que segue e pergunte, ao responsável pelo estudo, qualquer dúvida que você tiver. Após ser esclarecido sobre as informações a seguir, no caso de aceitar fazer parte do estudo, assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável. Em caso de recusa, você não será penalizado de forma alguma.

O objetivo desta pesquisa é avaliar os movimentos e atividade elétrica dos músculos cervicais e mastigatórios durante a mastigação antes e após a injeção de uma substância no músculo masseter (músculo da face), que poderá ou não causar dor.

Primeiramente, o Senhor (a) será avaliado quanto à presença de disfunção temporomandibular. Esta avaliação ocorrerá por meio de um questionário e do exame das estruturas e músculos da mandíbula e crânio. Serão palpadas estruturas dentro de sua boca (com a utilização de luvas descartáveis) e serão medidos os movimentos de sua mandíbula, além da verificação da presença de ruídos articulares. Sua mastigação será avaliada por meio da mastigação de 3 pedaços de pão francês. Este procedimento será filmado e, posteriormente, avaliado por um fonoaudiólogo. Também será realizada uma avaliação de sua oclusão, para tanto serão realizadas 3 fotografias intra-orais, com o auxílio de afastadores externos, e as fotografias serão analisadas posteriormente por um Cirurgião Dentista. Por último, a presença ou ausência de disfunção na coluna cervical será identificada por meio de um questionário breve sobre os movimentos e desconforto/dor cervicais durante atividades diárias.

Posteriormente, o Senhor (a) participará de uma avaliação dos movimentos mandibulares e cervicais durante a mastigação de alimento (bala de goma de gelatina). Será utilizado um equipamento que registrará a atividade elétrica muscular simultaneamente ao registro dos movimentos mandibulares e cervicais por um sistema de câmeras. Esta avaliação não é invasiva e é feita com eletrodos que serão colados sobre a pele. Para que o equipamento possa reconhecer os movimentos realizados por sua mandíbula, cabeça e coluna cervical, bolinhas reflexivas serão fixadas com fita adesiva em algumas estruturas ósseas de sua face, pescoço e tronco. Para tanto, você permanecerá com o tronco despido.

Serão realizados 2 registros em repouso e 2 registros durante a mastigação de uma bala de goma de gelatina antes e após uma injeção intramuscular no músculo masseter. Após os registros iniciais da mastigação, uma substância será injetada no músculo masseter (solução

salina isotônica ou solução de glutamato), esta substância poderá ou não causar dor. Pode haver um leve desconforto ou dor (no caso da injeção de solução salina isotônica) ou uma dor de característica muscular de intensidade leve a moderada e duração aproximada de 6 minutos que será autolimitada à região da aplicação, podendo estender-se pela região das têmporas (no caso da injeção de solução de glutamato). Este procedimento será repetido, após 45 minutos, no músculo contralateral. A ordem da aplicação da substância injetável será sorteada e o Sr. será esclarecido de que a substância poderá causar dor, mas não será informada qual substância está sendo injetada em cada momento. Após cada injeção o Sr. será instruído a mastigar uma bala de goma, e este processo será registrado pelo sistema de captura de movimento.

Estes procedimentos não causarão nenhum dano ao tecido muscular. Ainda, todos os cuidados quanto à esterilidade da manipulação das substâncias injetáveis e procedimento de injeção serão tomados (utilização de material esterilizado e descartável). As injeções serão aplicadas com seringa e agulha hipodérmica calibre 27 descartável (tipo insulina), por um odontólogo qualificado e experiente tanto no procedimento de palpação muscular quanto na aplicação intramuscular de substâncias injetáveis.

As avaliações acontecerão em duas ocasiões, a primeira incluirá os procedimentos de seleção (entrevista, avaliação cervical, oclusal e mastigação) e a segunda para avaliação cinemática. Ambas ocorrerão no Laboratório de Análise de Movimento da Faculdade de Ceilândia (UnB), com um tempo estimado de duas horas.

Ao participar desta pesquisa, o Sr. (a) terá oportunidade de realizar uma avaliação abrangente das estruturas que envolvem a cabeça e o pescoço podendo tomar conhecimento de aspectos relacionados à sua mastigação que será avaliada por equipamentos de alto nível técnico.

Embora alguns procedimentos desta pesquisa levem ao potencial desconforto durante um breve período, o Sr. (a) estará contribuindo para a melhor compreensão das adaptações dos movimentos e atividade elétrica dos músculos mastigatórios e cervicais durante a mastigação sob influência de estímulo doloroso. Estas informações fornecerão embasamento para o tratamento mais adequado da dor orofacial.

Informamos que o(a) Senhor(a) poderá se recusar a participar de qualquer procedimento, podendo desistir de participar da pesquisa em qualquer momento, sem nenhum prejuízo para o(a) senhor(a). Sua participação é voluntária, isto é, não há pagamento por sua colaboração.

Os pesquisadores deste projeto se comprometem em dar o conhecimento ao voluntário de todos os eventos adversos ocorridos durante o desenvolvimento desta pesquisa e assegura que os sujeitos da pesquisa que vierem a sofrer qualquer tipo de dano previsto ou não neste termo de consentimento, resultante de sua participação, terão direito à assistência integral e indenização. Em qualquer etapa do estudo, você terá acesso aos profissionais responsáveis pela pesquisa para esclarecimento de eventuais dúvidas.

Se você concordar em participar do estudo, seu nome e identidade serão mantidos em sigilo. A menos que requerido por lei ou por sua solicitação, somente o pesquisador, a equipe do estudo e Comitê de Ética terão acesso às suas informações para verificar as informações do estudo.

Os resultados da pesquisa serão divulgados na Universidade de Brasília e Universidade Federal de Santa Maria, podendo ser publicados posteriormente ou divulgados em eventos científicos. Os dados e materiais utilizados na pesquisa serão armazenados por um período de 5 anos no Laboratório de Motricidade Orofacial junto ao Serviço de Atendimento Fonoaudiológico da UFSM (SAF/UFSM), sob responsabilidade da Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Eliane R. C. Corrêa, sendo, posteriormente, incinerados ou apagados (arquivos digitais).

Consentimento da participação da pessoa como sujeito

Eu, \_\_\_\_\_, abaixo assinado, concordo em participar do estudo \_\_\_\_\_, como sujeito. Fui suficientemente informado a respeito das informações que li ou que foram lidas para mim, descrevendo o estudo “Influência da dor muscular experimental sobre os parâmetros cinemáticos e eletromiográficos crânio-cervicais e mandibulares durante a mastigação”. Eu discuti com a pesquisadora Fernanda Pasinato sobre a minha decisão em participar nesse estudo. Ficaram claros para mim quais são os propósitos do estudo, os procedimentos a serem realizados, seus desconfortos e riscos, as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes. Ficou claro também que minha participação é isenta de despesas e que tenho garantia do acesso a tratamento hospitalar quando necessário. Concordo voluntariamente em participar deste estudo e poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, antes ou durante o mesmo, sem penalidades ou prejuízo ou perda de qualquer benefício que eu possa ter adquirido, ou no meu acompanhamento/ assistência/tratamento neste Serviço.

Local e data \_\_\_\_\_  
Nome e Assinatura do sujeito: \_\_\_\_\_

Este documento foi elaborado em duas vias, uma ficará com o pesquisador responsável e a outra com o sujeito da pesquisa, sendo que ambos deverão rubricar as páginas deste termo.

Declaro que obtive de forma apropriada e voluntária o Consentimento Livre e Esclarecido deste sujeito de pesquisa para a participação neste estudo.

Santa Maria \_\_\_\_\_, de \_\_\_\_\_ de 20\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Pesquisador responsável

\_\_\_\_\_  
Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato: Comitê de Ética em Pesquisa – UFSM - Cidade Universitária - Bairro Camobi, Av. Roraima, nº1000 - CEP: 97.105.900 Santa Maria – RS. Telefone: (55) 3220-9362 – Fax: (55)3220-8009  
Email: comiteeticapesquisa@smail.ufsm.br. Web: www.ufsm.br/cep

## APÊNDICE D - FORMULÁRIO DE TRIAGEM

**Data da Avaliação:**

**Nome:**

**Idade:**

**Peso:**

**Altura:**

**A - Histórico:**

**S= sim N= não**

1. Queixa de dor nas regiões de face, cervical ou ombros:
2. Queixa de dor dental ou periodontal:
3. Queixa de cefaleia ou enxaqueca:
4. Traumas na região facial ou cervical:
5. Auto-relato de respiração oral:
6. Auto-relato de bruxismo ou apertamento dentário:
7. Ausência de elementos dentários:
8. Doença reumatológica ou sistêmica:
9. Uso de medicamentos analgésicos, anti-inflamatórios, miorrelaxantes ou antidepressivos

**B - Inspeção Orofacial:**

1- **Tipo facial:** ( ) mesomórfico ( ) dolicofacial ( ) braquifacial

2- **Assimetrias evidentes:**

3- **Oclusão:**

( ) Classificação Angle:

( ) Mordida Cruzada

( ) Sobremordida(mm):

( ) Sobressaliência(mm):



### APÊNDICE E – ESCALA VISUAL ANALÓGICA

Nome:

Data Avaliação:

0 \_\_\_\_\_ 10

0 \_\_\_\_\_ 10

0 \_\_\_\_\_ 10

0 \_\_\_\_\_ 10

0 \_\_\_\_\_ 10

0 \_\_\_\_\_ 10

0 \_\_\_\_\_ 10

0 \_\_\_\_\_ 10

0 \_\_\_\_\_ 10

0 \_\_\_\_\_ 10

0 \_\_\_\_\_ 10

0 \_\_\_\_\_ 10

0 \_\_\_\_\_ 10

0 \_\_\_\_\_ 10

0 \_\_\_\_\_ 10

0 \_\_\_\_\_ 10

0 \_\_\_\_\_ 10

0 \_\_\_\_\_ 10

0 \_\_\_\_\_ 10

0 \_\_\_\_\_ 10

0 \_\_\_\_\_ 10

0 \_\_\_\_\_ 10

0 \_\_\_\_\_ 10

0 \_\_\_\_\_ 10

0 \_\_\_\_\_ 10

**ANEXO I – Critérios de diagnóstico para pesquisa em disfunção temporomandibular (RDC/DTM) – Eixo I**

NOME:.....  
 DATA DE NASCIMENTO:...../...../..... IDADE ATUAL:..... SEXO:.....  
 DATA DA AVALIAÇÃO:...../...../..... EXAMINADOR:.....

História – Questionário

Favor ler cada pergunta e responder de acordo. Para cada pergunta abaixo, circule somente uma resposta.

1. Você diria que a sua saúde em geral é ?

Excelente 1      Muito boa 2      Boa 3      Razoável 4      Precária 5

2. Você diria que a sua saúde oral em geral é ?

Excelente 1      Muito boa 2      Boa 3      Razoável 4      Precária 5

3. Você já teve dor na face, nos maxilares, têmpora, na frente do ouvido, ou no ouvido no mês passado ?

Não 0      Sim 1

[Em caso de Não ter tido dor no mês passado, PULE para a pergunta 14]

**Se a sua resposta foi Sim,**

**4.a. Há quantos anos atrás a sua dor facial começou pela primeira vez ?**

\_\_ \_\_ anos

[Se há um ano atrás ou mais, PULE para a pergunta 5]

[Se há menos de um ano atrás, marque 00]

**4.b. Há quantos meses atrás a sua dor facial começou pela primeira vez ?**

\_\_ \_\_ meses

5. A sua dor facial é persistente, recorrente, ou foi um problema que ocorreu somente uma vez ?

Persistente 1      Recorrente 2      Uma vez 3

6. Você alguma vez já foi a um médico, dentista, quiropata ou outro profissional de saúde devido a dor facial?

Não 1      Sim, nos últimos seis meses 2      Sim, há mais de seis meses atrás 3

7. Como você classificaria a sua dor facial em uma escala de 0 a 10 no presente momento, isto é exatamente agora, onde 0 é “sem dor” e 10 é a “pior dor possível” ?

Sem dor (0) 1 2 3 4 5 6 7 8 9 (10) A pior dor possível

8. Nos últimos seis meses, qual foi a intensidade da sua pior dor, classificada pela escala de 0 a 10, onde 0 é “sem dor” e 10 é a “pior dor possível” ?

Sem dor (0) 1 2 3 4 5 6 7 8 9 (10) A pior dor possível

9. Nos últimos seis meses, em média, qual foi a intensidade da sua dor, classificada pela escala de 0 a 10, onde 0 é “sem dor” e 10 é a “pior dor possível” ? [Isto é, sua dor usual nas horas que você estava sentindo dor].

Sem dor (0) 1 2 3 4 5 6 7 8 9 (10) A pior dor possível

10. Aproximadamente quantos dias nos últimos 6 meses você esteve afastado de suas atividades usuais (trabalho, escola, serviço doméstico) devido a dor facial ?  
\_\_\_\_\_ dias

11. Nos últimos 6 meses, o quanto esta dor facial interferiu com suas atividades diárias de acordo com uma escala de 0 a 10, onde 0 é “nenhuma interferência” e 10 é “incapaz de realizar qualquer atividade”?

Nenhuma interferência (0) 1 2 3 4 5 6 7 8 9 (10) Incapaz de realizar qualquer atividade

12. Nos últimos 6 meses, o quanto esta dor facial alterou a sua capacidade de participar de atividades recreativas, sociais e familiares onde 0 é “nenhuma alteração” e 10 é “alteração extrema” ?

Nenhuma alteração (0) 1 2 3 4 5 6 7 8 9 (10) Alteração extrema

13. Nos últimos 6 meses, o quanto esta dor facial alterou a sua capacidade de trabalhar (incluindo serviço domésticos) onde 0 é “nenhuma alteração” e 10 é “alteração extrema”?

Nenhuma alteração (0) 1 2 3 4 5 6 7 8 9 (10) Alteração extrema

- 14.a. Você alguma vez teve travamento articular de forma que não foi possível abrir a boca por todo o trajeto ?

Não 0 Sim 1

[se nunca apresentou este tipo de problema, PULE para a pergunta 15]

**Se a sua resposta foi Sim,**

- 14.b. Esta limitação de abertura mandibular foi severa a ponto de interferir com a sua capacidade de mastigar ?

Não 0 Sim 1

15.a. Os seus maxilares estalam quando você abre ou fecha a boca ou quando você mastiga?

Não 0 Sim 1

15.b. Os seus maxilares crepitam quando você abre e fecha ou quando você mastiga ?

Não 0 Sim 1

15.c. Alguém lhe disse, ou você nota, se você range os seus dentes ou aperta os seus maxilares quando dorme a noite?

Não 0 Sim 1

15.d. Durante o dia, você range os seus dentes ou aperta os seus maxilares?

Não 0 Sim 1

15.e. Você sente dor ou rigidez nos seus maxilares quando acorda de manhã?

Não 0 Sim 1

15.f. Você apresenta ruídos ou zumbidos nos seus ouvidos?

Não 0 Sim 1

15.g. Você sente a sua mordida desconfortável ou incomum?

Não 0 Sim 1

16.a. Você tem artrite reumatóide, lúpus, ou qualquer outra doença artrítica sistêmica?

Não 0 Sim 1

16.b. Você conhece alguém na sua família que tenha qualquer uma destas doenças?

Não 0 Sim 1

16.c. Você já apresentou ou apresenta inchaço ou dor em qualquer das articulações que não sejam as articulações perto dos seus ouvidos (ATM)?

Não 0 Sim 1

[em caso de Não ter tido inchaço ou dor nas articulações, PULE para a pergunta 17.a.]

Se a sua resposta foi Sim,

16.d. É uma dor persistente que você vem tendo por pelo menos um ano ?

Não 0                      Sim 1

17.a. Você teve alguma injúria recente contra sua face ou seus maxilares ?

Não 0                      Sim 1

[em caso de Não ter tido injúria, pule para a pergunta 18]

Se sua resposta foi Sim,

17.b. Você teve dor nos maxilares antes da injúria ?

Não 0                      Sim 1

18. Durante os últimos 6 meses você teve dor de cabeça ou enxaquecas ?

Não 0                      Sim 1

1. Que atividades o seu problema atual dos maxilares impedem ou limitam ?

	Não 0	Sim 1
a. Mastigar		
b. Beber		
c. Exercitar-se		
d. Comer alimentos duros		
e. Sorrir/ Gargalhar		
f. Atividade sexual		
g. Limpar os dentes ou face		
h. Bocejar		
i. Engolir		
j. Conversar		
l. Manter a sua aparência facial usual		

## EXAME CLÍNICO

**1. Você tem dor no lado direito da sua face, lado esquerdo ou ambos os lados?**

- 0 Nenhum  
 1 Direito  
 2 Esquerdo  
 3 Ambos

**2. Você poderia apontar as áreas aonde você sente dor ?**

Direito	Esquerdo
<input type="checkbox"/> 0 Nenhuma	<input type="checkbox"/> 0 Nenhuma
<input type="checkbox"/> 1 Articulação	<input type="checkbox"/> 1 Articulação
<input type="checkbox"/> 2 Músculos	<input type="checkbox"/> 2 Músculos
<input type="checkbox"/> 3 Ambos	<input type="checkbox"/> 3 Ambos

**3. Padrão de abertura:**

- 0 Reto  
 1 Desvio lateral direito (não corrigido)  
 2 Desvio lateral direito corrigido ("S")  
 3 Desvio lateral esquerdo (não corrigido)  
 4 Desvio lateral esquerdo corrigido ("S")  
 5 Outro tipo \_\_\_\_\_  
(Especifique)

**4. Extensão de movimento vertical**

*Incisivo superior utilizado*  11  21

a. Abertura sem auxílio sem dor   mm

b. Abertura máxima sem auxílio   mm

Dor Muscular	Dor Articular
<input type="checkbox"/> 0 Nenhuma	<input type="checkbox"/> 0 Nenhuma
<input type="checkbox"/> 1 Direito	<input type="checkbox"/> 1 Direito
<input type="checkbox"/> 2 Esquerdo	<input type="checkbox"/> 2 Esquerdo
<input type="checkbox"/> 3 Ambos	<input type="checkbox"/> 3 Ambos

c. Abertura máxima com auxílio mm

Dor Muscular		Dor Articular	
<input type="text"/> 0	Nenhuma	<input type="text"/> 0	Nenhuma
<input type="text"/> 1	Direito	<input type="text"/> 1	Direito
<input type="text"/> 2	Esquerdo	<input type="text"/> 2	Esquerdo
<input type="text"/> 3	Ambos	<input type="text"/> 3	Ambos

d. Trespasse incisal vertical mm

### 5. Ruídos articulares (palpação)

a. abertura

Direito		Esquerdo	
<input type="text"/> 0	Nenhum	<input type="text"/> 0	Nenhum
<input type="text"/> 1	Estalido	<input type="text"/> 1	Estalido
<input type="text"/> 2	Crepitação grosseira	<input type="text"/> 2	Crepitação grosseira
<input type="text"/> 3	Crepitação fina	<input type="text"/> 3	Crepitação fina
<input type="text"/> <input type="text"/> mm		<input type="text"/> <input type="text"/> mm	
<i>(Medida do estalido na abertura)</i>			

b. Fechamento

Direito		Esquerdo	
<input type="text"/> 0	Nenhum	<input type="text"/> 0	Nenhum
<input type="text"/> 1	Estalido	<input type="text"/> 1	Estalido
<input type="text"/> 2	Crepitação grosseira	<input type="text"/> 2	Crepitação grosseira
<input type="text"/> 3	Crepitação fina	<input type="text"/> 3	Crepitação fina
<input type="text"/> <input type="text"/> mm		<input type="text"/> <input type="text"/> mm	
<i>(Medida do estalido no fechamento)</i>			

c. Estalido recíproco eliminado durante abertura protrusiva

Direito		Esquerdo	
<input type="text"/> 0	Não	<input type="text"/> 0	Não
<input type="text"/> 1	Sim	<input type="text"/> 1	Sim
<input type="text"/> 8	NA	<input type="text"/> 8	NA
<i>(NA: Nenhuma das opções acima)</i>			



**6. Excursões**a. Excursão lateral direita mm

Dor Muscular		Dor Articular	
<input type="text"/> 0	Nenhuma	<input type="text"/> 0	Nenhuma
<input type="text"/> 1	Direito	<input type="text"/> 1	Direito
<input type="text"/> 2	Esquerdo	<input type="text"/> 2	Esquerdo
<input type="text"/> 3	Ambos	<input type="text"/> 3	Ambos

b. Excursão lateral esquerda mm

Dor Muscular		Dor Articular	
<input type="text"/> 0	Nenhuma	<input type="text"/> 0	Nenhuma
<input type="text"/> 1	Direito	<input type="text"/> 1	Direito
<input type="text"/> 2	Esquerdo	<input type="text"/> 2	Esquerdo
<input type="text"/> 3	Ambos	<input type="text"/> 3	Ambos

c. Protrusão mm

Dor Muscular		Dor Articular	
<input type="text"/> 0	Nenhuma	<input type="text"/> 0	Nenhuma
<input type="text"/> 1	Direito	<input type="text"/> 1	Direito
<input type="text"/> 2	Esquerdo	<input type="text"/> 2	Esquerdo
<input type="text"/> 3	Ambos	<input type="text"/> 3	Ambos

d. Desvio de linha média mm

- 1 Direito  
2 Esquerdo  
8 NA

(NA: Nenhuma das opções acima)

**7. Ruídos articulares nas excursões****Ruídos direito**

	Nenhum	Estalido	Crepitação grosseira	Crepitação fina
7.a Excursão Direita	0	1	2	3
7.b Excursão Esquerda	0	1	2	3
7.c Protrusão	0	1	2	3

**Ruídos esquerdo**

	Nenhum	Estalido	Crepitação grosseira	Crepitação fina
7.d Excursão Direita	0	1	2	3
7.e Excursão Esquerda	0	1	2	3
7.f Protrusão	0	1	2	3

### INSTRUÇÕES, ÍTENS 8-10

O examinador irá palpar (tocando) diferentes áreas da sua face, cabeça e pescoço. Nós gostaríamos que você indicasse se você não sente dor ou apenas sente pressão (0), ou dor (1-3). Por favor, classifique o quanto de dor você sente para cada uma das palpações de acordo com a escala abaixo. Marque o número que corresponde a quantidade de dor que você sente. Nós gostaríamos que você fizesse uma classificação separada para as palpações direita e esquerda.

**0** = Somente pressão (sem dor)

**1** = dor leve

**2** = dor moderada

**3** = dor severa

<b>8. Dor muscular extraoral com palpação</b>	<b>Direita</b>				<b>Esquerda</b>			
<b>a. Temporal posterior</b> (1,0 Kg.) "Parte de trás da têmpora (atrás e imediatamente acima das orelhas)."	0	1	2	3	0	1	2	3
<b>b. Temporal médio</b> (1,0 Kg.) "Meio da têmpora (4 a 5 cm lateral à margem lateral das sobrancelhas)."	0	1	2	3	0	1	2	3
<b>c. Temporal anterior</b> (1,0 Kg.) "Parte anterior da têmpora (superior a fossa infratemporal e imediatamente acima do processo zigomático)."	0	1	2	3	0	1	2	3
<b>d. Masseter superior</b> (1,0 Kg.) "Bochecha/ abaixo do zigoma (comece 1 cm a frente da ATM e imediatamente abaixo do arco zigomático, palpando o músculo anteriormente)."	0	1	2	3	0	1	2	3
<b>e. Masseter médio</b> (1,0 Kg.) "Bochecha/ lado da face (palpe da borda anterior descendo até o ângulo da mandíbula)."	0	1	2	3	0	1	2	3
<b>f. Masseter inferior</b> (1,0 Kg.) "Bochecha/ linha da mandíbula (1 cm superior e anterior ao ângulo da mandíbula)."	0	1	2	3	0	1	2	3
<b>g. Região mandibular posterior</b> (estilo-hióideo/ região posterior do digástrico) (0,5 Kg.) "Mandíbula/ região da garganta (área entre a inserção do esternocleidomastóideo e borda posterior da mandíbula. Palpe imediatamente medial e posterior ao ângulo da mandíbula)."	0	1	2	3	0	1	2	3
<b>h. Região submandibular</b> (pterigóideo medial/ supra-hióideo/ região anterior do digástrico) (0,5 Kg.) "abaixo da mandíbula (2 cm a frente do ângulo da mandíbula)."	0	1	2	3	0	1	2	3
<b>9. Dor articular com palpação</b>								
<b>a. Polo lateral</b> (0,5 Kg.) "Por fora (anterior ao trago e sobre a ATM)."	0	1	2	3	0	1	2	3
<b>b. Ligamento posterior</b> (0,5 Kg.) "Dentro do ouvido (pressione o dedo na direção anterior e medial enquanto o paciente está com a boca fechada)."	0	1	2	3	0	1	2	3
<b>10. Dor muscular intraoral com palpação</b>								
<b>a. Área do pterigóideo lateral</b> (0,5 Kg.) "Atrás dos molares superiores (coloque o dedo mínimo na margem alveolar acima do último molar superior. Mova o dedo para distal, para cima e em seguida para medial para palpar)."	0	1	2	3	0	1	2	3
<b>b. Tendão do temporal</b> (0,5 Kg.) "Tendão (com o dedo sobre a borda anterior do processo coronóide, mova-o para cima. Palpe a área mais superior do processo)."	0	1	2	3	0	1	2	3

## ANEXO II – Índice de Incapacidade Cervical (IIC)

### Seção 1 – Intensidade da dor

- )Eu não tenho dor nesse momento.
- )A dor é muito leve nesse momento.
- )A dor é moderada nesse momento.
- )A dor é razoavelmente grande nesse momento.
- )A dor é muito grande nesse momento.
- )A dor é a pior que se possa imaginar nesse momento.

### Seção 2 – Cuidada pessoal (se lavar, se vestir, etc.)

- )Eu posso cuidar de mim mesmo(a) sem aumentar a dor.
- )Eu posso cuidar de mim mesmo(a) normalmente, mas isso faz aumentar a dor.
- )É doloroso ter que cuidar de mim mesmo e eu faço isso lentamente e com cuidado.
- )Eu preciso de ajuda, mas consigo fazer a maior parte do meu cuidado pessoal.
- )Eu preciso de ajuda todos os dias na maioria dos aspectos relacionados a cuidar de mim mesmo(a)
- )Eu não me visto, me lavo com dificuldade e fico na cama.

### Seção 3 – Levantar coisas

- )Eu posso levantar objetos pesados sem aumentar a dor.
- )Eu posso levantar objetos pesados mas isso faz aumentar a dor.
- )A dor me impede de levantar objetos pesados do chão, mas eu consigo se eles estiverem colocados em uma boa posição, por exemplo em uma mesa.
- )A dor me impede de levantar objetos pesados, mas eu consigo levantar objetos com peso entre leve e médio se eles estiverem colocados em uma boa posição.
- )Eu posso levantar objetos muito leves.
- )Eu não posso levantar nem carregar absolutamente nada.

### Seção 4 – Leitura

- )Eu posso ler tanto quanto eu queira sem dor no meu pescoço.
- )Eu posso ler tanto quanto eu queira com uma dor leve no meu pescoço.
- )Eu posso ler tanto quanto eu queira com uma dor moderada no meu pescoço.
- )Eu não posso ler tanto quanto eu queira por causa de uma dor moderada no meu pescoço.
- )Eu mal posso ler por causa de uma grande dor no meu pescoço.
- )Eu não posso ler nada.
- )Pergunta não se aplica por não saber ou não poder ler

### Seção 5 – Dores de cabeça

- )Eu não tenho nenhuma dor de cabeça.
- )Eu tenho pequenas dores de cabeça com pouca frequência.
- )Eu tenho dores de cabeça moderadas com pouca frequência.
- )Eu tenho dores de cabeça moderadas muito frequentemente.
- )Eu tenho dores de cabeça fortes frequentemente .
- )Eu tenho dores de cabeça quase o tempo inteiro.

### Seção 6 – Prestar Atenção

- )Eu consigo prestar atenção quando eu quero sem dificuldade.

- ) Eu consigo prestar atenção quando eu quero com uma dificuldade leve.
- ) Eu tenho uma dificuldade moderada em prestar atenção quando eu quero.
- ) Eu tenho muita dificuldade em prestar atenção quando eu quero.
- ) Eu tenho muitíssima dificuldade em prestar atenção quando eu quero.
- ) Eu não consigo prestar atenção.

**Seção 7 – Trabalho**

- ) Eu posso trabalhar tanto quanto eu quiser.
- ) Eu só consigo fazer o trabalho que estou acostumado(a) a fazer, mas nada além disso.
- ) Eu consigo fazer a maior parte do trabalho que estou acostumado(a) a fazer, mas nada além disso.
- ) Eu não consigo fazer o trabalho que estou acostumado(a) a fazer.
- ) Eu mal consigo fazer qualquer tipo de trabalho.
- ) Eu não consigo fazer nenhum tipo de trabalho.

**Seção 8 – Dirigir automóveis**

- ) Eu posso dirigir meu carro sem nenhuma dor no pescoço.
- ) Eu posso dirigir meu carro tanto quanto eu queira com uma dor leve no meu pescoço.
- ) Eu posso dirigir meu carro tanto quanto eu queira com uma dor moderada no meu pescoço.
- ) Eu não posso dirigir o meu carro tanto quanto eu queira por causa de uma dor moderada no meu pescoço.
- ) Eu mal posso dirigir por causa de uma dor forte no meu pescoço.
- ) Eu não posso dirigir meu carro de maneira nenhuma.
- ) Pergunta não se aplica por não saber dirigir ou não dirigir muitas vezes

**Seção 9 – Dormir**

- ) Eu não tenho problemas para dormir.
- ) Meu sono é um pouco perturbado (menos de uma hora sem conseguir dormir).
- ) Meu sono é levemente perturbado (1-2 horas sem conseguir dormir).
- ) Meu sono é moderadamente perturbado (2-3 horas sem conseguir dormir).
- ) Meu sono é muito perturbado (3-5 horas sem conseguir dormir).
- ) Meu sono é completamente perturbado (1-2 horas sem sono).

**Seção 10 – Diversão**

- ) Eu consigo fazer todas as minhas atividades de diversão sem nenhuma dor no pescoço.
- ) Eu consigo fazer todas as minhas atividades de diversão com alguma dor no pescoço.
- ) Eu consigo fazer a maioria, mas não todas as minhas atividades de diversão por causa da dor no meu pescoço.
- ) Eu consigo fazer poucas das minhas atividades de diversão por causa da dor no meu pescoço.
- ) Eu mal consigo fazer quaisquer atividades de diversão por causa da dor no meu pescoço.
- ) Eu não consigo fazer nenhuma atividade de diversão.



**ANEXO III – Avaliação da Função Mastigatória**  
**(Exame Miofuncional Orofacial – MBGR)**

Nome: \_\_\_\_\_

Data do exame: \_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_

Idade: \_\_\_ anos e \_\_\_ meses

DN: \_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_

**Mastigação:**  adequada  alterada: de origem [ ] funcional [ ] anatômica [ ] articular [ ] outro \_\_\_\_\_  
*(mastigatória utilizar sempre o mesmo alimento)*

**Mastigação Habitual** [ ] Somar todas as pontuações (melhor resultado = 0 e pior = 10)

<b>Incisão:</b>	(0) anterior	(1) lateral	(1) outra _____
<b>Trituração:</b>	(0) dentes posteriores (0) eficiente	(1) dentes anteriores (1) ineficiente	(1) com a língua
<b>Número de ciclos:</b> <i>(via filmagem):</i>	<b>direita:</b> 1ª porção: _____ 2ª porção: _____ 3ª porção: _____	<b>esquerda:</b> 1ª porção: _____ 2ª porção: _____ 3ª porção: _____	<b>total:</b> 1ª porção: _____ 2ª porção: _____ 3ª porção: _____
<b>Padrão mastigatório:</b>	(0) bilateral alternado	(0) unilateral preferencial: _____	(1) bilateral simultâneo (2) unilateral crônico: _____
<b>Fechamento labial:</b>	(0) sistemático	(1) assistemático	(2) ausente
<b>Velocidade:</b>	(0) adequada	(1) aumentada	(1) diminuída
<b>Ruídos:</b>	(0) ausente	(1) presente	
<b>Contrações musculares atípicas:</b>	(0) ausente	(1) presentes <i>(descrever):</i> _____	

Outros: \_\_\_\_\_

**Tempo mastigatório** *(utilizar porções de tamanho padronizado e do mesmo alimento)*

1ª porção: ___ segundos	2ª porção: ___ segundos	3ª porção: ___ segundos	Média: ___ segundos
-------------------------	-------------------------	-------------------------	---------------------

**Perguntar ao paciente**

<b>Lado preferencial de mastigação:</b>	(0) direito e esquerdo	(1) direito	(1) esquerdo	(0) não sabe
<b>Dor ao mastigar:</b>	(0) ausente	(1) direita	(1) esquerda	
<b>Ruído na ATM:</b>	(0) ausente	(1) direita	(1) esquerda	