

MÁRCIA MACIEL

Análise da biomecânica dos movimentos mandibulares e da cabeça, durante mastigação de alimento duro e macio, na ausência e presença de obstrução nasal, usando SCAM 3D.

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências da Saúde pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da Universidade de Brasília.

Aprovado em 25 de janeiro de 2013

BANCA EXAMINADORA

Jorge Luís Lopes Zeredo

Universidade de Brasília-UnB

Heliana Dantas Mestrinho

Universidade de Brasília-UnB

Adriano G. B. Castro

Universidade Católica de Brasília-UCB

Dedico este trabalho à minha família pelo carinho e apoio prestados a mim, neste desafio de minha vida.

AGRADECIMENTOS

Considero este trabalho resultado de uma caminhada em que aconteceram encontros fantásticos. Neste fio de tempo do curso, foi suficiente para se fazer amigos e compartilhar muitos saberes.

Agradecer é uma satisfação e uma alegria. Agradeço a todos os colegas e à Coordenação do Curso a amizade construída para além dos espaços acadêmicos.

E agradeço, particularmente, a algumas pessoas pela contribuição direta na construção deste trabalho:

Aos meus filhos, Rodrigo Godoy e Eduardo Godoy, meu esposo, Henrique Godoy, e a toda minha família, que, com muito carinho e apoio, não mediram esforços para eu concluir mais essa etapa.

Ao professor Jorge Luís Lopes Zeredo, a orientação e contribuições teóricas e, principalmente, a forma carinhosa de incentivar proporcionando, a construção do trabalho, um momento agradável. Compreendeu minhas dificuldades, e principalmente a valorização científica que atribuiu ao processo pedagógico.

Ao Professor Emerson Fachin Martins a sua sensibilidade, adicionada a sua disposição, gentileza e compromisso em contribuir com o trabalho.

Ao Cássio Lemos Maciel e Gustavo Lemos Maciel, pessoas brilhantes, que participaram diretamente na análises dos dados.

À Thaís Carolini Ponssiano o incentivo, força, amizade, que partilhamos durante o curso.

À amiga Marília Rezende Azevedo e Lísia Pereira de Góis Rocha com quem divido as angústias e as alegrias das comemorações.

À professora Fernanda Cristina Pimentel Garcia, por conhecê-la em um momento especial.

À CAPES, os recursos financeiros cedidos, por meio do programa de bolsas, para a realização deste trabalho científico.

Aos voluntários que participaram com disposição, colaborando sobremaneira com a execução deste estudo.

E a todos que contribuíra, de forma direta ou indireta, para a realização deste trabalho

E peço a Deus, a saber, fazer de cada situação um aprendizado, com a determinação de tantas coisas que ainda não sei.

*“Se apenas houvesse uma única verdade, não poderiam
pintar-se cem telas sobre o mesmo tema”.*

Pablo Picasso

RESUMO

A Mastigação do humano é um processo biomecânico complexo que envolve diferentes estruturas. O comportamento alimentar requer aperfeiçoamento quanto à coordenação entre a mastigação, respiração e deglutição. No entanto, os detalhes desta interação não são totalmente compreendidos. Neste estudo, analisaram-se os movimentos da mastigação na presença e ausência de respiração nasal, fisiológica. Dez voluntários saudáveis participaram do estudo. Movimentos da cabeça e da mandíbula foram registrados em 3 eixos por um Sistema de Captura de Movimento (Qualisys, Suécia), e a descarga de peso, registrada nas plataformas de força, em quatro condições experimentais: quando os participantes comiam goma (alimento macio/pegajoso) e castanha-de-caju (alimento duro), com e sem obstrução nasal. As trajetórias dos referidos movimentos, bem como a velocidade, amplitude, tempo e posição foram analisadas por meio de um software de computação de alto nível técnico. Os dados foram comparados entre respiração nasal e obstrução nasal por meio do teste t pareado, onde o valor de $p < 0,05$ foi considerado estatisticamente significativo. A partir da análise dos dados, constatou-se que os movimentos mastigatórios foram afetados pela consistência dos alimentos (macio e duro) e o modo de respiração (nasal e com obstrução nasal). Comparado com a respiração nasal, movimentos mastigatórios na obstrução nasal, mostraram uma sequência mastigatória mais curta e irregular. Para alimento macio em obstrução nasal, apresentou uma menor amplitude média do ciclo mastigatório nos movimentos latero medial, lateralidade, o que produziu um ciclo mastigatório com movimentos mais verticais. O comportamento da cabeça durante a mastigação foi modulada em resposta as mudanças na entrada sensorial da mandíbula. As alterações da porcentagem de peso na descarga de força foram significativas para alimento macio e duro, na condição obstrução nasal. Estes resultados sugerem que mecanismos de retroalimentação sensoriais envolvidos no controle dos movimentos da mastigação e postura corporal, podem ser modulados pelo modo da respiração.

UNITERMOS : Ciência Comportamental, Biomecânica da mandíbula, Mastigação e trajetórias mandibulares.

Abstract

Human mastication is a complex biomechanical process. Many different structures, tissues and functional units are involved. Feeding behavior requires fine-tuned coordination between mastication, breathing, and swallowing. However, the details of this interaction are not fully understood. In this study, were analyzed masticatory movements in the presence or absence of normal nasal breathing. Ten healthy volunteers had participated in this study. Head and jaw movements were recorded in 3 axes by a motion capturing system (Qualisys, Sweden) and the weight bearing was registered in force platforms in four experimental conditions. When the subjects ate either a soft gummy (soft/sticky food) or a cashew nut (hard/brittle food), with and without nasal obstruction. The Trajectories of those movements, as well as their velocities were analyzed with high-level computing software. The data were compared between nasal and oral breathing by the paired t-test, where the value of $p < 0,05$ was considered statistically significant. From the data analysis, it was found that the chewing movements were affected by the food consistency (hard and soft) and by the way of breathing (nasal and oral). When compared Comparing with nasal breathing, the chewing movement at oral breathing showed chewing sequency's shorter and irregular. To the soft food at oral breathing, it has shown less average amplitude of the chewing cycle in the medial lateral direction, which produces chewing's cycle with more vertical movements. The head behavior during chewing was moduled by answering the changes at the sensorial input of the jaw. The oral breathing provided changes of weight percentage in the discharge power were significant for soft and hard food. These results suggest that sensory feedback mechanisms involved in the control of masticatory movements and body posture may be modulated by the way of breathing.

KEYWORDS: Behavior, Biomechanics, Mastication, Mandible

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Hipótese do trabalho.....	19
Figura 2 - Marcadores anatômicos localizados nas referências anatômicas.....	30
Figura 3 - Posição das câmeras , plataformas de força e voluntário.	31
Figura 4 - Obstrução nasal por meio de clip nasal usado para natação.....	32
Figura 5 - Sequência mastigatória em segundos - na vertical (traços azul) e latero medial e horizontal direita e esquerda (traços vermelhos). A sequência mastigatória, analisada neste estudo, excluir o movimento inicial de colocação do alimento na boca.....	34
Figura 6 - Análise da sequência mastigatória alimento duro	37
Figura 7 - Análise da amplitude média dos ciclos mastigatórios, na vertical, alimento duro.....	38
Figura 8 - Análise da amplitude média dos ciclos mastigatórios, latero-medial, alimento duro	39
Figura 9 - Análise do total de ciclos mastigatórios, alimento duro	40
Figura 10 - Análise da velocidade média dos ciclos mastigatórios, na vertical, alimento duro	41
Figura 11 - Análise da velocidade média dos ciclos mastigatórios, latero medial, alimento duro	42
Figura 12 - Exemplo típico dos traçados dos ciclos mastigatórios no plano frontal, alimento duro respiração nasal, referente aos movimentos de lateralidades mandibular, com a obtenção dos movimentos à esquerda e à direita;(Voluntário # 6).....	43
Figura 13 - Análise da simetria dos movimentos mandibulares, alimento duro	44
Figura 14 - Análise da sequência mastigatória, alimento macio	45
Figura 15 - Análise da amplitude média dos ciclos mastigatórios, na vertical, alimento macio.....	47
Figura 16 - Análise da amplitude média dos ciclos mastigatórios, latero medial, alimento macio.....	48
Figura 17 - Análise do número de ciclos mastigatórios, alimento macio	49
Figura 18 - Análise da velocidade média dos ciclos mastigatórios, na vertical, alimento macio.....	50
Figura 19 - Análise da velocidade média, dos ciclos mastigatórios, latero medial alimento macio.....	51
Figura 20 - Análise da simetria dos movimentos mandibulares, alimento macio.....	52
Figura 21 - Análise da amplitude média dos movimentos da cabeça, na vertical, alimento duro	53

Figura 22 - Análise da amplitude máxima, dos movimentos da cabeça, na vertical, alimento duro	54
Figura 23 - Análise da velocidade média dos movimentos da cabeça, na vertical, alimento duro	55
Figura 24 - Análise da amplitude média dos movimentos da cabeça, na vertical, alimento macio.....	56
Figura 25 - Análise da amplitude máxima dos movimentos da cabeça, na vertical, alimento macio.....	57
Figura 26 - Análise da velocidade média dos movimentos da cabeça, na vertical, alimento macio.....	58
Figura 27 - Análise da amplitude de cabeça vs mandíbula.....	59
Figura 28 - Análise da velocidade cabeça vs mandíbula.....	60
Figura 29 - Análise da porcentagem média da descarga de peso na plataforma de força 2	62
Figura 30 - Análise de regressão e correlação quanto `a simetria funcional, mastigação e descarga de peso do corpo.....	63

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Duração da sequência mastigatória em segundos, alimento duro/ respiração nasal e alimento duro/com obstrução nasal.....	36
Tabela 2 - Valores médios da amplitude na vertical, dos ciclos mastigatórios, para alimento duro respiração nasal e alimento duro com obstrução nasal	38
Tabela 3 - Valores médios da amplitude latero medial, dos ciclos mastigatórios, para alimento duro respiração nasal e alimento duro com obstrução nasal, em mm.	39
Tabela 4 - Número de ciclos mastigatórios mensurados no alimento duro, com e sem obstrução nasal	40
Tabela 5 - Velocidade média dos ciclos mastigatório, na vertical, alimento duro com e sem obstrução nasal, em mm/s	41
Tabela 6 - Velocidade média dos ciclos mastigatórios, latero medial, em mm/s, alimento duro, com e sem obstrução nasal.....	42
Tabela 7 - Lado de Preferência Mastigatória Direita determinada pela (MLD > MLE no plano frontal) e preferência mastigatória esquerda determinada pela (MLE >MLD), alimento duro com e sem obstrução nasal.	43
Tabela 8 - Duração da sequência mastigatória, em segundos, alimento macio sem obstrução nasal e com obstrução nasal	45
Tabela 9 - Valores médios da amplitude dos ciclos mastigatórios, na vertical, alimento macio, com e sem obstrução nasal.....	46
Tabela 10 - Valores médios da amplitude dos ciclos mastigatórios, movimento latero medial, alimento macio, com e sem obstrução nasal, em mm.....	47
Tabela 11 - Número de ciclos mastigatórios mensurados no alimento macio, com e sem obstrução nasal.....	49
Tabela 12 - Velocidade média dos ciclos mastigatórios na vertical, alimento macio com obstrução nasal e sem obstrução nasal, em mm/s.....	50
Tabela 13 - Velocidade média, ciclos mastigatório latero medial, alimento macio com obstrução nasal e sem obstrução nasal, em mm/s.....	51
Tabela 14 - Lado de Preferência Mastigatória Direita determinada pela (MLD > MLE no plano frontal) e preferência mastigatória esquerda determinada pela (MLE >MLD), alimento macio com e sem obstrução nasal.	52
Tabela 15 - Valores médios da amplitude dos movimentos da cabeça, na vertical, em mm, alimento duro com e sem obstrução nasal	53
Tabela 16 - Valores máxima da amplitude, movimentos vertical da cabeça, em mm, alimento duro, com e sem obstrução nasal.....	54

Tabela 17 - Velocidade média dos movimentos da cabeça na vertical em mm/s, alimento duro, com e sem obstrução nasal.....	55
Tabela 18 - Valores médios da amplitude dos movimentos vertical da cabeça, em mm, alimento macio, com e sem obstrução nasal.....	56
Tabela 19 - Valores máximo da amplitude da cabeça, na vertical , em mm, alimento macio, com e sem obstrução nasal	57
Tabela 20 - Velocidade média dos movimentos da cabeça na vertical, alimento macio, com e sem obstrução nasal, em mm/s	58
Tabela 21 - Porcentagem média da descarga de peso na plataforma de força 2, para alimento duro e macio com e sem obstrução nasal.....	61

LISTA DE GRÁFICOS

- Gráfico 1 - Exemplo típico de trajetória movimentos mandibulares, na vertical (traços azuis) e latero medial (traços vermelhos) (A) alimento duro, respiração nasal ; B) alimento duro com obstrução nasal;(Voluntário # 6) 37
- Gráfico 2 - Exemplo típico de trajetória movimentos mandibulares, na vertical (traços azuis) e latero medial (traços vermelhos) A) alimento macio com respiração nasal ; B) alimento macio com obstrução nasal;(Voluntário # 7)..... 46
- Gráfico 3 - Exemplo típico de trajetória dos movimentos mastigatórios na vertical (traços azuis) e latero medial (traços vermelhos) nas condições. A) alimento macio sem obstrução nasal; B) alimento macio com obstrução nasal; (Voluntário #1)..... 48

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ATM - Articulação Temporo-Mandibular

CPG - Gerador de Padrão Central

IAPO - Interamerican Association of Pediatric Otorhinolaryngology

MLE - Movimento Lateral Esquerdo

MLD - Movimento Lateral Direito

QTM - QualisysTrack Manager

RB - Respirador Bucal

SCAM - Sistema de Captura de Movimento

SCAM 3D - Sistema de Captura de Movimento Tridimensional

SNC - Sistema Nervoso Central

SRB - Síndrome do Respirador Bucal

UnB - Universidade de Brasília

3D - Tridimensional

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
2	HIPÓTESE.....	19
3	REVISAO DA LITERATURA	20
	3.1 Mastigação.....	20
	3.2 Respiração bucal.....	22
	3.3 Biomecânica mandibular.....	24
4	OBJETIVO.....	27
	4.1 Objetivo geral	27
	4.2 Objetivos Específicos:.....	27
5	MATERIAIS E MÉTODOS	28
	5.1 Delineamento do estudo.....	28
	5.2 Amostra	28
	5.3 Ficha de Identificação e Avaliação.....	28
	5.4 Sistemas de Análise de Movimento	29
	a. Determinação dos eixos.....	29
	5.5 Procedimentos	30
	5.6 Alimentos testados	32
	5.7 Tempo de procedimento do experimento.....	32
	5.8 Respiração durante a mastigação	32
	5.9 Análise de dados	32
	a. Variáveis analisadas:.....	33
	5.10 Análise estatística	35
	a. Movimentos mandibulares e movimentos da cabeça	35
	b. Associação entre movimentos mandíbula e cabeça.....	35
	c. Plataforma de força.....	35
	5.11 Aspectos éticos.....	35
6	RESULTADOS	36
	6.1 Ponto mento – movimentos mastigatórios.....	36
	6.1.1 Mastigação do alimento duro.....	36
	a. Sequência mastigatória.....	36

b.	Amplitude média dos ciclos mastigatórios na vertical.....	38
c.	Amplitude média dos ciclos mastigatórios latero-medial.....	39
d.	Total de ciclos mastigatórios	40
e.	Velocidade média dos ciclos mastigatórios na vertical.....	41
f.	Velocidade média dos ciclos mastigatórios latero medial	42
g.	Simetria dos movimentos mandibulares.....	43
6.1.2	Mastigação do alimento macio	45
a.	Sequência mastigatória.....	45
b.	Amplitude média dos ciclos mastigatórios na vertical.....	46
c.	Amplitude média dos ciclos mastigatórios latero-medial.....	47
d.	Total de ciclos mastigatórios	48
e.	Velocidade média dos ciclos mastigatórios na vertical.....	50
f.	Velocidade média dos ciclos mastigatórios latero medial	51
g.	Simetria dos movimentos mandibulares.....	52
6.2	<i>Ponto frontal - Movimentos da cabeça</i>	53
6.2.1	Mastigação de alimento duro	53
a.	Amplitude média dos movimentos da cabeça na vertical	53
b.	Amplitude máxima dos movimentos da cabeça na vertical	54
c.	Velocidade média dos movimentos da cabeça na vertical	55
6.2.2	Alimento macio.....	56
a.	Amplitude média, dos movimentos da cabeça na vertical	56
b.	Amplitude máxima dos movimentos da cabeça na vertical	57
c.	Velocidade média dos movimentos da cabeça na vertical	58
6.3	<i>Associação entre movimentos mandibulares e movimentos da cabeça</i>	59
6.4	<i>Plataforma de Força</i>	61
7	DISCUSSÃO	64
8	CONCLUSÃO.....	70
9	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	72

1 INTRODUÇÃO

Mastigar é um comportamento rítmico, juntamente com a respiração e locomoção, em mamíferos (1). O resultado da mastigação se dá pela interação de um padrão rítmico intrínseco e *feedback* (retroalimentação) sensorial neural da boca, músculos e articulações. O padrão rítmico intrínseco é gerado por um conjunto de neurônios chamado de Gerador de Padrão Central (CPG). O CPG recebe entrada dos centros superiores do cérebro e de receptores sensoriais. Mecanorreceptores nos lábios e mucosa, nos músculos e nos ligamentos têm efeitos diretos sobre os parâmetros de movimentos (2). Os autores (3) propuseram uma hipótese dual para a atividade de mastigação; primeiro, a cortical do tronco cerebral propaga mecanismo para adaptação à forma do movimento da mandíbula, às propriedades dos alimentos e, segundo, um mecanismo do tronco cerebral com *feedback* sensorial, promove uma adaptação da força muscular para a dureza do alimento.

O padrão do movimento mastigatório é uma combinação com as características físicas do alimento, varia de indivíduo para indivíduo, altera seu caráter à medida que o alimento é reduzido em cada ciclo mastigatório. Os mecanismos mastigatórios são bastante flexíveis, adaptando-se às compensações vindas das deficiências ou situações ocorridas (4,5).

O comportamento alimentar exige aperfeiçoamento quanto à coordenação entre a mastigação, respiração e deglutição. Os detalhes dessa interação isto é, a interação que produz uma retroalimentação biológica, permitindo o alto grau de controle voluntário da atividade das fibras musculares, e o autocontrole dos movimentos, não são totalmente compreendidos. O equilíbrio dessas funções mastigação, respiração e deglutição promove adequado crescimento e desenvolvimento das bases ósseas da face. A associação e/ou interferência de fatores genéticos e ambientais podem gerar alterações nestas funções e consequentemente no funcionamento do sistema estomatognático.

A respiração nasal é fundamental para o crescimento e desenvolvimento adequados do complexo craniofacial, promovendo, assim, o bom funcionamento das demais funções estomatognáticas. O indivíduo que, por algum motivo, adquire um padrão de respiração bucal, uma função adaptativa tendo como causas mais frequentes as obstruções nasais, tem como consequência a

adaptação de toda a musculatura facial que provocam modificações nas arcadas dentárias e no posicionamento dos dentes, gerando alterações estruturais na face, incluindo lábios, língua, palato e mandíbula, que se adaptarão ao novo padrão respiratório, ocorrendo alterações de postura de cabeça para adaptar a angulação da faringe para facilitar a entrada de ar pela boca, na tentativa de aumentar o fluxo aéreo superior (6-9). A cabeça projetada anteriormente, a musculatura do pescoço e da escápula são afetadas, provocando uma alteração da postura corporal. Existem conexões neurais entre os sistemas sensorio-motores cervical e trigeminal, mostrando fortes ligações neuromusculares e neurofisiológicas estão envolvidas na inter-relação entre as regiões orofacial e cervical, existindo uma atividade simultânea e coordenada entre os músculos do pescoço e mandíbula (10).

A literatura (6-9) relata uma ligação direta entre obstrução nasal e alterações morfofuncionais do sistema estomatognático e musculatura cervical e, que as modificações compensatórias na mastigação do Respirador Bucal (RB) podem causar alterações nutricionais no respirado bucal (11,12). Porém, são poucos os estudos que observaram tais alterações e a interdependência entre comportamento alimentar, postura de cabeça e pescoço e descarga de peso, utilizando análise do sistema de captura de movimento tridimensional.

Essa análise pode ser feita de forma satisfatória, utilizando uma abordagem nova e interessante para analisar comportamento alimentar, empregando modelos computacionais de interações com o complexo crânio mandibular. Essa nova metodologia utiliza os instrumentos de diagnóstico biomecânico para análise dos movimentos mandibulares, os Sistemas de Captura e Análise de Movimentos Tridimensional (SCAM 3D) e os *softwares* (13,14).

A análise cuidadosa das alterações dos padrões mastigatórios nos respiradores bucais pode trazer informações para a compreensão das alterações que acometem o sistema estomatognático e a saúde geral do indivíduo. Permite estabelecer as estratégias de sobrevivência do ser humano, avaliando característica dos sistemas músculos-esquelético que trabalham harmonicamente para realizar tarefas complexas de mastigação e respiração.

A aplicação clínica e prática do SCAM 3D na biomecânica dos movimentos mandibulares é detectar e ilustrar graficamente o traçado dos movimentos mandibulares, e contribuir para que os profissionais investiguem as desordens

que afetam o sistema estomatognático. As informações extraídas dos traçados do exame podem ajudar em decisões clínicas relacionadas a diagnóstico e nas recomendações das técnicas de reabilitações. O SCAM 3D tem contribuído para um melhor entendimento músculo-esqueleto e das desordens que o acometem (15-16).

A biomecânica, aliada ao estudo com o SCAM 3D, tem um campo diversificado e dinâmico, tornando a sua aplicação uma realidade para a avaliação da biomecânica dos movimentos da mastigação, podendo ser realizada por meio do Sistema de Captura de Movimentos Qualisys Motion Capture System (Qualisys AB, Suécia), com registro acurado, obtendo os valores quantitativos dos ciclos mastigatórios e dos movimentos da postura da cabeça, fornecidos diretamente por programa computadorizado que acompanha o equipamento. Ainda, permite acoplá-lo à plataforma de força, que é um instrumento de análise de postura corporal.

Neste trabalho avaliou os movimentos mandibulares na mastigação, utilizando o equipamento SCAM 3D acoplado à plataforma de força, e os parâmetros comparáveis, que ajudaram a melhor entendimento da complexa biomecânica mandibular, postura de cabeça e corporal durante a mastigação na respiração nasal e bucal, ao mastigar um alimento duro (castanha-de caju) e macio (jujuba), baseada em valores quantitativos mensuráveis.

2 HIPÓTESE

Este estudo testou a hipótese de que as atividades dos movimentos mandibulares podem ser alteradas na ausência da respiração nasal, na mastigação de alimento duro e mole, influenciando o reposicionamento da cabeça e a alteração corporal, em decorrência do modo de respiração e textura do alimento (Figura 1).

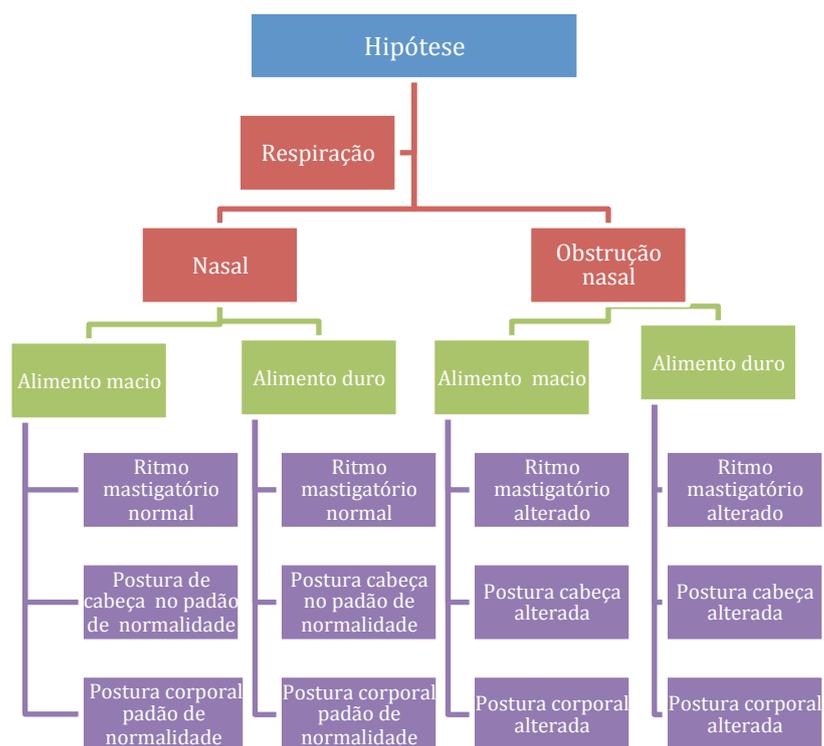


Figura 1 - Hipótese do trabalho

3 REVISAO DA LITERATURA

3.1 Mastigação

A função mastigatória é um processo biomecânico complexo que envolve diferentes estruturas: ossos, músculos, ATM e dentes, e seu desenvolvimento e aperfeiçoamento dá-se ao longo do crescimento humano (17,18).

O desenvolvimento harmônico das estruturas envolvidas na mastigação depende da associação entre o equilíbrio muscular e a função, coordenado por um controle neurológico altamente refinado, um comando motor para o padrão básico de rítmicos dos movimentos oral-facial, que é gerado por uma população de neurônios no tronco cerebral (Gerador de Padrão Central - CPG). O CPG de movimentos rítmicos da mastigação pode ser dividido em três processos: primeiro, a geração do ritmo mastigatória, segundo a geração de um padrão de atividade dos músculos da língua, maxilar e facial, e por terceiro a coordenação das atividades desses músculos. Os impulsos sensoriais interagem nos geradores de padrão rítmico, programando a mastigação que estaria sujeita as modificações pela retroalimentação periférica (1, 3, 17,18).

A mastigação pode ser realizada com movimentos unilaterais, movimentos verticais e bilateral alternada. Hildebrand (1931), (19) observou que os dentes exercem influência, como regra, na escolha do lado de preferência mastigatória. Para o pesquisador, o lado preferencial é determinado onde a maior parte dos dentes está em contato durante o movimento de lateralidade. A mastigação ideal é a em que o indivíduo apresenta uma oclusão aceitável na qual mastiga bilateralmente, de forma alternada, com liberdade de movimentos e economia de energia muscular. Tais quesitos são beneficiados pela guia anterior, durante os movimentos protrusivos, e guia canino, nos movimentos de lateralidade. A esses movimentos mandibulares cíclicos, de abertura e fechamento, denominam-se ciclos mastigatórios (20-26).

Existe uma relação direta entre mastigação, crescimento e desenvolvimento craniofacial dos indivíduos, influenciado pelos hábitos alimentares. A função equilibrada e dinâmica da mastigação influencia no crescimento dos terços médio e inferior da face, no tônus muscular e na propriocepção oral. O padrão de mastigação equilibrado produz estímulos

alternados nas várias estruturas do sistema estomatognático, sendo o bilateral o ideal por possibilitar distribuição de forças mastigatórias, alternando entre períodos de trabalho e repouso muscular e articular (21-24).

A mastigação preferencialmente unilateral promove estímulos diferenciados entre o lado de trabalho e o lado de não trabalho, causando o desenvolvimento desarmônico do esqueleto facial (23,26).

A mastigação se inicia quando a mandíbula se move para frente e incisa o alimento. O alimento é então posicionado no interior da boca e, a partir daí, começa o ciclo mastigatório, com a abertura da boca, em média, de 16 a 20 mm, e deflexão lateral de 3 a 5mm. A mandíbula, então, gira para o lado de trabalho e transpõe o bolo alimentar. Começa, a seguir, o fechamento, comprimindo o alimento durante o ciclo (26). A mastigação é interrompida em um momento específico para engolir; o mecanismo que indica quando interromper a mastigação e a decisão de engolir depende do grau de diluição do alimento, da intensidade do sabor e do grau de lubrificação do bolo alimentar (27).

A mastigação tem uma demanda funcional do sistema estomatognático durante toda a vida. A capacidade do sistema estomatognático de triturar e processar os alimentos pode estar relacionada às funções vitais do corpo, e está associada à saúde geral do indivíduo (17). Segundo os autores (28), os resultados da pesquisa com ratos, indicam que a mastigação é importante não somente para a ingestão de alimento mas também para o funcionamento mental, física e fisiológicas do corpo.

A ingestão e o metabolismo dos alimentos são modulados por algumas áreas específicas do Sistema Nervoso Central (SNC), sistema de neurotransmissão, processos sensoriais e pela própria ingestão dos alimentos. A mastigação estimula o centro da saciedade por meio de impulsos nervosos gerados nos proprioceptores musculares excitados durante a distensão e contração dos grupos musculares envolvidos na mastigação, principalmente os mandibulares (29).

A fim de traçar o perfil mastigatório de obesos mórbidos submetidos à gastroplastia, uma pesquisa chegou à conclusão de que uma escassez mastigatória apresentou-se em todas as provas da avaliação. Esse resultado apoia o conceito de que o ritmo mastigatório rápido, o tamanho grande do bolo alimentar, movimentação vertical da mandíbula, escassez de mastigação e

necessidade de líquido durante a mastigação estão diretamente relacionados com a sensação de saciedade. Considera-se que o alimento bem mastigado auxilia no processo da digestão, e na saciedade (30).

3.2 Respiração bucal

A respiração nasal é o único padrão respiratório considerado fisiologicamente normal no ser humano. Quando, por algum motivo, o indivíduo apresenta alguma dificuldade em respirar pelo nariz, ele complementa ou substitui a respiração nasal com a respiração buca. Segundo o Manual Of Pediatric Otorhinolaryngology, da Interamerican Association of Pediatric Otorhinolaryngology, a Síndrome do Respirador Bucal (SRB) é caracterizada pela substituição de um padrão de respiração exclusivamente nasal por um padrão bucal ou mista, sendo rara a respiração exclusivamente pela boca. (31).

Respiradores bucais podem ser classificados em três tipos: orgânico, funcional e impotente funcional, de acordo com os fatores que contribuem para o surgimento da respiração bucal. Os orgânicos apresentam algum tipo de obstrução mecânica, oferecendo uma resistência à passagem do ar pelo nariz; os funcionais são aqueles que, mesmo com a remoção do obstáculo mecânico, continuam respirando pela boca; e o último tipo são aqueles que apresentam alguma disfunção neurológica, levando à respiração bucal (32).

Dentre os fatores mecânicos responsáveis por restrição à passagem do ar pelo nariz, pode-se citar a hiperplasia de tonsilas faríngeas (adenóide), hiperplasia de tonsilas palatinas, hipertrofia de cornetos nasais, rinite alérgica e não alérgica, rinossinusites, tumores, doenças infecciosas e inflamatórias e alteração da arquitetura nasal (33-35).

Ainda em relação à classificação o RB crônico, pode ser dois grupos distintos, denominados de Tipo I, o acelerado, que descreve características de um indivíduo magro, hiperativo, que apresenta sono agitado; e o tipo II, caracterizado como um indivíduo com tendência a ser lento, parado, desatento, cansado, com baixos rendimentos nas tarefas (36).

A SRB é uma síndrome frequente na infância. Um estudo transversal na cidade de Juiz de Fora analisou 649 escolas, com crianças de 6 a 12 anos de idade que foram submetidos a exames odontológicos e fonoaudiológicos. A

prevalência de respiração bucal na amostra foi de 59,5% (34). Em uma pesquisa com uma amostra aleatória de 370 crianças, de 3 a 9 anos de idade, por meio de anamnese, com avaliação clínica e investigação de principais sinais e sintomas da RB, encontrou-se uma proporção de 55% de respiradores bucais (35).

A respiração bucal crônica pode repercutir negativamente no desenvolvimento da oclusão e no crescimento e desenvolvimento facial, principalmente nos primeiros anos de vida, quando se tem uma grande velocidade de crescimento das estruturas faciais e do crânio (8,37,39). Diversos autores (7-9, 37- 41) relataram as mudanças na postura do RB como: abaixamento da mandíbula, posicionamento da língua para baixo e para frente, e inclinação da cabeça para trás. Em decorrência dessas modificações, haveria uma alteração de toda a postura corporal. Inicialmente a respiração bucal leva a uma extensão progressiva da cabeça, promovendo a retificação da coluna cervical; posteriormente tendem a impulsionar a mandíbula para frente, levando a um aumento da lordose cervical. Esta nova posição da cabeça em rotação para cima, ou hiperestendida, amplia a passagem do ar pela faringe.

Modificações compensatórias na mastigação do RB podem causar alterações nutricionais no respirado bucal. Os autores concluíram que o RB não consegue comer de boca fechada, não mastiga o suficiente e deglute ansiosamente o alimento quase inteiro (12,40). Outra modificação acontece quando o indivíduo RB associa o ato de alimentar-se à sufocação, podendo ocorrer diminuição da quantidade de alimento ingerido. Um estudo propõe que a obstrução nasal leva à redução do olfato, diminuindo, por consequência, o apetite. Olfato e paladar estão intimamente relacionados; o mecanismo do olfato excita os receptores do paladar, influenciando-o, o que pode explicar a ocorrência de desvios nutricionais nos respiradores bucais (41).

A integridade da forma e função do sistema estomatognático, aliado à correta respiração nasal, é definitivo para um bom ritmo mastigatório com predomínio de movimentos bilaterais alternados. Paladar, olfato, visão e audição, agindo principalmente por intermédio do hipotálamo, podem afetar o estado corporal e o comportamento alimentar (42).

3.3 Biomecânica mandibular

O termo “biomecânica” é utilizado para definir uma ciência que estuda sistemas biológicos sob uma perspectiva mecânica (43). Busca explicar como as formas de movimentos do corpo de seres vivos acontecem na natureza, a partir de parâmetros cinemáticos e dinâmicos. Existem vários equipamentos que permitem a análise do movimento, sendo a plataforma de força geralmente utilizada para determinação da dinâmica dos movimentos, e os sistemas de captura de movimento, para avaliação da cinemática (44).

A importância de analisar os movimentos é conhecer as estratégias de sobrevivência do ser humano, para realizar as tarefas complexas e delicadas, que é o movimento dos seres vivos. A história desse estudo revela que apesar de ser uma área recente e bastante dinâmica, o início da biomecânica, os primeiros povos a interessar pelos mecanismos biológicos responsáveis pelos movimentos humano e animal, foram os egípcios. No entanto, atribuiu-se aos gregos os primeiros trabalhos que se referem aos estudos dos movimentos, como os trabalhos de Aristóteles (384-322 a.C); com o interesse na anatomia, ele descreveu alguns movimentos de animais, introduzindo parâmetros mecânicos na descrição do movimento. O avanço do estudo da matemática e da física estabeleceu um novo período para o estudo da locomoção, no qual se destacaram os trabalhos de Galileu Galilei (1560-1642), que enunciou o princípio da inércia, e de Issac Newton (1643-1727), que completa a teoria para a análise mecânica do corpo humano, com a lei da gravitação e as leis do movimento (45).

Eadweard Muybridge (1830-1904) realizou importantes estudos fotográficos, a primeira técnica de registro de movimento, e quantificou alguns padrões dos movimentos, que foram marcos na cinemetria biomecânica (46). Outras técnicas de registro de movimentos foram desenvolvidas ao longo da história e principalmente no século XX, (47), métodos de captura de movimentos baseados em imagens, voltados aos estudos da locomoção humana, com registro de câmeras utilizando fitas reflexivas, fixadas em pontos anatômicos específicos, que, em condições especiais de iluminação, eram destacados. As medições eram realizadas manual e demoradamente. Eram técnicas não invasivas que permitiam a análise do corpo inteiro e não influenciavam nos movimentos. Mas o tempo

gasto para a análise, processamento e armazenamento restringia o uso da técnica.

A biomecânica dos movimentos mandibulares foi estudada pela primeira vez, em 1889, por meio de fotografia para estudar a mastigação, porém, somente em 1914, as primeiras técnicas cinematográficas foram usadas. Hildebrand (19) foi quem realizou o primeiro estudo cinematográfico, além de ser o primeiro pesquisador a usar técnicas radiográficas para o estudo do ciclo mastigatório no sentido vertical e horizontal.

Vários estudos começaram a surgir a partir da segunda metade do século XX, a exemplos dos trabalhos Hichey *et al* (1963), que fotografaram os movimentos mandibulares por meio de artefatos cilíndricos com luzes, colocados sobre a região do côndilo, registrando os movimentos nas três dimensões espaciais (48).

Beyron (1964) realizou um relatório detalhado sobre os registros cinematográficos realizados por Barret em 1956, ao analisar a função mastigatória de aborígenes australianos (49).

Modica *et al.* (1968) foram os pioneiros na utilização da cinerradiografia para o estudo dos movimentos funcionais mastigatórios, por meio da colocação de pinos radiopacos na linha média acima e abaixo dos lábios dos pacientes (50).

A história do estudo dos movimentos mastigatórios revela que existe uma diversidade de métodos empregados para tal finalidade, podendo ser realizado por vários sistemas: sistemas eletromecânicos, eletromagnéticos e ópticos e ópticos eletrônicos .

Com o avanço da informática e a utilização do computador associado ao sistema de captura de movimento, houve uma redução no tempo de trabalho de processamento, armazenamento e análise da informação, e hoje a tecnologia baseada em vídeos/imagens tem o máximo de tecnologia com precisão/exatidão, validando a técnica. No sistema óptico são utilizados marcadores que destacam-se por meio de contraste. Câmeras de vídeos são empregados como dispositivos ópticos eletrônicos. Tem como vantagem permitir liberdade movimentos. Consente que não haja limite para o número de marcadores posicionados, o que contribui para se alcançar maior nível de detalhe na representação dos movimentos. Apresentam valores com precisão/exatidão análogos ao sistema

magnéticos, e atende as necessidades de diagnóstico, com as propriedades: método preciso, confortável para os pacientes e prático para o operador (14-16).

Em um estudo utilizando o sistema optoeletrônico tridimensional dos movimentos da mandíbula e cabeça-pescoço, registrados simultaneamente, no qual foram realizadas 2 medidas (rápida e lenta) de aberturas e fechamentos da mandíbula, foram encontradas diferenças no padrão de movimentos da cabeça entre posições iniciais, de pico e finais, entre as fases de abertura e fechamento mandibular e entre velocidades rápidas e lentas. Os autores concluíram que existiu uma ligação funcional entre as regiões craniocervical e temporomandibular humana (15).

Movimentos tridimensionais da mandíbula e cabeça simultaneamente foram registrados em uma pesquisa com 12 voluntários, por meio do sistema optoeletrônico. O estudo concluiu que existe uma relação funcional entre sistema neuromuscular temporomandibular e craniocervical. Ainda, sugere que os movimentos mandibulares funcionais resultaram da ativação tanto da mandíbula como dos músculos do pescoço, conduzindo para movimentação simultânea nas articulações temporomandibular, atlanto-occipital e coluna cervical (5).

Em uma análise dos movimentos tridimensionais da mandíbula e cabeça simultaneamente registrados pelo sistema optoeletrônico, avaliaram-se 4 testes de diferentes texturas e tamanho de fragmentos. Os autores concluíram que um tamanho maior e uma textura mais dura do alimento relacionam-se com uma maior extensão de cabeça e maiores amplitudes de movimento mandibular e de cabeça. Sugere que o comportamento da cabeça é alterado pelos estímulos sensório-motores mandibulares de modo tarefa-dependente durante a mastigação (4).

A biomecânica, aliada ao estudo com o SCAM 3D, tem um campo diversificado e dinâmico, tornando a sua aplicação uma realidade para a avaliação da biomecânica dos movimentos da mastigação, relacionando postura de cabeça e corporal.

4 OBJETIVO

4.1 Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho foi analisar os movimentos mastigatórios e a postura de cabeça e corporal, utilizando um sistema de captura de movimento, o Qualisys Motion Capture System (Qualisys AB, Suécia), acoplado à duas plataformas de força.

4.2 Objetivos Específicos:

1. Analisar os ciclos mastigatórios, na presença e ausência de respiração nasal durante a mastigação habitual de goma (jujuba) e castanha-de-caju quanto aos parâmetros de velocidade, amplitude, tempo, número total de ciclos mastigatórios, sequência mastigatória e assimetria funcional dos ciclos mastigatórios.
2. Analisar a postura de cabeça, na presença e ausência de respiração nasal, durante a mastigação habitual de goma (jujuba) e castanha-de-caju, quanto aos parâmetros velocidade e amplitude.
3. Analisar a associação entre os movimentos da cabeça e mandíbula, na presença e ausência de respiração nasal, durante a mastigação habitual de goma (jujuba) e castanha-de-caju.
4. Analisar as alterações corporal ocorridas na ausência de respiração nasal, durante a mastigação habitual de goma (jujuba) e de castanha-de-caju, em relação à descarga de peso nas plataformas de forças.

5 MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 Delineamento do estudo

Foi realizada uma pesquisa experimental, na qual foram analisados os dados tridimensionais dos movimentos mandibulares, no Laboratório de Movimento da Faculdade de Ceilândia, Universidade de Brasília-UnB.

5.2 Amostra

Devido à escassez de estudos prévios que tenham avaliado variáveis biomecânicas dos movimentos mandibulares com o SCAM em respirador bucal, o cálculo amostral foi circunstancial aleatória, realizado a partir de um estudo piloto, com 15 indivíduos. Foram excluídas 5 amostras, totalizando uma amostra de 10 voluntários, com idade acima de 18 anos e média de 23 anos, entre 18 e 45 anos, sendo 4 feminino e 6 masculino, recrutados na UnB, Campos Ceilândia, por meio de uma divulgação prévia.

5.3 Ficha de Identificação e Avaliação

Os participantes foram submetidos a uma avaliação inicial em que preencheu a ficha de identificação e realizado o exame intra oral, com o objetivo de investigar a presença dos critérios de inclusão e exclusão.

Foram selecionados os voluntários que apresentaram o exame clínico/funcional do sistema estomatognático próximo da normalidade, sem sinais de oclusopatias, que deveriam apresentar:

- normalidade dos tecidos moles;
- a presença de todos os dentes;
- oclusão de aspecto normal, com neutro-oclusão e, na análise funcional de movimentos de lateralidade, friccionando os dentes superiores contra os inferiores, apresentaram sem limitação, interferências, para realização destes movimentos;
- respiração nasal;
- vedamento labial passivo;
- ausência de deglutição atípica;

- aceitar participar da pesquisa por meio da assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). (Apêndice A).

O critério de exclusão foi:

- relatar desconforto durante o procedimento da coleta de dados.

5.4 Sistemas de Análise de Movimento

Para a análise dos movimentos mandibulares, foi utilizado o Sistema de Captura de Movimentos Qualisys Motion Capture System (Qualisys AB, Suécia), com oito câmeras ligadas em série, as quais possuem emissores de luz infravermelha localizados em volta da lente das câmeras. Marcadores passivos colocados nos voluntários refletem a luz infravermelha, que é então captada pela lente das câmeras. Os dados captados foram processados e foi calculada a posição de cada marcador, que por meio das coordenadas de referências das marcas, obtidas pelas câmeras, construíram-se as três dimensões, 3D.

Para análise da postura corporal foi acoplado ao sistema Qualisys duas plataformas de força AMTI® (*Advanced Mechanical Technology, MA, USA*), que é um equipamento desenvolvido para aquisição de curva de força de reação contra o solo.

a. Determinação dos eixos

A calibração do sistema para determinar as coordenadas de referência foi realizada utilizando uma estrutura de referência metálica em forma de L, pertencente ao equipamento, que contém marcadores refletivos.

1. Eixo x – LATERO MEDIAL- os marcadores refletivos, localizados no eixo mais curto, determinaram a direção latero-medial.
2. Eixo y – ANTEROPOSTERIOR- os marcadores refletivos, localizados no eixo mais longo determinou a direção anteroposterior.
3. Eixo z- VERTICAL – determinou a direção dos movimentos na vertical.

A referência metálica foi colocada sobre a plataforma de força e um instrumento em forma de T foi usado na calibração em todos os planos, dentro de um volume de trabalho, por 30 segundos. A calibração da plataforma ocorreu simultaneamente à calibração do sistema Qualisys. Com essa calibração, foi

gerada a localização e a orientação do plano de trabalho, e os dados foram coletados, usando o mesmo sistema de referência.

As referências anatômicas (Figura 2), para a colocação dos marcadores nos voluntários foram detectadas por meio de palpação e incluíram os seguintes pontos:

- ATM- Articulação Tempo Mandibular - esquerda e direita;
- Ângulo goníaco direito e esquerdo;
- Frontal;
- Cervical
- Mento;
- Proeminência laríngea;
- Acrômio direito e esquerdo;
- Dedo da mão.

Os marcadores anatômicos utilizados tinham a forma esféricas com 9 mm de diâmetro.



Figura 2 - Marcadores anatômicos localizados nas referências anatômicas

5.5 Procedimentos

O indivíduo foi orientado a ficar em pé, com o pé direito na plataforma de força 1 e o pé esquerdo na plataforma de força 2 (Figura 3).

Para cada voluntário, foram realizados quatro experimentos:

- No primeiro, o indivíduo foi orientado a comer habitualmente um alimento seco e duro (castanha-de-caju);
- na sequência, comer um alimento macio e pegajoso, goma (jujuba),
- repetiram-se os mesmos testes realizados com a obstrução nasal, por meio de um clip nasal, usado para o esporte de natação (Figura 4). A obstrução nasal provocada pelo clip nasal é uma situação experimental.

Para identificar o momento inicial, foi colocado um marcador no dedo que segurava o alimento e caracterizava a fase inicial da mastigação quando era levado à boca. O momento final, deglutição, foi determinado pelo movimento da proeminência laríngea.



Figura 3 - Posição das câmeras , plataformas de força e voluntário.

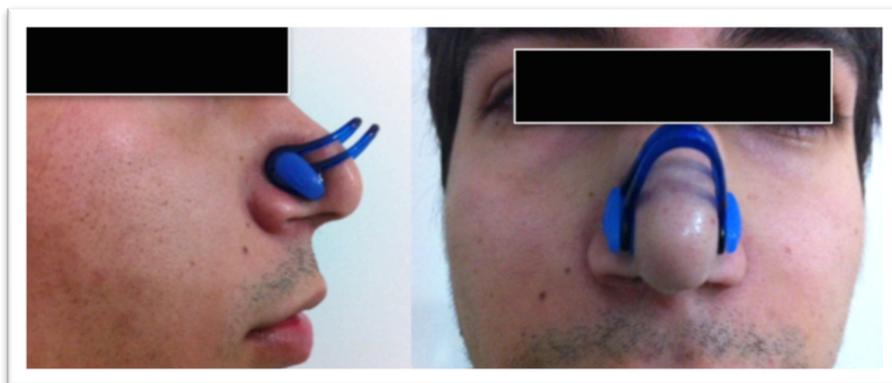


Figura 4 - Obstrução nasal por meio de clip nasal usado para natação.

5.6 Alimentos testados

A avaliação dos movimentos da mastigação foi realizada com alimento duro (castanha de caju) e um alimento macio (jujuba), por serem alimentos de fácil aceitação entre os voluntários, por terem uma consistência padronizada e apresentarem um tempo maior de conservação, sem modificações em suas propriedades. Para cada experimento foi utilizado uma unidade de cada alimento. As castanhas-de-caju foram selecionadas e padronizadas por tamanho.

5.7 Tempo de procedimento do experimento

O tempo total do procedimento do experimento foi, em média, 40 minutos com intervalo de 10 minutos, em média, entre os experimentos.

5.8 Respiração durante a mastigação

Verificou-se o modo respiratório durante a função mastigatória, observando-se a coordenação entre essas duas funções, para a condição de respiração nasal. Se os lábios estiveram selados durante a mastigação, a respiração estava ocorrendo por via nasal. Uma vez que existisse o indicativo de respiração bucal o voluntário seria excluído.

5.9 Análise de dados

Após a captura dos movimentos, os dados foram processados por meio do software de aquisição Qualisys Track Manager/QTM, onde as marcas foram nomeadas, as trajetórias estabelecidas e construído o modelo em 3D. As

variáveis relacionadas aos movimentos da mandíbula, cabeça e plataforma de força foram processadas por meio do programa QualisysTrack Manager-QTM. As variáveis foram analisadas a partir da sequência mastigatória e depois de selecionado o intervalo de interesse, após excluir o movimento inicial de colocação do alimento na boca e a fase final de limpeza da boca. Os dados dessa sequência mastigatória foram exportados e analisados pelo MATLAB.

Para subtração dos movimentos do corpo e oscilações da cabeça, o marcador posicionado no mento foi subtraído das oscilações da cabeça, representado pelo marcador posicionado frontal, e os dados do marcador posicionado na cabeça foram subtraído dos dados do marcador posicionado na cervical.

a. Variáveis analisadas:

1. Ponto do mento - relacionado aos movimentos da mandíbula:

- Sequência mastigatória em segundo - O tempo mastigatório, em segundo, foi mensurado pelo programa QTM, no início da fase, quando o alimento é colocado na boca, sinalizado pelo marcador do dedo, interrompido quando iniciou a primeira deglutição, observada pela elevação da laringe, característica do início da fase faríngea da deglutição, como manobra para proteção das vias aéreas. Neste estudo foi validado a sequência mastigatória após excluir o movimento inicial de colocação do alimento na boca (Figura 5).
- Número total de ciclo mastigatório - Quantificou-se os movimentos mastigatórios durante a mastigação de cada alimento, com e sem obstrução nasal.
- Velocidade média - referente aos movimentos dos ciclos mastigatórios, latero medial e vertical, em mm/s.
- Amplitude média- referente aos movimentos dos ciclos mastigatórios, latero medial e vertical em mm (Figura 5).
- Simetria dos movimentos mandibulares na mastigação - Diferença (R) entre total de ciclo mastigação lateral direita (MLD) e esquerda (MLE), determinando lado de preferência mastigatória (unilateral ou bilateral). $MLD - MLE = R$, ou seja, Lado de preferência Mastigatória Direita determinada pela ($MLD > MLE$) e preferência mastigatória esquerda

determinada pela ($MLE >MLD$), no plano frontal, lateromedial do Sistema Qualisys (Figura 5).

2. Ponto frontal - relacionado aos movimentos da cabeça:

- Velocidade média referente aos movimentos lateromedial e vertical em mm/s.
- amplitude média referente aos movimentos vertical da cabeça, em mm.
- amplitude máxima referente aos movimentos vertical da cabeça, em mm.

3. Associação entre os movimentos da mandíbula e cabeça - verificou o grau de associação entre os movimentos da mandíbula e cabeça, na presença e ausência de respiração nasal durante a mastigação habitual de goma (jujuba) e castanha-de-caju

4. Descarga de peso nas plataformas de força:

Média da porcentagem da descarga de peso na plataforma de força. Foram obtidos dados referentes à descarga de peso, por meio de duas plataformas de força (1 e 2) e os valores referentes à porcentagem de descarga de peso em cada plataforma para alimento macio e duro na respiração nasal e obstrução nasal.

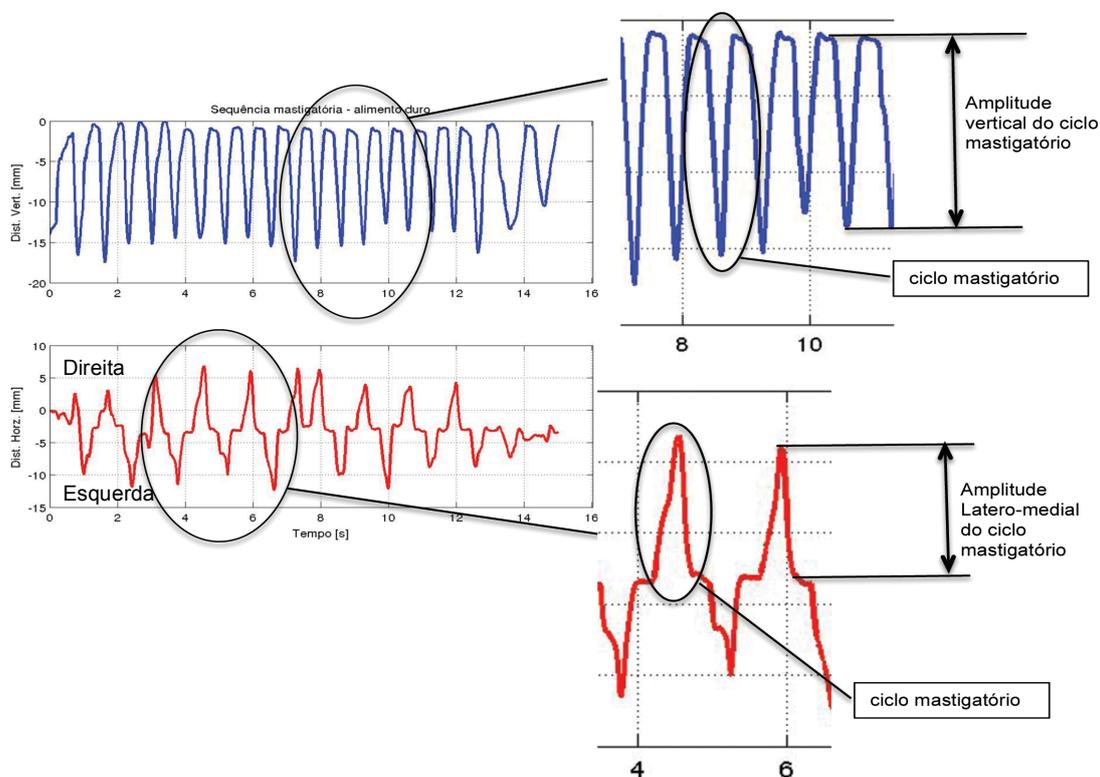


Figura 5 - Sequência mastigatória em segundos - na vertical (traços azul) e latero medial e horizontal direita e esquerda (traços vermelhos). A sequência mastigatória, analisada neste estudo, exclui o movimento inicial de colocação do alimento na boca.

5.10 Análise estatística

a. Movimentos mandibulares e movimentos da cabeça

Os dados dos movimentos da mandíbula e cabeça obtidos foram comparados entre respiração nasal e obstrução nasal por meio do teste t pareado, onde o valor de $p < 0,05$ foi considerado estatisticamente significativo, para cada uma das variáveis do movimento da mandíbula e cabeça.

b. Associação entre movimentos mandíbula e cabeça

O grau de associação entre movimentos de mandíbula, cabeça e plataforma de força foi estimado por meio de regressão linear sem intercepto.

c. Plataforma de força

Os dados das plataformas de força foram comparados entre respiração nasal e obstrução nasal por meio do teste t pareado, onde o valor de $p < 0,05$ foi considerado estatisticamente significativo, para média da porcentagem na descarga de peso do corpo na plataforma de força 2.

O grau de associação entre preferência unilateral para mastigação e para descarga de peso do corpo foram avaliadas por meio de regressão e correlação linear sem intercepto.

5.11 Aspectos éticos

Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UnB, conforme documento número 038/11. (Anexo A). Os objetivos e os procedimentos do estudo foram explicados aos participantes que, ao concordarem com a participação voluntária, assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice A).

6 RESULTADOS

As variáveis consideradas no estudo, foram mensuradas e analisadas de acordo com ponto mento, que são os movimentos mastigatórios, e ponto frontal, os movimentos da cabeça.

6.1 Ponto mento – movimentos mastigatórios

6.1.1 Mastigação do alimento duro

a. Sequência mastigatória

Comparados com a respiração nasal, os movimentos mastigatórios na obstrução nasal alimento duro, apresentaram-se com uma sequência mastigatória mais curta e irregular. Foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre obstrução nasal e respiração nasal, em relação à sequência mastigatória, com $p= 0,032$ (Figura 6).

O tempo de duração da sequência mastigatória na obstrução nasal foi diminuído em 22,7%, o equivalente a 4 s a menos em média (Gráfico 1, Tabela 1). Apenas um, entre 10 indivíduos, apresentou aumento no tempo de mastigação na obstrução nasal (Voluntário #7, Tabela 1).

Tabela 1 - Duração da sequência mastigatória em segundos, alimento duro/ respiração nasal e alimento duro/com obstrução nasal

Voluntário	Duração da sequência mastigatória em segundos	
	Alimento Duro	
	Sem obstrução	Com obstrução
1	29,38	24,27
2	23,20	15,20
3	12,70	10,75
4	17,30	11,70
5	17,90	11,98
6	15,03	12,07
7	11,50	14,27
8	22,72	18,00
9	11,40	9,80
10	17,87	10,35

Paired t-test
Hypothesized Difference = 0

	Mean Diff.	DF	t-Value	P-Value
hn, ho	4.061	9	3.990	.0032

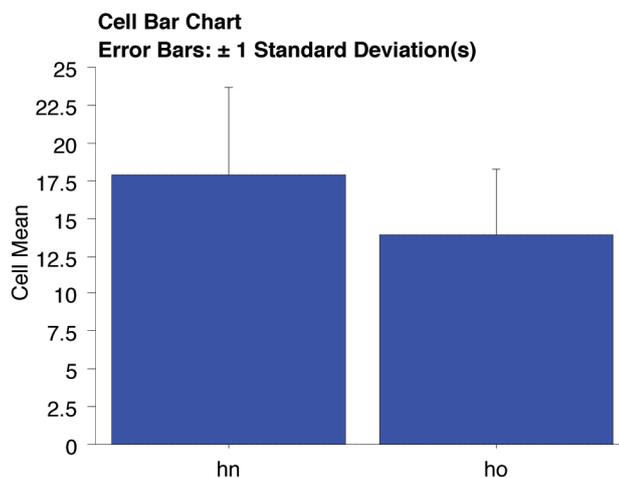


Figura 6 - Análise da sequência mastigatória alimento duro
 hn: alimento duro, respiração nasal / ho: alimento duro, obstrução nasal

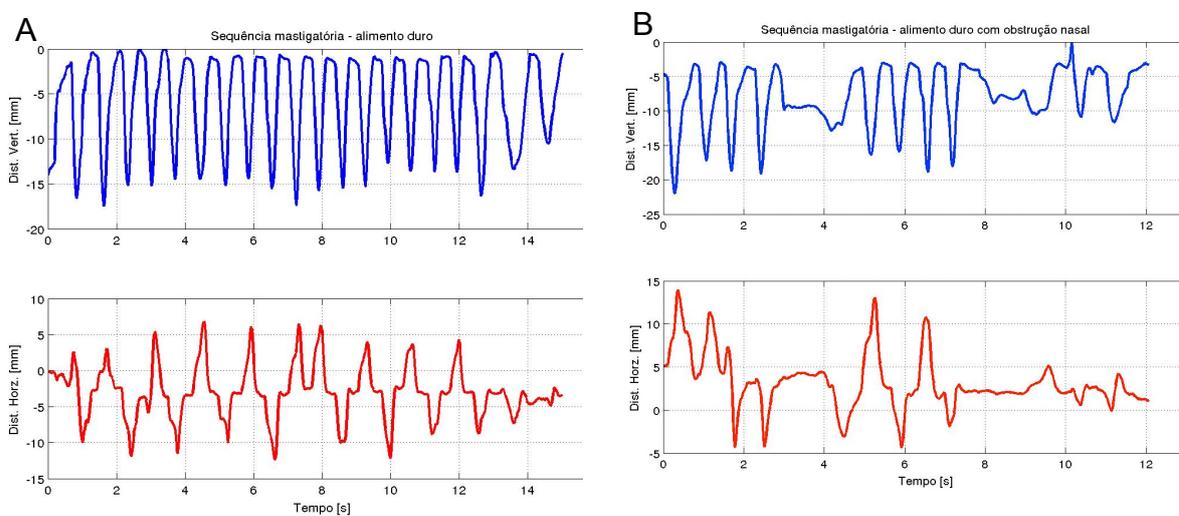


Gráfico 1 - Exemplo típico de trajetória movimentos mandibulares, na vertical (traços azuis) e latero medial (traços vermelhos) (A) alimento duro, respiração nasal ; (B) alimento duro com obstrução nasal; (Voluntário # 6)

b. Amplitude média dos ciclos mastigatórios na vertical

Para a análise dos resultados estatísticos referentes à dimensão vertical, obtidas a partir dos traçados dos ciclos mastigatórios, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre obstrução nasal e respiração nasal com $p = 0,4755$ (Figura 7, Tabela 2).

Tabela 2 - Valores médios da amplitude na vertical, dos ciclos mastigatórios, para alimento duro respiração nasal e alimento duro com obstrução nasal

Voluntário	Alimento Duro			
	Sem obstrução	Desvio Padrão	Com obstrução	Desvio Padrão
1	4,48	2,87	5,66	3,25
2	8,69	3,05	7,74	3,84
3	3,85	2,46	6,18	3,06
4	4,59	2,50	4,29	2,24
5	5,24	3,30	4,73	3,28
6	5,90	3,04	7,93	4,23
7	5,48	3,13	6,28	3,69
8	3,95	3,08	5,77	4,11
9	6,73	2,07	8,81	3,35
10	8,02	2,33	4,10	1,93

Paired t-test
Hypothesized Difference = 0

	Mean Diff.	DF	t-Value	P-Value
hn, ho	-.456	9	-.745	.4755

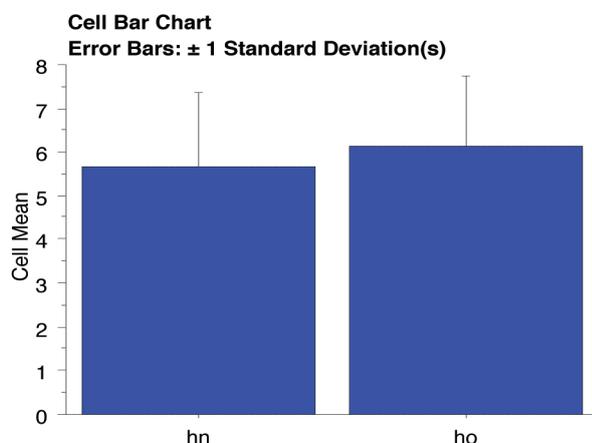


Figura 7 - Análise da amplitude média dos ciclos mastigatórios, na vertical, alimento duro
 hn: alimento duro, respiração nasal / ho: alimento duro, obstrução nasal

c. Amplitude média dos ciclos mastigatórios latero-medial

Para a análise dos resultados estatísticos referentes à dimensão latero medial, movimentos de lateralidade, obtidas a partir dos traçados dos ciclos mastigatórios, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre obstrução nasal e respiração nasal ($p=0,2237$), (Figura 8, Tabela 3). Porém, houve uma tendência a redução, na obstrução nasal para alimento duro, em média, 0,79 mm mais curta nos movimentos de lateralidade (Figura 8, Tabela 3, Gráfico 1).

Tabela 3 - Valores médios da amplitude latero medial, dos ciclos mastigatórios, para alimento duro respiração nasal e alimento duro com obstrução nasal, em mm.

Voluntário	Amplitude média dos ciclos mastigatórios latero medial (mm)			
	Sem obstrução	Desvio Padrão	Alimento Duro Com obstrução	Desvio Padrão
1	5,07	3,63	5,75	3,41
2	2,65	2,57	2,84	2,16
3	7,62	2,40	5,22	3,39
4	6,19	1,76	3,76	1,76
5	2,59	2,27	3,34	2,34
6	4,00	2,61	3,51	2,68
7	2,10	1,36	3,86	2,76
8	1,86	1,56	2,61	2,19
9	7,10	4,19	3,57	2,23
10	11,16	1,99	7,96	2,05

Paired t-test
Hypothesized Difference = 0

	Mean Diff.	DF	t-Value	P-Value
hn, ho	.792	9	1.307	.2237

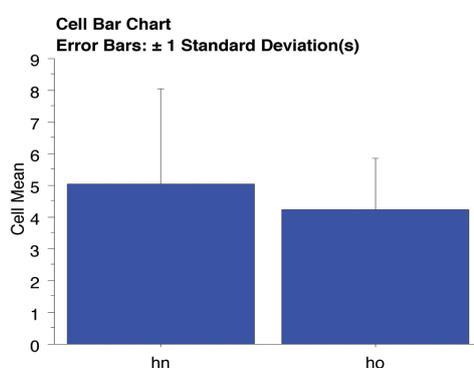


Figura 8 - Análise da amplitude média dos ciclos mastigatórios, latero-medial, alimento duro
hn: alimento duro, respiração nasal / ho: alimento duro, obstrução nasal

d. Total de ciclos mastigatórios

Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre obstrução nasal e respiração nasal, em relação à total de ciclos mastigatórios $p=0,0904$ (Figura 9). Porém, houve uma tendência à redução, em média, de 14%, representando 3,6 ciclos a menos na obstrução nasal, sendo que 8 indivíduos da amostra apresentaram uma redução, em média, de 25%, o equivalente 6 ciclos a menos na sequência mastigatória (Tabela 4).

Tabela 4 - Número de ciclos mastigatórios mensurados no alimento duro, com e sem obstrução nasal

Voluntário	Número de ciclos mastigatórios	
	Sem obstrução	Com obstrução
1	32	27
2	37	24
3	26	19
4	23	17
5	20	17
6	20	14
7	22	28
8	26	33
9	16	13
10	22	16

Paired t-test

Hypothesized Difference = 0

	Mean Diff.	DF	t-Value	P-Value
hn, ho	3.600	9	1.896	.0904

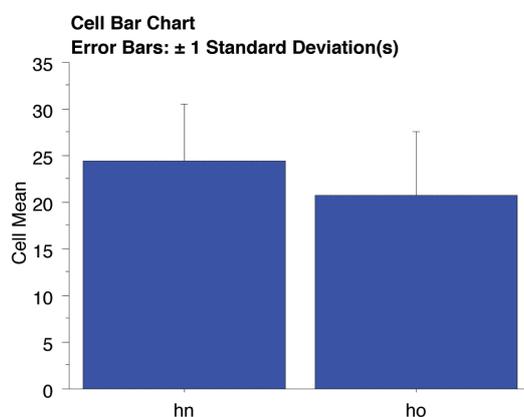


Figura 9 - Análise do total de ciclos mastigatórios, alimento duro
hn: alimento duro, respiração nasal / ho: alimento duro, obstrução nasal

e. Velocidade média dos ciclos mastigatórios na vertical

Para a análise dos resultados estatísticos referentes à velocidade média na vertical, obtida a partir dos traçados dos ciclos mastigatórios, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre obstrução nasal e respiração nasal, $p= 0,9836$ (Figura 10, Tabela 5).

Tabela 5 - Velocidade média dos ciclos mastigatório, na vertical, alimento duro com e sem obstrução nasal, em mm/s

Voluntário	Alimento Duro			
	Sem obstrução	Desvio Padrão	Com obstrução	Desvio Padrão
1	19,67	19,91	20,47	19,95
2	32,14	18,37	25,56	10,66
3	18,22	19,91	19,28	10,73
4	17,10	17,54	16,94	17,11
5	17,62	19,59	18,70	11,38
6	23,95	18,19	19,61	14,02
7	23,20	16,84	22,90	16,37
8	17,52	10,82	23,59	19,18
9	23,08	15,36	25,33	18,90
10	17,00	17,66	17,35	18,82

Paired t-test

Hypothesized Difference = 0

	Mean Diff.	DF	t-Value	P-Value
hn, ho	-.023	9	-.021	.9836

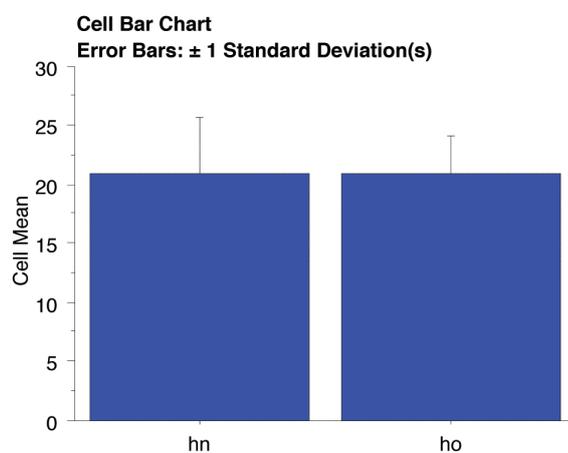


Figura 10 - Análise da velocidade média dos ciclos mastigatórios, na vertical, alimento duro
hn: alimento duro, respiração nasal / ho: alimento duro, obstrução nasal

f. Velocidade média dos ciclos mastigatórios latero medial

Para a análise dos resultados estatísticos referentes à velocidade média dos movimentos latero medial, obtidas a partir dos traçados dos ciclos mastigatórios, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre obstrução nasal e respiração nasal, $p=0,4000$ (Figura 11, Tabela 6).

Tabela 6 - Velocidade média dos ciclos mastigatórios, latero medial, em mm/s, alimento duro, com e sem obstrução nasal

Voluntário	Alimento Duro			
	Sem obstrução	Desvio Padrão	Com obstrução	Desvio Padrão
1	20,35	18,83	27,54	19,91
2	25,85	16,61	23,06	18,37
3	17,55	10,59	18,90	19,91
4	16,86	17,95	17,61	17,54
5	18,21	10,52	19,12	19,59
6	19,30	11,71	16,35	18,19
7	18,74	10,44	20,13	16,84
8	16,57	18,11	18,05	19,82
9	18,97	18,51	19,67	15,36
10	15,81	19,01	15,57	17,66

Paired t-test

Hypothesized Difference = 0

	Mean Diff.	DF	t-Value	P-Value
hn, ho	-.779	9	-.883	.4000

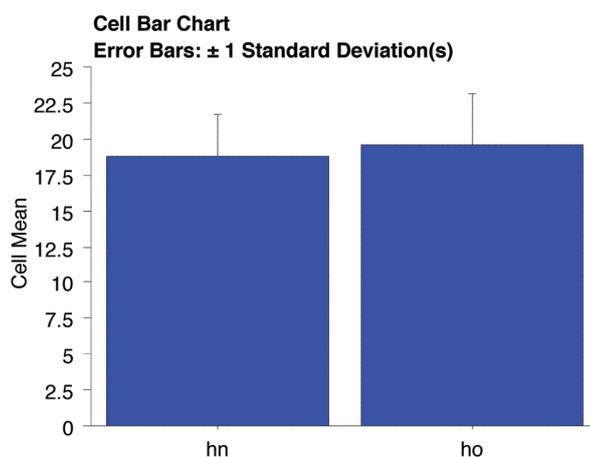


Figura 11 - Análise da velocidade média dos ciclos mastigatórios, latero medial, alimento duro
hn: alimento duro, respiração nasal / ho: alimento duro, obstrução nasal

g. Simetria dos movimentos mandibulares

Para análise da simetria entre os lados direito e esquerdo dos ciclos mastigatórios, observada no plano frontal, (Figura verificada por meio dos registros, movimento lateral esquerdo (MLE) e movimento lateral direito (MLD), constatou-se que não houve diferença estatisticamente significativa para predominância unilateral na respiração nasal e obstrução nasal para alimento duro. (Figura 12 e 13, Tabela 7, Gráfico 1).

Tabela 7 - Lado de Preferência Mastigatória Direita determinada pela ($MLD > MLE$ no plano frontal) e preferência mastigatória esquerda determinada pela ($MLE > MLD$), alimento duro com e sem obstrução nasal.

Lado de preferência mastigatória.										
Voluntário	Alimento Duro									
	sem obstrução				com obstrução					
	MLD - MLE = R				MLD - MLE = R					
1	17	-	15	=	2	18	-	9	=	9
2	19	-	18	=	1	15	-	9	=	6
3	13	-	13	=	0	8	-	11	=	-3
4	7	-	20	=	-13	4	-	13	=	-9
5	9	-	13	=	-4	10	-	7	=	3
6	10	-	10	=	0	7	-	7	=	0
7	13	-	9	=	4	15	-	13	=	2
8	13	-	13	=	0	16	-	17	=	-1
9	13	-	7	=	6	10	-	3	=	7
10	16	-	9	=	7	5	-	11	=	-6

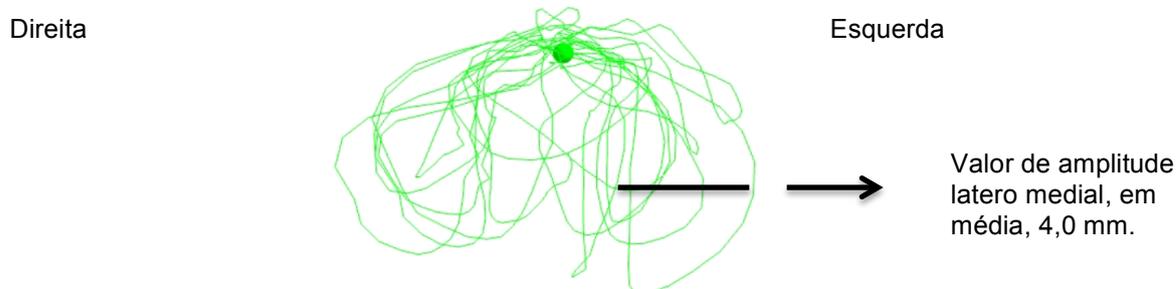


Figura 12 - Exemplo típico dos traçados dos ciclos mastigatórios no plano frontal, alimento duro respiração nasal, referente aos movimentos de lateralidades mandibular, com a obtenção dos movimentos à esquerda e à direita;(Voluntário # 6)

Paired t-test**Hypothesized Difference = 0**

	Mean Diff.	DF	t-Value	P-Value
hn, ho	.400	9	.279	.7862

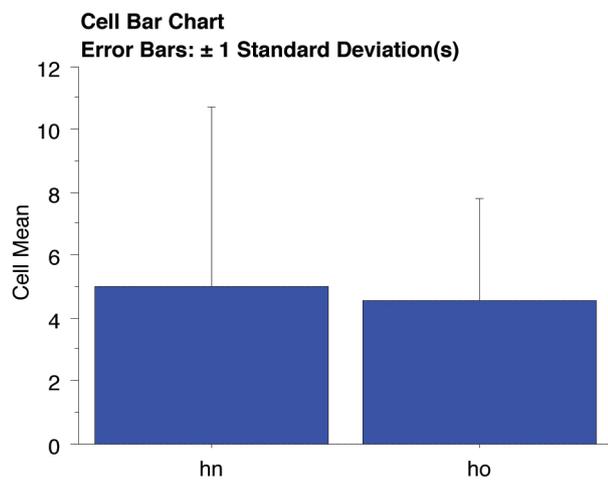


Figura 13 - Análise da simetria dos movimentos mandibulares, alimento duro
hn: alimento duro, respiração nasal / ho: alimento duro, obstrução nasal

6.1.2 Mastigação do alimento macio

a. Sequência mastigatória

Na análise da duração da sequência mastigatória entre respiração nasal e obstrução nasal para alimento macio, constatou-se que não apresentou diferença estatística, $p=0,1611$. Porém, houve uma tendência a redução, em média, de 8,9% na obstrução nasal (ou seja a sequência mastigatória foi, em média, 2,1 s mais curta), sendo que metade da amostra apresentou redução média de 25,7% (o equivalente a 5,5 s a menos) na duração da sequência mastigatória na obstrução nasal, com ciclos irregulares (Figura 14, Tabela 8, Gráfico 2).

Tabela 8 - Duração da sequência mastigatória, em segundos, alimento macio sem obstrução nasal e com obstrução nasal

Voluntário	Duração da sequência mastigatória em segundos	
	Sem obstrução	Com obstrução
1	39,75	30,10
2	14,40	16,40
3	20,30	19,08
4	14,80	11,80
5	15,95	13,30
6	14,87	16,50
7	16,10	17,60
8	25,87	28,77
9	12,70	8,50
10	24,33	15,92

Paired t-test
Hypothesized Difference = 0

	Mean Diff.	DF	t-Value	P-Value
sn, so	2.110	9	1.527	.1611

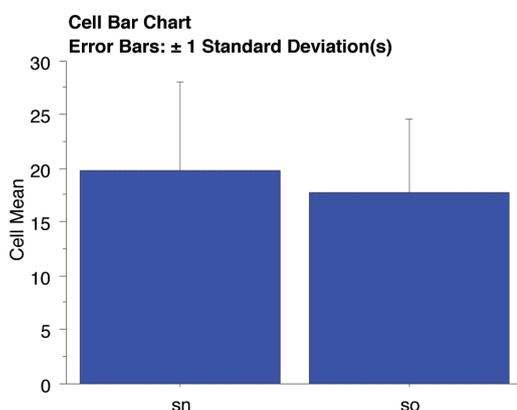


Figura 14 - Análise da sequência mastigatória, alimento macio
sn: alimento macio, respiração nasal / so: alimento macio, obstrução nasal

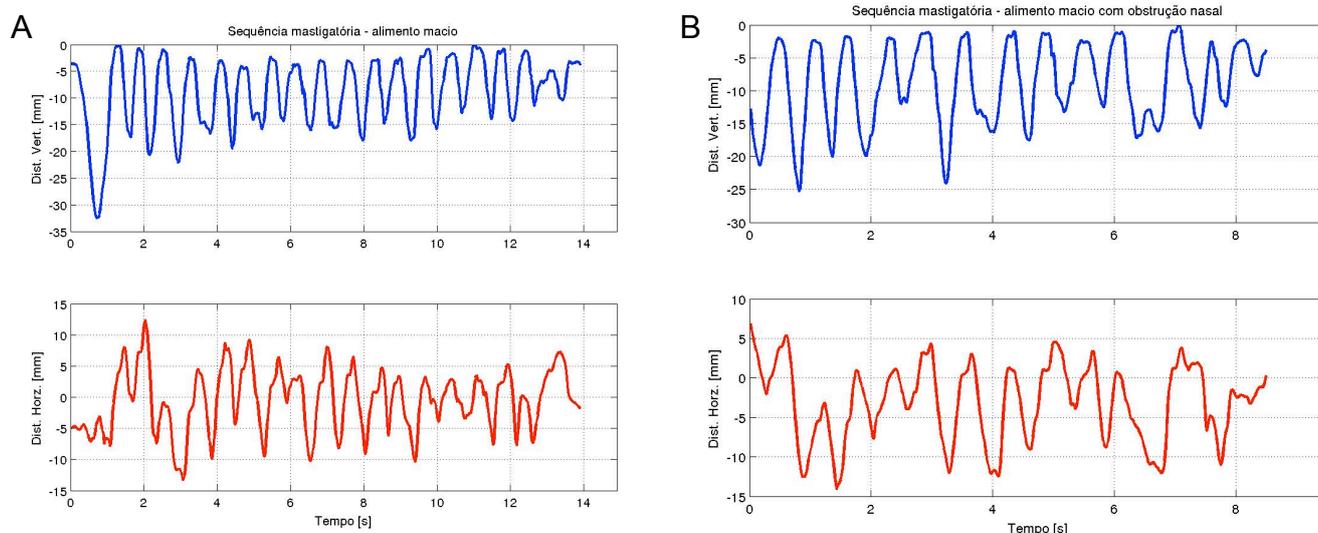


Gráfico 2 - Exemplo típico de trajetória movimentos mandibulares, na vertical (traços azuis) e latero medial (traços vermelhos) A) alimento macio com respiração nasal ; B) alimento macio com obstrução nasal;(Voluntário # 7)

b. Amplitude média dos ciclos mastigatórios na vertical

Na mastigação do alimento macio, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre obstrução nasal e respiração nasal, $p= 0,3253$, nos parâmetro investigado em relação a amplitude média dos ciclos mastigatórios, na vertical (Figura 15, Tabela 9).

Tabela 9 - Valores médios da amplitude dos ciclos mastigatórios, na vertical, alimento macio, com e sem obstrução nasal

Amplitude média dos ciclos mastigatórios na vertical (mm)

Voluntário	Alimento Macio			
	Sem obstrução	Desvio Padrão	Com obstrução	Desvio Padrão
1	5,16	3,41	6,28	3,68
2	8,96	3,03	11,10	3,78
3	6,02	3,50	5,67	3,38
4	3,84	2,51	3,28	2,61
5	4,98	3,47	4,78	3,69
6	7,87	3,25	7,99	2,67
7	5,84	2,27	7,70	3,57
8	5,13	3,72	9,74	3,32
9	8,21	3,47	9,02	3,13
10	8,12	2,99	5,16	2,41

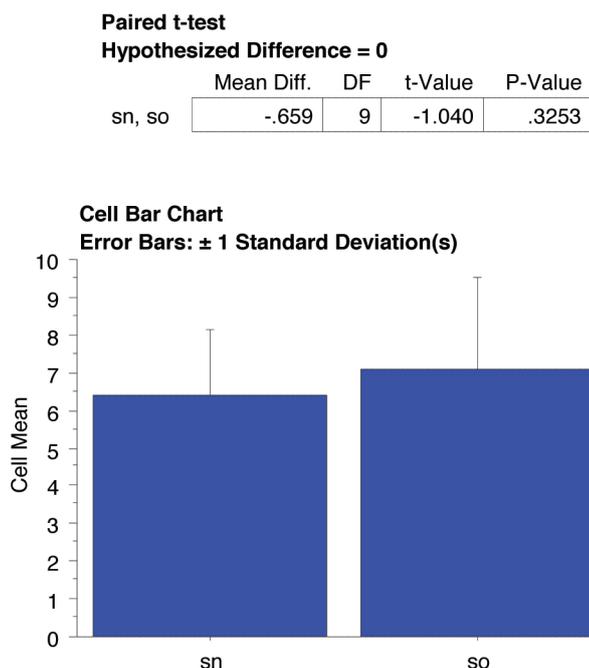


Figura 15 - Análise da amplitude média dos ciclos mastigatórios, na vertical, alimento macio.
sn: alimento macio, respiração nasal / so: alimento macio, obstrução nasal

c. Amplitude média dos ciclos mastigatórios latero-medial

Os dados obtidos a partir dos traçados dos ciclos mastigatórios, no plano frontal, demonstraram diminuição da dimensão dos movimentos de lateralidade mandibular, para alimento macio, na condição de obstrução nasal. A amplitude média latero medial foi diminuída em 18,9%, o equivalente a 0,97 mm a menos, em média, em 9 indivíduos dos 10 da amostra, com $p=0,0491$ (Figura 16, Tabela 10, Gráfico 3).

Tabela 10 - Valores médios da amplitude dos ciclos mastigatórios, movimento latero medial, alimento macio, com e sem obstrução nasal, em mm

Voluntário	Amplitude média dos ciclos mastigatórios na latero medial (mm)			
	Alimento Macio		Alimento Macio	
	Sem obstrução	Desvio Padrão	Com obstrução	Desvio Padrão
1	8,11	4,80	6,55	4,11
2	2,79	2,60	2,67	2,50
3	7,25	3,93	6,30	3,81
4	4,52	2,70	3,69	2,00
5	4,15	3,13	3,19	2,24
6	3,75	2,97	3,55	3,26
7	4,54	3,77	4,47	3,30
8	3,53	1,88	2,33	2,06
9	3,95	2,98	4,48	3,65
10	8,87	2,56	4,46	1,41

Paired t-test
Hypothesized Difference = 0

	Mean Diff.	DF	t-Value	P-Value
sn, so	.977	9	2.273	.0491

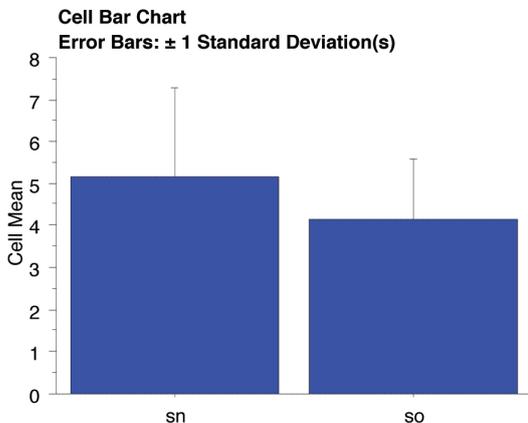


Figura 16 - Análise da amplitude média dos ciclos mastigatórios, latero medial, alimento macio
 sn: alimento macio, respiração nasal / so: alimento macio, obstrução nasal

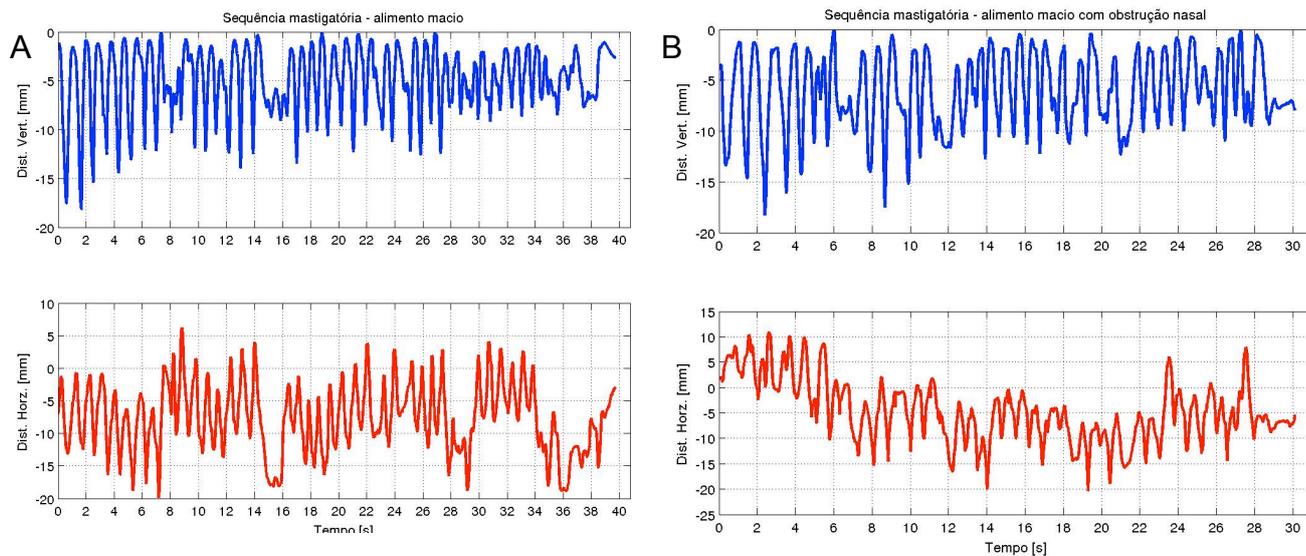


Gráfico 3 - Exemplo típico de trajetória dos movimentos mastigatórios na vertical (traços azuis) e latero medial (traços vermelhos) nas condições. A) alimento macio sem obstrução nasal; B) alimento macio com obstrução nasal; (Voluntário #1).

d. Total de ciclos mastigatórios

Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre obstrução nasal e respiração nasal, em relação à total de ciclos mastigatórios (Figura 17). Porém, houve uma tendência à redução em média, de 7,55%, representando 2 ciclos a menos na obstrução nasal, sendo que 6 indivíduos da

amostra apresentaram uma redução média de 18,6% (o equivalente a 4,8 ciclos a menos) (Tabela 11).

Tabela 11 - Número de ciclos mastigatórios mensurados no alimento macio, com e sem obstrução nasal

Voluntário	Número de ciclos mastigatórios	
	Sem obstrução	Com obstrução
1	49	39
2	24	25
3	22	19
4	22	17
5	19	18
6	23	20
7	27	28
8	31	43
9	14	12
10	34	24

Paired t-test

Hypothesized Difference = 0

	Mean Diff.	DF	t-Value	P-Value
sn, so	2.110	9	1.527	.1611

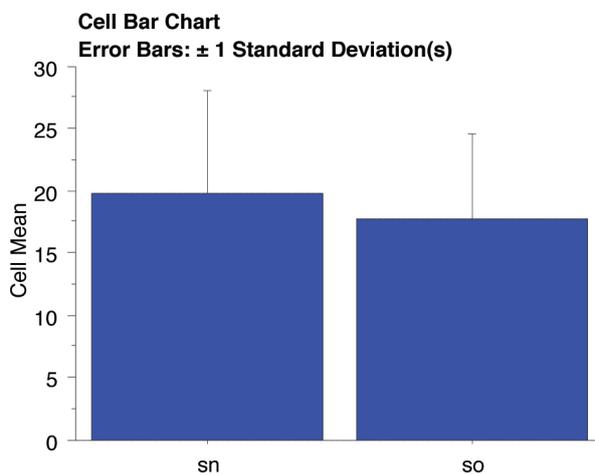


Figura 17 - Análise do número de ciclos mastigatórios, alimento macio
sn: alimento macio, respiração nasal / so: alimento macio, obstrução nasal

e. Velocidade média dos ciclos mastigatórios na vertical

Para a análise dos resultados estatísticos referentes à velocidade média na vertical, obtidas a partir dos traçados dos ciclos mastigatórios, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre obstrução nasal e respiração nasal (Figura 18, Tabela 12).

Tabela 12 - Velocidade média dos ciclos mastigatórios na vertical, alimento macio com obstrução nasal e sem obstrução nasal, em mm/s

Voluntário	Alimento Macio			
	Sem obstrução	Desvio Padrão	Com obstrução	Desvio Padrão
1	21,64	10,24	21,90	11,66
2	28,65	11,71	29,24	11,77
3	21,54	15,06	20,94	13,31
4	17,26	17,30	17,17	7,29
5	20,10	11,21	19,08	10,49
6	28,37	15,03	24,87	10,59
7	25,54	19,44	26,76	11,26
8	21,92	12,63	27,96	12,77
9	26,34	19,13	27,71	11,22
10	17,54	6,02	17,97	7,05

Paired t-test
Hypothesized Difference = 0

	Mean Diff.	DF	t-Value	P-Value
sn, so	-.470	9	-.619	.5513

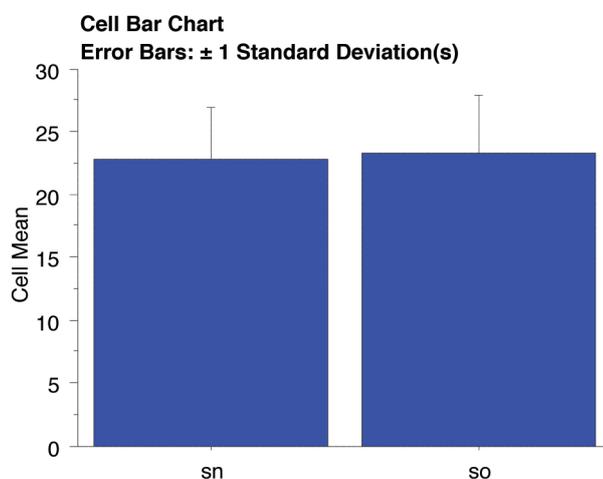


Figura 18 - Análise da velocidade média dos ciclos mastigatórios, na vertical, alimento macio
sn: alimento macio, respiração nasal / so: alimento macio, obstrução nasal

f. Velocidade média dos ciclos mastigatórios latero medial

Para a análise dos resultados estatísticos referentes à velocidade média dos movimentos latero medial, obtidas a partir dos traçados dos ciclos mastigatórios, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre obstrução nasal e respiração nasal, para movimentos de lateralidade, alimento macio (Figura 19, Tabela 13).

Tabela 13 - Velocidade média, ciclos mastigatório latero medial, alimento macio com obstrução nasal e sem obstrução nasal, em mm/s

Velocidade média dos ciclos mastigatórios latero medial (mm/s)				
Voluntário	Alimento Macio			
	Sem obstrução	Desvio Padrão	Com obstrução	Desvio Padrão
1	25,98	10,19	26,95	16,21
2	25,11	16,38	24,57	15,78
3	22,28	14,26	25,38	18,08
4	18,45	8,65	18,18	8,84
5	20,89	11,30	20,78	12,53
6	22,06	14,77	20,33	12,90
7	21,36	13,53	22,31	13,92
8	16,61	7,88	18,93	9,71
9	22,19	12,08	21,08	11,30
10	14,30	6,62	13,99	6,57

Paired t-test
Hypothesized Difference = 0

	Mean Diff.	DF	t-Value	P-Value
sn, so	-.327	9	-.686	.5101

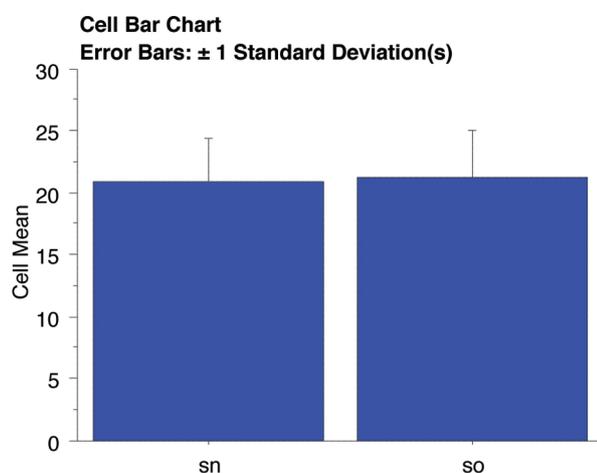


Figura 19 - Análise da velocidade média, dos ciclos mastigatórios, latero medial alimento macio
sn: alimento macio, respiração nasal / so: alimento macio, obstrução nasal

g. Simetria dos movimentos mandibulares

Para análise da simetria entre os lados direito e esquerdo dos ciclos mastigatórios, observada no plano frontal, verificada por meio dos registros, movimento lateral esquerdo (MLE) e movimento lateral direito (MLD), constatou-se que não houve diferença estatisticamente significativa para predominância unilateral na respiração nasal e obstrução nasal, para alimento macio. (Tabela 14, Figura 20).

Tabela 14 - Lado de Preferência Mastigatória Direita determinada pela (MLD > MLE no plano frontal) e preferência mastigatória esquerda determinada pela (MLE >MLD), alimento macio com e sem obstrução nasal.

Lado de preferência mastigatória.									
Alimento Macio									
sem obstrução					com obstrução				
MLD -MLE = R					MLD -MLE = R				
26	-	23	=	3	24	-	15	=	9
14	-	12	=	2	13	-	12	=	1
12	-	10	=	2	13	-	6	=	7
13	-	9	=	4	8	-	9	=	-1
12	-	8	=	4	12	-	6	=	6
10	-	13	=	-3	10	-	10	=	0
15	-	12	=	3	17	-	11	=	6
16	-	15	=	1	20	-	23	=	-3
9	-	5	=	4	9	-	3	=	6
20	-	14	=	6	14	-	10	=	4

Paired t-test
Hypothesized Difference = 0

	Mean Diff.	DF	t-Value	P-Value
sn, so	-1.100	9	-1.049	.3214

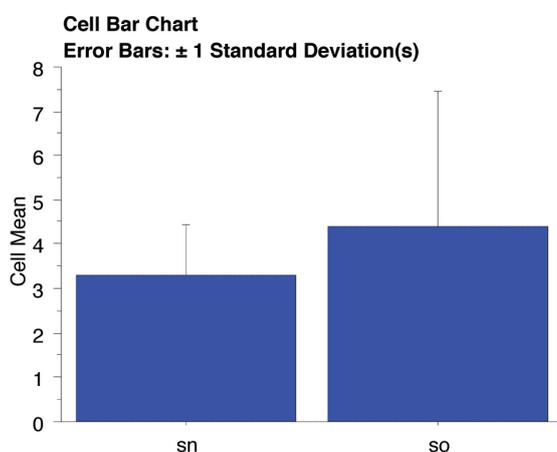


Figura 20 - Análise da simetria dos movimentos mandibulares, alimento macio
sn: alimento macio, respiração nasal / so: alimento macio, obstrução nasal

6.2 Ponto frontal - Movimentos da cabeça

6.2.1 Mastigação de alimento duro

a. Amplitude média dos movimentos da cabeça na vertical

Não foram encontradas, nos movimentos da cabeça, diferenças estatisticamente significativas entre obstrução nasal e respiração nasal para alimento duro em relação à amplitude média dos movimentos da cabeça na vertical, $p=0,6887$ (Figura 21, Tabela 15).

Tabela 15 - Valores médios da amplitude dos movimentos da cabeça, na vertical, em mm, alimento duro com e sem obstrução nasal

Voluntário	Amplitude média dos movimentos da cabeça na vertical (mm)			
	Sem obstrução	Alimento Duro		Desvio Padrão
		Desvio Padrão	Com obstrução	
1	3,24	1,22	14,59	4,67
2	4,80	2,22	5,60	2,33
3	8,49	2,88	5,87	2,60
4	2,44	1,27	2,55	1,22
5	8,43	3,48	5,60	3,01
6	7,23	2,61	7,67	2,88
7	7,78	2,74	7,67	3,20
8	4,22	1,91	7,03	3,35
9	8,29	3,08	4,41	2,98
10	3,46	1,26	2,86	1,78

Paired t-test

Hypothesized Difference = 0

	Mean Diff.	DF	t-Value	P-Value
hn, ho	-.560	9	-.414	.6887

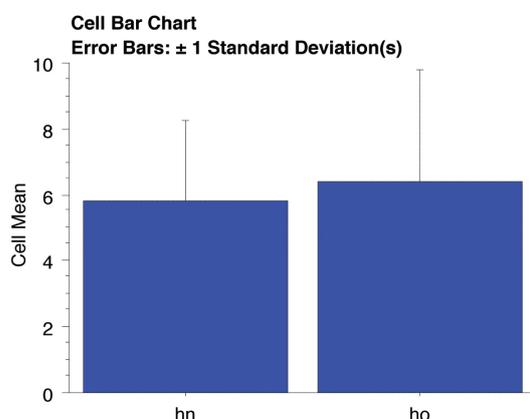


Figura 21 - Análise da amplitude média dos movimentos da cabeça, na vertical, alimento duro
hn: alimento duro, respiração nasal / ho: alimento duro, obstrução nasal

b. Amplitude máxima dos movimentos da cabeça na vertical

Não foram encontradas, nos movimentos da cabeça, diferenças estatisticamente significativas entre obstrução nasal e respiração nasal para alimento duro, em relação à amplitude máxima, na vertical, $p= 0,4435$ (Figura 22, Tabela 16).

Tabela 16 - Valores máxima da amplitude, movimentos vertical da cabeça, em mm, alimento duro, com e sem obstrução nasal

Amplitude máxima dos movimentos da cabeça, na vertical (mm)		
Voluntário	Alimento duro	
	sem obstrução	com obstrução
1	6,43	30,11
2	12,84	13,26
3	13,03	10,08
4	6,60	4,40
5	16,60	11,40
6	12,61	16,51
7	13,24	14,59
8	12,62	14,50
9	19,54	19,82
10	7,33	6,54

Paired t-test

Hypothesized Difference = 0

	Mean Diff.	DF	t-Value	P-Value
hn, ho	-2.037	9	-.802	.4435

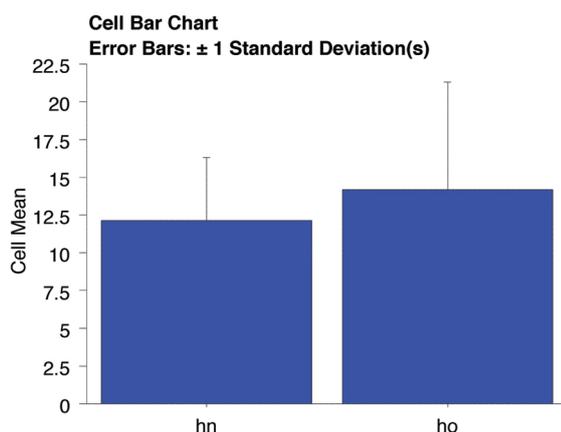


Figura 22 - Análise da amplitude máxima, dos movimentos da cabeça, na vertical, alimento duro
hn: alimento duro, respiração nasal / ho: alimento duro, obstrução nasal

c. Velocidade média dos movimentos da cabeça na vertical

Não foram encontradas, nos movimentos da cabeça, diferenças estatisticamente significativas entre obstrução nasal e respiração nasal para alimento macio, em relação à velocidade média, $p=0,1230$ (Figura 23). Porém, houve uma tendência à aumento na velocidade média dos movimentos da cabeça, sendo que 9 indivíduos da amostra apresentaram um aumento de 0,8 mm/s, em média, a mais na velocidade média dos movimentos da cabeça, na vertical, para a obstrução nasal, alimento duro (Tabela 17).

Tabela 17 - Velocidade média dos movimentos da cabeça na vertical em mm/s, alimento duro, com e sem obstrução nasal.

Sujeito	Sem obstrução	Alimento Duro		
		Desvio Padrão	Com obstrução	Desvio Padrão
1	4,79	2,14	8,86	3,40
2	5,13	2,91	5,61	3,67
3	5,03	2,03	5,09	2,16
4	4,75	2,57	4,77	2,40
5	6,00	2,19	5,71	2,94
6	4,26	2,44	4,40	1,34
7	6,01	2,74	6,30	3,25
8	4,77	2,23	6,31	3,33
9	6,92	2,80	7,52	3,90
10	4,79	2,39	4,80	2,24

Paired t-test

Hypothesized Difference = 0

	Mean Diff.	DF	t-Value	P-Value
hn, ho	-.693	9	-1.702	.1230

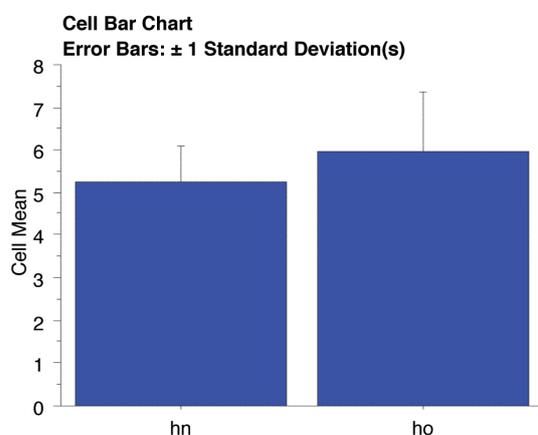


Figura 23 - Análise da velocidade média dos movimentos da cabeça, na vertical, alimento duro
hn: alimento duro, respiração nasal / ho: alimento duro, obstrução nasal.

6.2.2 Alimento macio

a. Amplitude média, dos movimentos da cabeça na vertical

Não foram encontradas, nos movimentos da cabeça, diferenças estatisticamente significativas entre obstrução nasal e respiração nasal para alimento macio, $p=2862$ (Figura 24, Tabela 18). Porém, houve uma tendência à redução da amplitude da cabeça para os movimentos na vertical sendo que 6 indivíduos da amostra apresentaram uma aumento de 4 mm/s, em média, a menos, para a obstrução nasal, alimento macio

Tabela 18 - Valores médios da amplitude dos movimentos vertical da cabeça, em mm, alimento macio, com e sem obstrução nasal

Sujeito	Alimento macio			
	Sem obstrução	Desvio Padrão	Com obstrução	Desvio Padrão
1	11,73	3,55	7,91	2,30
2	6,28	1,88	6,49	1,97
3	11,95	4,59	15,28	4,92
4	2,43	0,76	3,96	1,84
5	8,21	2,63	4,59	2,35
6	6,90	2,31	12,40	4,33
7	12,11	5,09	7,31	3,27
8	14,03	4,08	6,76	2,26
9	8,65	3,01	6,05	2,71
10	6,71	2,72	4,06	2,14

Paired t-test
Hypothesized Difference = 0

	Mean Diff.	DF	t-Value	P-Value
sn, so	1.419	9	1.134	.2862

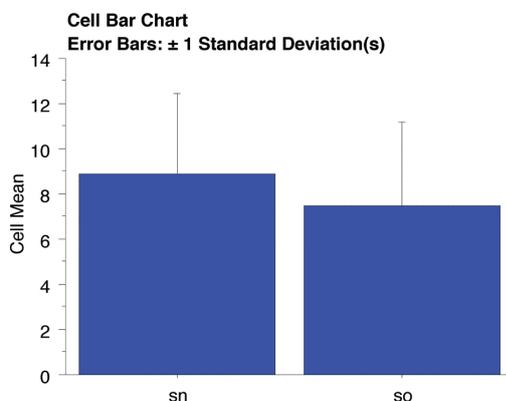


Figura 24 - Análise da amplitude média dos movimentos da cabeça, na vertical, alimento macio
sn: alimento macio, respiração nasal / so: alimento macio, obstrução nasal

b. Amplitude máxima dos movimentos da cabeça na vertical

Não foram encontradas, nos movimentos da cabeça, diferenças estatisticamente significativas entre obstrução nasal e respiração nasal para alimento macio, em relação à amplitude máxima, na vertical, $p=0,1264$ (Figura 25, Tabela 19). Porém, 6 de 10 indivíduos tiveram uma tendência à uma redução de 2,94 mm, em média, para alimento macio na condição de obstrução nasal.

Tabela 19 - Valores máximo da amplitude da cabeça, na vertical, em mm, alimento macio, com e sem obstrução nasal

Amplitude máxima dos movimentos da cabeça na vertical (mm)			
Voluntário	Alimento macio		
	sem obstrução	com obstrução	
1	18,71	13,05	
2	9,76	10,26	
3	28,48	26,97	
4	4,05	8,15	
5	15,30	11,17	
6	10,51	11,31	
7	17,27	15,77	
8	18,20	15,43	
9	15,71	11,69	
10	12,29	11,30	

Paired t-test
Hypothesized Difference = 0

	Mean Diff.	DF	t-Value	P-Value
sn, so	1.518	9	1.684	.1264

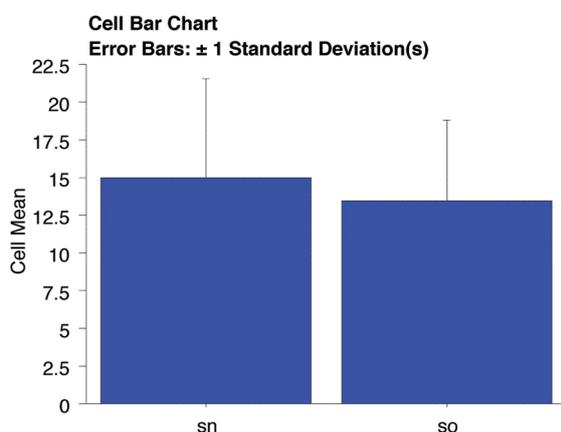


Figura 25 - Análise da amplitude máxima dos movimentos da cabeça, na vertical, alimento macio
sn: alimento macio, respiração nasal / so: alimento macio, obstrução nasal.

c. Velocidade média dos movimentos da cabeça na vertical

Não foram encontradas, nos movimentos da cabeça, diferenças estatisticamente significativas entre obstrução nasal e respiração nasal para alimento macio, em relação à velocidade média, nos movimentos da cabeça, na vertical, $p=0,9623$ (Figura 26, Tabela 20).

Tabela 20 - Velocidade média dos movimentos da cabeça na vertical, alimento macio, com e sem obstrução nasal, em mm/s

Sujeito	Alimento macio			
	Sem obstrução	Desvio Padrão	Com obstrução	Desvio Padrão
1	8,86	4,00	5,34	4,95
2	5,61	2,67	5,65	2,82
3	5,09	3,16	5,54	2,98
4	4,77	3,40	5,33	2,81
5	5,71	3,94	5,70	2,97
6	-	2,21		2,36
7	6,30	3,25	6,33	3,12
8	6,31	4,33	7,06	3,91
9	7,52	4,90	7,26	2,64
10	4,80	2,24	4,29	2,39

Paired t-test

Hypothesized Difference = 0

	Mean Diff.	DF	t-Value	P-Value
sn, so	-.018	9	-.049	.9623

Cell Bar Chart

Error Bars: ± 1 Standard Deviation(s)

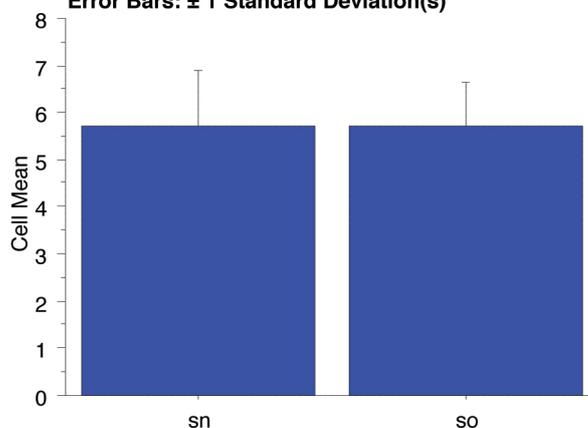


Figura 26 - Análise da velocidade média dos movimentos da cabeça, na vertical, alimento macio
 hn: alimento macio, respiração nasal / ho: alimento macio, obstrução nasal.

6.3 Associação entre movimentos mandibulares e movimentos da cabeça

Constatou-se uma forte associação entre movimentos de mandíbula e cabeça, onde a cabeça acompanha os movimentos da mandíbula, independente do tipo de respiração. (Figura 27 e 28)

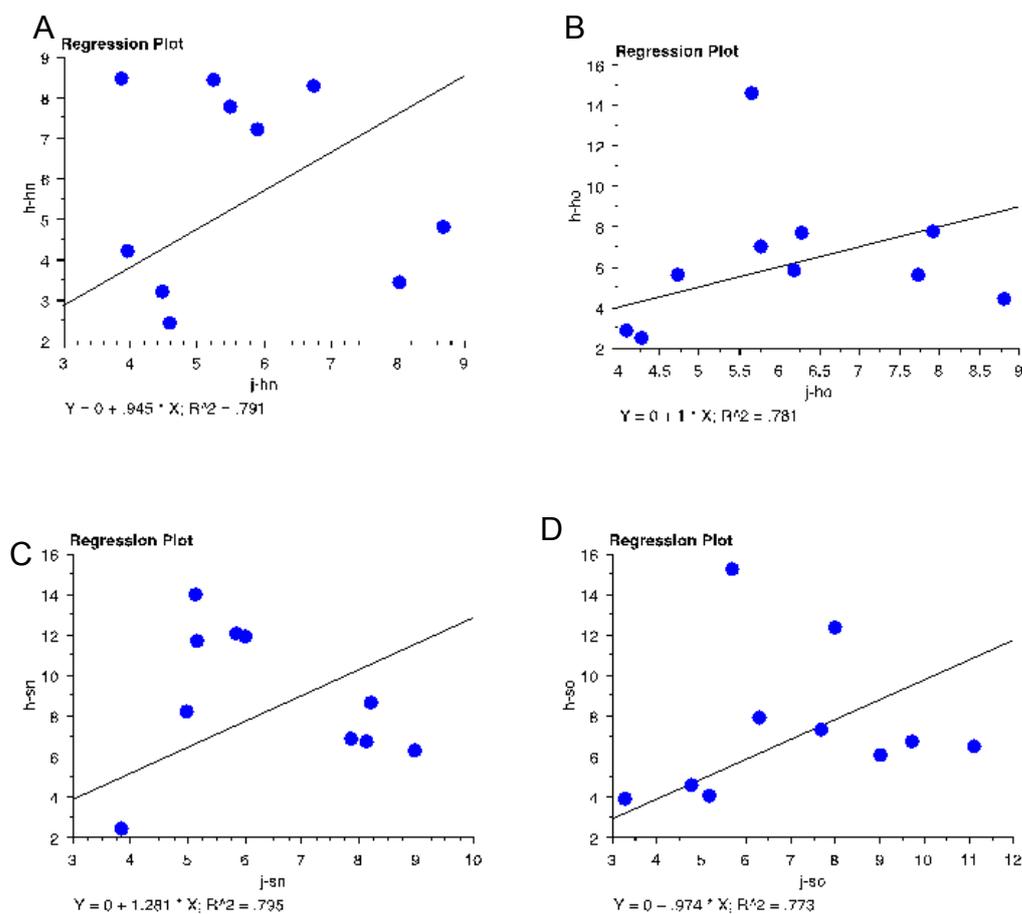


Figura 27 - Análise da amplitude de cabeça vs mandíbula

A- j-hn: alimento duro, respiração nasal B- J-ho: alimento duro, obstrução nasal

C- j-sh: alimento macio, respiração nasal D j-so: alimento macio, obstrução nasal

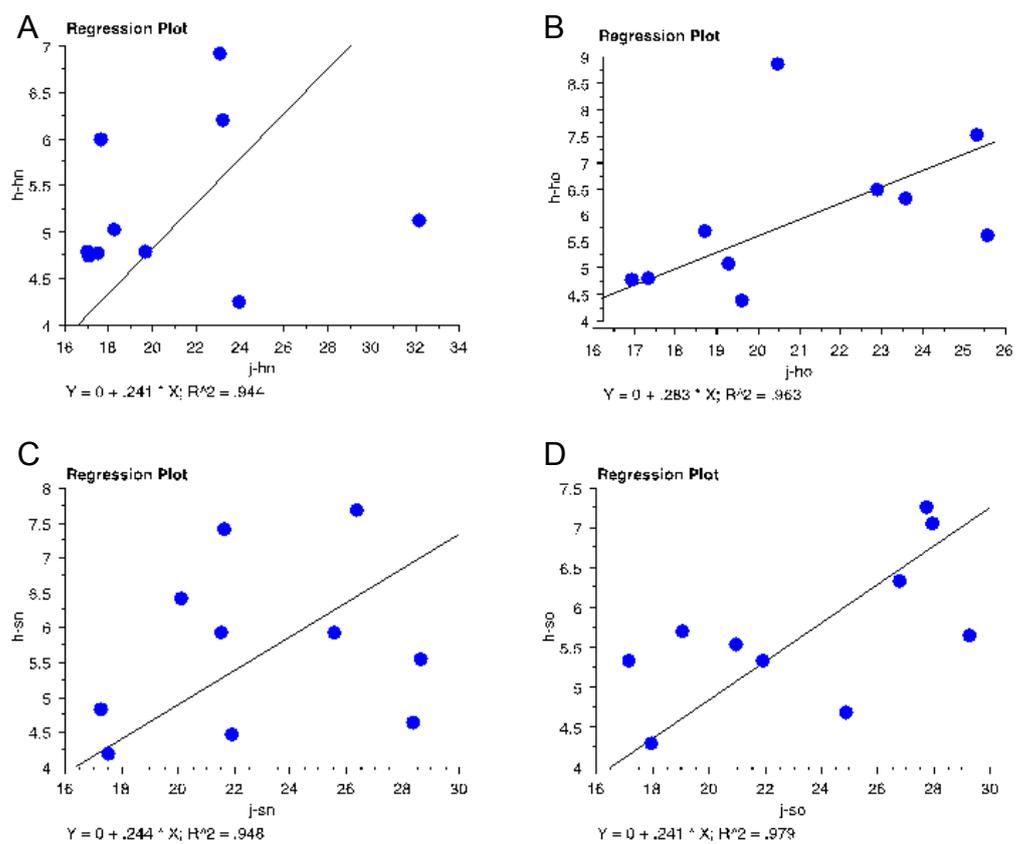


Figura 28 - Análise da velocidade cabeça vs mandíbula

A- j-hn: alimento duro, respiração nasal B- J-ho: alimento duro, obstrução nasal

C- j-sh: alimento macio, respiração nasal D j-so: alimento macio, obstrução nasal

6.4 Plataforma de Força

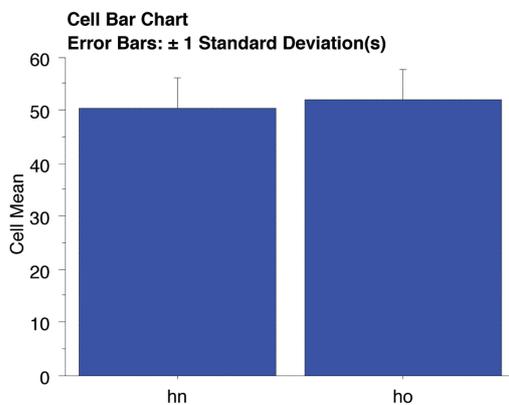
Foram obtidos dados referentes à descarga de peso, por meio de duas plataformas de força (1 e 2) e os valores referentes à porcentagem de descarga de peso em cada plataforma para alimento macio e duro na respiração nasal e obstrução nasal (Figura 29, Tabela 21). Para descarga de peso nas plataformas de força, houve diferença estatisticamente significativa na obstrução nasal tanto para o alimento duro quanto para o macio. Constatou-se um aumento da porcentagem da descarga de peso no pé esquerdo, em todos os indivíduos, para alimento duro com obstrução nasal em média, de 3,16%, e, para alimento macio, 9 indivíduos tiveram um aumento, de 5,02% em média

Tabela 21 - Porcentagem média da descarga de peso na plataforma de força 2, para alimento duro e macio com e sem obstrução nasal

Porcentagem média da descarga de peso na plataforma de força 2				
Voluntário	Alimento Duro		Alimento Macio	
	sem obstrução	com obstrução	sem obstrução	com obstrução
1	52,2	54,2	48,7	50,2
2	63,5	65,4	64,4	69,9
3	52,3	53,1	52,8	55,1
4	51,9	53,7	53,4	55,1
5	48,8	49,9	48,5	49,5
6	51,6	52,9	36,6	50,4
7	45,8	46,7	46,8	47,8
8	43,7	47,5	46,3	38,9
9	51,1	52,3	53,3	56,9
10	45,1	46,5	46,2	48,2

Paired t-test
Hypothesized Difference = 0

	Mean Diff.	DF	t-Value	P-Value
hn, ho	-1.620	9	-5.895	.0002



Paired t-test
Hypothesized Difference = 0

	Mean Diff.	DF	t-Value	P-Value
sn, so	-3.504	9	-2.869	.0185

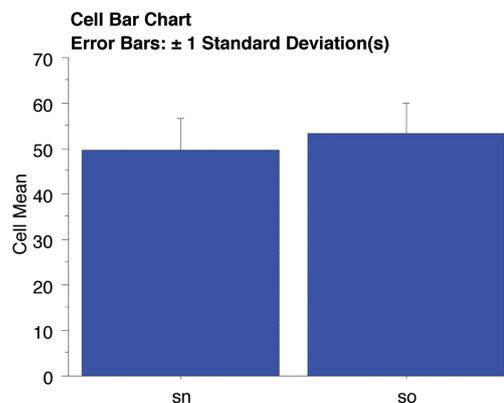
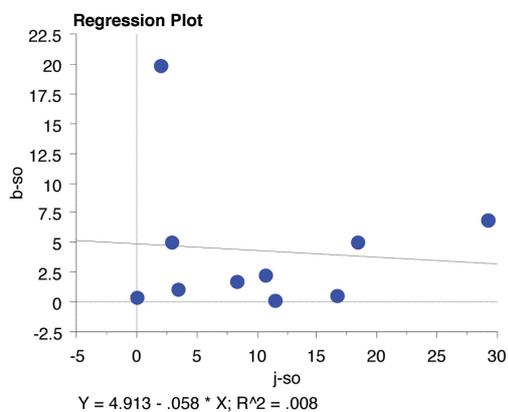
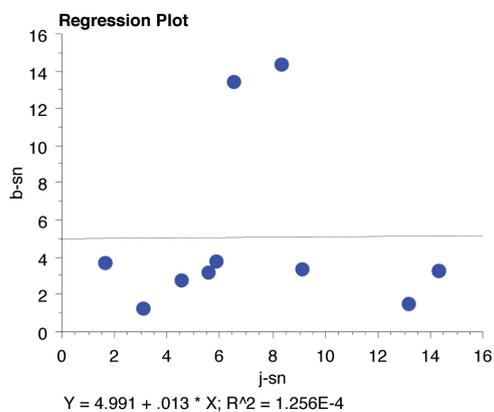
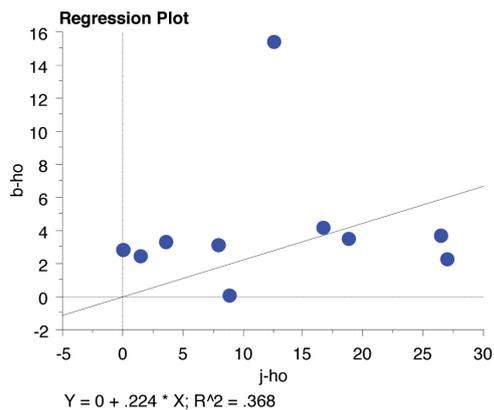
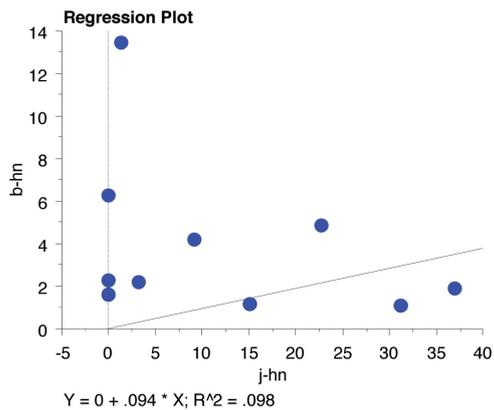


Figura 29 - Análise da porcentagem média da descarga de peso na plataforma de força 2
sn: alimento macio, respiração nasal / so: alimento macio, obstrução nasal.
hn: alimento duro, respiração nasal / ho: alimento duro, obstrução nasal

A análise relacionada ao grau de associação entre preferência unilateral para mastigação e para descarga de peso do corpo mostraram associação fraca entre mastigação unilateral e descarga de peso do corpo, tanto na análise de regressão quanto na de correlação (Figura 30).



Correlation Matrix

	j-hn	b-hn
j-hn	1.000	-.360
b-hn	-.360	1.000

10 observations were used in this computation.

Correlation Matrix

	j-ho	b-ho
j-ho	1.000	.067
b-ho	.067	1.000

10 observations were used in this computation.

Figura 30 - Análise de regressão e correlação quanto `a simetria funcional, mastigação e descarga de peso do corpo

A- j-hn: alimento duro, respiração nasal B- J-ho: alimento duro, obstrução nasal

C- j-sh: alimento macio, respiração nasal D j-so: alimento macio, obstrução nasal

7 DISCUSSÃO

Foram selecionados voluntários que apresentaram uma oclusão dentro dos padrões de normalidade, o que favoreceu a sincronia e o equilíbrio funcional e muscular da mastigação. Para este padrão é importante ter a presença e saúde de todos os dentes, com a possibilidade adequada dos movimentos mandibulares, ausência de interferências dentais, coordenados pelas articulações temporomandibulares e pelo sistema neuromuscular (51).

A comparação realizada no experimento, no próprio indivíduo, justifica-se, devido aos movimentos mastigatórios humano serem complexos e configuram uma difícil abordagem analítica, devido à composição de variadas ações e as características multifacetadas dos indivíduos. Segundo o autor (52), o número de vezes que o bolo alimentar pode ser mastigado até a realização da deglutição, varia entre os indivíduos. Porém, o número e tempo de golpes mastigatórios são mais constantes no mesmo indivíduo, para uma mesma textura de alimento. Movimentos mandibulares são modulados por diferentes grupos de neurônios do tronco cerebral cortical e um círculo de feedback contínuo controla a sequência de mascar, com base no conhecimento e experiência, modificado pelas propriedades dos alimentos (2-4).

Embora habitualmente a mastigação seja realizada com o indivíduo na posição sentada, nessa pesquisa experimental foi realizada em pé, para permitir avaliar se os movimentos do corpo alteram com a mastigação, de acordo com a textura do alimento e com a obstrução nasal. Em pesquisa que utilizaram o mesmo equipamento, SCAM 3D, na qual avaliou se os movimentos do corpo acompanham os movimentos da mandíbula, na posição sentada e em pé, os autores concluíram que os movimentos do corpo acompanharam os movimentos mandibulares e foram detectados até mesmo em posição sentada, sendo que na posição sentada, esses movimentos foram menores do que na posição de pé (53). Portanto, nessa pesquisa, analisaram-se os movimentos do corpo, durante a mastigação, na posição em pé natural, e houve a possibilidade de anular as oscilações corporais, quando necessário, utilizando o programa MATLAB.

A obstrução nasal produzida pelo clip nasal não representa a condição real de um respirador bucal, visto que, é considerado respirador bucal quando ocorre a substituição de um padrão de respiração exclusivamente nasal por um padrão

mista (nasal e bucal), sendo rara a respiração exclusivamente pela boca (31), o clip nasal obstruiu totalmente a respiração nasal, imprimindo uma condição experimental.

Na literatura pesquisada, não foram encontrados artigos que avaliassem o padrão mastigatório dos respiradores bucais utilizando SCAM 3D e associando a plataforma de força para avaliar a descarga de peso, impossibilitando uma comparação com resultados similares.

No respirador bucal, ao executar a respiração pela boca, ocorrem adaptações e um desequilíbrio nas funções orofaciais. Essas alterações comprometem as funções de mastigação e deglutição e, como consequência, podem levar a dificuldade no processo da alimentação. As modificações compensatórias, frente à condição RB adotada por um grupo, podem apresentar um comportamento de aumento do ritmo e diminuição do tempo da sequência mastigatória para finalizar a tarefa e poder respirar pela boca, ou se optaria pela estratégia de mastigar devagar, pouca quantidade de alimento e com intervalos de abertura da boca para a respiração (11,12,40,41). O comportamento adotado pela maioria dos voluntários para mastigação do alimento duro e macio na obstrução nasal foi diminuir a duração da sequência mastigatória, com ciclos mastigatórios mais curtos e irregulares, concordando com alguns autores (41), que relatam que o tempo da mastigação do indivíduo RB deve ser menor do que o indivíduo que respira pelo nariz. Para alimento duro na obstrução nasal houve uma redução, de 4 s a menos, em média, sendo nove indivíduos tiveram uma sequência mais curta. Em relação à mastigação de alimento macio com obstrução nasal, houve uma redução na sequência mastigatória, em média, 2,1s, sendo que metade da amostra apresentou redução média de 5,5s na duração da sequência mastigatória.

A quantidade e a qualidade dos ciclos mastigatórios podem ser um medidor para a quantidade adequada de alimento a ser ingerido, e um referencial para a qualidade de vida. Segundo alguns autores (28), em estudo realizado com ratos, concluíram que a mastigação seria de grande importância para o funcionamento mental, pois levaria a um aumento do fluxo sanguíneo cerebral e suprimiria a resposta ao estresse. A mastigação foi considerada como uma resposta biológica de defesa contra várias tensões. Ainda, o ritmo mastigatório rápido e diminuído desfavorece a apreciação dos alimentos, compondo uma alimentação com mais

avidez, já que os sinais de saciedade transmitidos ao cérebro não são imediatos à ingestão alimentar (29,30). O número de ciclos mastigatórios foram menores na obstrução nasal, houve uma tendência à redução no total de número de ciclos mastigatório, em média, de 2 ciclos a menos, para alimento macio, sendo que 6 indivíduos da amostra apresentaram uma redução média de 4,8 ciclos a menos. Para a mastigação de alimento duro com obstrução nasal, houve uma tendência à redução, em média, de 3,6 ciclos a menos na obstrução nasal, sendo que 8 indivíduos da amostra apresentaram uma redução, em média, de 6 ciclos a menos na sequência mastigatória.

Observou-se que existe variabilidade no padrão e duração do ciclo mastigatório, dependendo do tipo de alimento e de acordo com o modo de respiração. Esses resultados indicam que existe uma relação entre o padrão de respiração e a mastigação. A alteração no estímulo sensorial provocada pela obstrução nasal levou a produzir uma mudança no movimento motor da mastigação. Esses resultados ratificam o encontrado na literatura, que a mastigação, um dos comportamentos mais complexos, controlada por CPG, é influenciado por mecanismos de retroalimentação sensoriais, envolvidos no controle dos movimentos de mastigação e pela propriedade do alimento (2-4,17).

Vários estudos mostraram que o consumo de alimentos, em maior voracidade, favorece o consumo de alimentos em maior quantidade, sendo este um possível fator causador da obesidade (29,31,12,41). Em outro estudo, os autores concluíram que, as associações entre alteração no estado nutricional e a respiração bucal reforçam a hipótese do envolvimento da modificação do modo respiratório e a presença de condições nutricionais inadequadas, podendo levar o indivíduo, na maioria das vezes, a um déficit pômbero-estatural (12).

A alteração significativa, quando mastigando alimento macio na condição de obstrução nasal, foi em relação a uma menor amplitude média do ciclo mastigatório, no sentido latero medial, na qual houve diminuição das dimensões do movimento lateral mandibular em 18,9%, o equivalente a 0,97 mm a menos, em média, em 9 indivíduos dos 10 da amostra. A média da deflexão lateral para alimento macio na respiração nasal foi 5,14mm, e 4,17 para a obstrução nasal, o que produziu um ciclo mastigatório com movimentos mais verticais. Esse resultado confirma o encontrado na literatura segundo a qual, ao respirar pela boca, o indivíduo passa a selecionar alimentos pastoso, de menor consistência,

que não exijam força mastigatória e que possam ser deglutidos rapidamente, para poder respirar, e que, possivelmente, os lábios estariam entreabertos, favorecendo a mastigação vertical. (12,41).

A dieta pastosa desempenha um papel importante na etiologia de algumas mal oclusões. Indivíduos que façam uso de dieta mais fibrosa estimulam um maior trabalho muscular, aumentando a carga funcional sobre os dentes e promovendo uma maior média de largura dos arcos que, acompanhados de estímulos paratípicos adequados, são importantes para o desenvolvimento fisiológico do sistema estomatognático (54).

As consequências ocasionadas pela respiração bucal podem influenciar na escolha da consistência do alimento e na quantidade ingerida. Olfato e paladar estão intimamente associados e o mecanismo do olfato excita os receptores do paladar, podendo explicar o porquê de indivíduos que respiram pela boca apresentarem desvios do estado nutricional (12,40, 55).

Os movimentos mastigatórios apresentaram uma velocidade que variou de acordo com a textura e conforme o grau de redução do mesmo. Mas, comparado ao modo de respiração não houve alteração significativa para obstrução nasal, tanto para alimento macio e duro em relação à velocidade média.

É possível estabelecer uma associação direta entre a postura de cabeça em relação às alterações do padrão de mastigação, trajetória e postura mandibular e, ainda, que a postura da cabeça e corporal adotadas sejam dependentes da atividade mecânica exigida durante a mastigação, podendo ser moduladas pela modo de respiração. Os resultados desta pesquisa apoiam o conceito encontrado na literatura (5,15,56-58) de que existe um acoplamento funcional trigeminocervical durante os movimentos mandibulares, e comprovam os achados nos estudos, utilizando biomecânica tridimensional (3D) para avaliar a postura da cabeça e os movimentos mastigatórios (4,5,15). Cada ciclo mastigatório foi seguido, não só pelos movimentos mandibulares mas também pelos movimentos da cabeça, há uma associação entre a amplitude da cabeça em relação à amplitude dos movimentos mandibulares entre posição inicial, de pico e final dos movimentos mandibulares e entre velocidades de mastigação. Esses resultados concordam com os resultados dos estudos (4,5,15,56-58) segundo os quais o comportamento da cabeça-pescoço durante a mastigação foi modulada em resposta às mudanças na entrada sensorial da mandíbula. Em

estudos realizados em ratos, os autores concluíram que existem pelo menos duas vias neurais comunicando receptores periodontais a músculos do pescoço, em que a estimulação mecânica de receptores periodontais provoca reflexos musculares no pescoço (59,60).

Quanto à postura da cabeça, não foi constatada diferença estatisticamente significativa para amplitude média e máxima, para obstrução nasal alimento duro. Porém, para alimento macio obstrução nasal, houve uma tendência redução das dimensões da amplitude média e máxima na vertical, de acordo como os autores (4) uma textura mais dura do alimento relacionam-se com uma maior extensão de cabeça e maiores amplitudes de movimento mandibular.

A condição de RB pode levar a várias repercussões orgânicas, desequilibra a organização muscular facial, cervical e a cintura escapular e compromete a posição ortostática da cabeça (61,62). A projeção anterior da cabeça é a primeira compensação postural adotada pelo respirador bucal como forma de diminuir a resistência à passagem do ar. Como consequência da projeção anterior da cabeça, ocorrem alterações em toda a dinâmica do eixo corporal que envolve a protração e rotação medial dos ombros, elevação e abdução escapular, depressão da região anterior do tórax, cifose da coluna torácica, hiperlordose lombar, antepulsão pélvica, joelhos hiperextendidos e pés planos (63). Essas mudanças podem acompanhar movimentos adaptativos do corpo em busca de uma postura mais confortável e de equilíbrio, em que as pernas assumem uma nova postura, para manter o equilíbrio do corpo. (61,63). Os resultados deste estudo sugerem que as alterações da porcentagem de peso na descarga de força foram significativas para alimento macio e duro, na condição de obstrução nasal, podendo relacionar que cada indivíduo usou uma estratégia para reorganiza-se e manter o equilíbrio corporal na ausência da respiração nasal à nova postura adotada.

O padrão mastigatório considerado ideal e fisiológico é o bilateral alternado. Alguns autores sugerem que a mastigação, por ser adaptável, pode tornar-se unilateral em situação de respiração bucal (9,59). Para mastigar e respirar pela boca, a mastigação torna-se ineficiente, causando problemas digestivos e engasgos pela falta de coordenação da respiração com a mastigação, assim, o indivíduo tende a mastigar preferencialmente unilateralmente, evitando movimentar o bolo alimentar de um lado para o outro. Na mastigação bilateral

alternada a atividade muscular é bilateralmente sincrônica, na qual ocorre a distribuição uniforme das forças mastigatórias nos tecidos de suporte dos dentes, o que facilita a estabilidade dos tecidos periodontais, ATM e da própria oclusão (51).

Nesta pesquisa, os voluntários não apresentaram preferência unilateral para a condição de respiração nasal, por serem voluntários com uma oclusão próxima da normalidade, com movimentos laterais sem interferência, corroborando com os achados na literatura (20-21), um padrão de mastigação natural, realizado por dentição natural, alternando o mais homogeneamente possível o lado de trabalho. Segundo o autor os modelos de mastigação unilaterais são os resultados frequentes da adaptação de interferências oclusais. As interferências oclusais são contatos oclusais que dificultam movimentos mandibulares e o deslizamento harmonioso entre os dentes (51). Para a condição de obstrução nasal não apresentou preferência unilateral, possivelmente porque a situação a que os voluntários saudáveis foram submetidos, a obstrução nasal, foi rápida e momentânea. Isso simula que, em uma situação crônica, as alterações poderão ser nítidas, variando o gasto de energia e as perdas biológicas, dependendo do grau de severidade da obstrução nasal e do tempo de interferência.

Na análise relacionada às variáveis preferência unilateral da mastigação e descarga de peso na plataforma de força, tanto a análise de regressão quanto de correlação mostraram associação muito fraca entre as variáveis. A condição de RB pode levar a uma mastigação unilateral que compromete a musculatura facial e corporal, proporcionando um desequilíbrio corporal (9,59).

Embora os achados, nesta pesquisa, mostraram-se favoráveis à associação entre mastigação, respiração e postura corporal, torna-se importante a realização de trabalhos com dados mais representativos e quantitativos, que possa refletir maior acurácia e impacto dos resultados.

8 CONCLUSÃO

Os resultados dessa pesquisa, a partir da análise dos dados, concluíram que os movimentos mastigatórios foram alterados pela consistência dos alimentos (macio e duro) e o modo de respiração (nasal e com obstrução nasal).

1. Comparado com a respiração nasal, movimentos mastigatórios na obstrução nasal apresentaram:
 - Uma sequência mastigatória mais curta e irregular tanto no alimento macio quanto no duro.
 - Houve uma tendência a redução no total de número ciclos mastigatórios, na condição de obstrução nasal, tanto para alimento duro quanto para alimento macio.
 - Para alimento macio em obstrução nasal, apresentou uma menor amplitude média dos ciclos mastigatórios nos movimentos de lateralidade da mandíbula, o que produziu um ciclo mastigatório com movimentos mais verticais. Para alimento duro houve uma tendência a uma menor amplitude média dos movimentos de lateralidade dos ciclos mastigatórios, na obstrução nasal.
2. Comparado com a respiração nasal, movimentos da cabeça na obstrução nasal apresentaram:
 - Uma tendência redução da amplitude média e máxima para alimento macio, na obstrução nasal .
3. Quanto `a análise da associação entre os movimentos de mandíbula e cabeça constatou-se:
 - Uma forte associação entre movimentos de mandíbula e cabeça, onde a cabeça acompanha os movimentos da mandíbula, independente do tipo de respiração.
 - O comportamento da cabeça durante a mastigação foi modulada em resposta as mudanças na entrada sensorial da mandíbula.
4. Quando à analise da alteração corporal ocorrida na ausência de respiração nasal em relação à descarga de peso nas plataformas de forças constatou-se :

- Um aumento da porcentagem da descarga de peso no pé esquerdo, em todos os indivíduos, para alimento duro e macio com obstrução nasal.

Estes resultados sugerem que mecanismos de retroalimentação sensoriais envolvidos no controle dos movimentos da mastigação e postura de cabeça e corporal, podem ser modulados pelo modo da respiração.

A análise tridimensional dos movimentos mastigatórios, por meio de SCAM 3D acoplado à plataforma de força, mostrou que estes são instrumentos cada vez mais úteis ao profissional da área da saúde, por contribuir para os conhecimentos do desempenho funcional e dos fatores reguladores nas mudanças do padrão mastigatório e corporal do indivíduo.

Trabalhos futuros poderam complementar essa pesquisa, com estudos comparativos de voluntários saudáveis com respiradores bucais, analisando a obstrução nasal com o padrão mastigatório.

9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Okayasu I, et al. New animal model for studying mastication in oral motor disorders. *J Dent Res* 2003;82(4):318–21.
2. Lund JP. Mastication and its control by the brain stem (Review). *Crit Rev Oral Biol Med* 1991;2(1):33–64.
3. Foster KD, et al. Effect of texture of plastic and elastic model foods on the parameters of mastication. *J Neurophys* 2006;95:3469–79.
4. Häggman-Henrikson B, Eriksson P-O. Head movements during chewing: relation to size and texture of bolus. *J Dent Res*. 2004; 83(11):864-8.
5. Eriksson P-O, Häggman-Henrikson B, Nordh E, Zafar H. Co-ordinated mandibular and head-neck movements during rhythmic jaw activities in man. *J Dent Res*. 2000; 79(6):1378-84.
6. Farah EA, Tanaka C. Postura e Mobilidade Coluna cervical e do tronco da in Portadores de Alterações miofuncionais Oraís. *Revista da Associação Paulista de Cirurgiões Dentistas*. 1997; 51:171-75.
7. Barbiero EF, Vanderlei LCM, Nascimento PC. A síndrome da respiração bucal: uma revisão para a fisioterapia. *Rev Iniciação Científica Cesumar* 2002; 4(2):125-130.
8. Ianni Filho D, Bertolini MM, Lopes ML. Contribuição multidisciplinar no diagnóstico e no tratamento das obstruções da nasofaringe e da respiração bucal. *Rev Clin Ortodon Dental Press*. 2006; 4(6):90-102.
9. Aragão W. Aragao's Function Regulation, the Stomatognathic System and Postural Changes in Children. *J. of Clin. Ped. Dent.*, 15 (4): 226-330, 1991.
10. De Laat A, Meuleman H, Stevens A, Verbeke G. Correlation between cervical spine and temporomandibular disorders. *Clin Oral Investig*. 1998; 2:54–7.
11. Carvalho GD. Alterações alimentares e do apetite. In: Carvalho GD. *S.O.S. respirador bucal*. São Paulo: Lovise; 2003. p. 137-44.
12. Cunha DA, Silva GAP, Silva HJ, Repercussões da respiração oral no estado nutricional: por que acontece? *Arquivos Int. Otorrinolaringol.* (Impr.) vol.15 no.2 São Paulo May/June 2011

13. Hanna Current computational modelling trends in craniomandibular biomechanics and their clinical implications, *Journal of Oral Rehabilitation*, Aug 1, 2010.
14. Papic V, Zanch V, Cacic M. Motion analysis system for identification of 3D human locomotion kinematics data and accuracy testing. *J. Simulation Modelling Practice and Theory*, n 12, p. 159-165, 2004.
15. 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*. 2000; 45:675-82.
16. Leardini A, Belvedere C, Astolfi L, Fantozzi S, Viceconti M, Taddei FA. A new software tool for 3D motion analyses of the musculo-skeletal system. *J. Clinical Biomechanics*, n 21, p. 870-877, 2006
17. Slavicek G.; Human mastication. *J. Stomat. Occ. Med.* (2010) 3: 29–41
18. Nakamura Y, Katakura N. Generation of masticatory rhythm in the brainstem. *Neurosci Res*. 1995 Aug;23(1):1-19. Review.
19. Hildebrand GY. Studies in the masticatory movements of the lower jaw. *Scand. Arch. Physiol.* 1931; Jan; Suppl.: 61.
20. Christensen, L.V, Radue, J.T. Lateral preference in mastication: an electromyographic study. *J Oral Rehabil*, Oxford, v.12, no. 5, p. 429-434, Sept.1985.
21. Lima, R M F; Freire, Ozita C B; Filho, J L N; Stampford T S. Padrão mastigatório em crianças de cinco a sete anos: suas relações com crescimento craniofacial e hábitos alimentares. *Rev CEFAC*, São Paulo, vol. 8, n. 2, pp. 205-15, abr./jun. 2006.
22. Neto GP; Bérzin F; Regina Maria Puppim R M; Identificação do lado de preferência mastigatória através de exame eletromiográfico comparado ao visual; *Rev. Dent. Press Ortodon. Ortop. Facial* vol.9 no.4 Maringá July/Aug. 2004
23. Barret, M. J. Masticatory and non-masticatory use of Teeth. In: WRITH, R. V. S. Stone tools as culture markers: change, evolution and complexity. Canberra: Australian Institute of Aboriginal Studies, 1977. cap.1, p.18-23.
24. Pond L. H. Barghi; N. Barnwell, G. M. Occlusion and chewing side preference. *J Prosthet Dent*, St. Louis, v. 55, no. 4, p. 498-500, Apr.1986.

25. Poykela A, Kamtoma, T.; Pirttineimi P. Craniofacial growth after a period of unilateral masticatory function in young rabbits. *Eur J Oral Sci*, Copenhagen, v. 105, no. 4, p. 331-337, Aug.1997
26. Simões WA. *Ortopedia Funcional dos Maxilares*. 3a ed. São Paulo: Artes Médicas; 2003. p.117.
27. Okeson, J. P. *Fundamentos de oclusão e desordens têmporo mandibulares*. São Paulo, Artes Médicas, 1992. p. 41-2.
28. Miyake S, Wada-Takahashi S, Honda H, Takahashi SS, Sasaguri K, S Sato, Lee MC. Stress and chewing affect blood flow and oxygen levels in the rat brain. *Arch Oral Biol*. 2012 Nov;57(11):1491-7.
29. Apolinário R.M.C.; Moraes R.B.; Motta A.R. Mastigação e dietas alimentares para redução de peso. *Revista CEFAC*, São Paulo, v.10, n.2, 191-199, abr-jun, 2008
30. Gonçalves RFM, Chehter EZ. Masticatory profile of morbidly obese patients undergoing gastroplasty *Rev. CEFAC*. 2012 Mai-Jun; 14(3):489-497
31. Sibbald A. Respiração bucal da infância. In: IAPO (Interamerican Association of Pediatric Otorhinolaryngology). III Manual de otorrinolaringologia pediátrica da IAPO 2003; 130-132
32. Barbiero EF, Vanderlei LCM, Nascimento PC. A síndrome da respiração bucal: uma revisão para a fisioterapia. *Rev Iniciação Científica Cesumar* 2002; 4(2):125-130.
33. Carvalho GD. *S.O.S. Respirador Bucal*, ed. Lovise. Vol. 1. 2003, São Paulo. 286.
34. Abreu R R, Rocha R L, Lamounier J A, Guerra A F M. Prevalence of mouth breathing among children. *J Pediatr (Rio J)* 2008; 84(5):467-70.
35. De Paula M V Q, Leite I C G, Werneck R R. Prevalência de portadores da síndrome da respiração bucal na rede escolar do município de Juiz de Fora – MG. *HU Rev* 2008; 34(1): 47-52.
36. Becker A L; O respirador bucal na visal da alergologia. In: Coelho-Ferraz, M. J. P. (Org.). *Respirador bucal: uma visão multidisciplinar*. São Paulo: 2005. cap. 9, p. 93-99
37. Enlow D H. *Crescimento facial*. São Paulo: Artes Médicas; 1993. 553p.

38. Bahadir O, Caylan R, Bektas D, Bahadir A. Effects of adenoidectomy in children with symptoms of adenoidal hypertrophy. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2006; 263(2): 156-9.
39. Cuccia AM, Lotti M, Caradonna D. Oral breathing and head posture. *Angle Orthod.* 2007; 78(1):77-82
40. Klein E. Obstrução nasal: um obstáculo à vida. *Rev Bras Otorrinolaringol.* 1987; 53(4):106-10.
41. Tomé M C, Marchiori S C, Pimentel R. Mastigação: implicações na dieta alimentar do respirador bucal. *J Bras Fonoaudiol.* 2000; 3:60-5.
42. Brooks C M, Koizumi K, Taleisnik S, Moyano H J, Beltramino C, Deis RP, et al. Sensory control of the hypothalamus and the neuroendocrine system. *Acta Physiol Latinoam* 1980; 30:159-70.
43. Hall S J. *Biomecânica Básica.* Guanabara Koogan, NY, 2005
44. Zernicke R F.: The emergence of human biomechanics. In: Brooks, G.A. *Perspectives on the academic discipline of physical education.* Human Kinetics Pub., 124-136, 1981.
45. Thurston AJ. Giovanni Borelli and the study of human movement: an historical review. *Surgical History*, no. 69, p. 276-288, 1999.
46. Mundermann L, Corozza S, Andriacchi T P. The evolution of methods for the capture of human movement leading to markerless motion capture for biomechanical applications. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, no.3, P.1-8, 2006.
47. Inman V T, Levens A S, Blosser J A. Transverse rotation on the segments of the lower extremity in locomotion. *The Journal of Bone Joint Surgery*. no.30, p 859-871, 1948
48. Hickey J C. Mandibular movements in three dimensions. *J Prosthet. Dent.* 1963; 13: 72.
49. Beyron H. Occlusal relations and mastication in australian aborigines. *Acta Odontol Scand.* 1964; Dec; 22: 597-678.
50. Modica R, Juliani G. Radiocinematographic analysis of the masticatory movements. *Rev Stomatol Chir Maxillofac.* 1968; Oct-Nov; 69(7): 597-600.
51. Ramfjord, S. & ASH, M.M. *Oclusão.* Rio de Janeiro, Interamericana, 1984. 422p.

52. Posselt U. *Fisiologia de la Oclusion y Rehabilitacion*. Barcelona, Editora Mallat Desplats, 1973. 352p.
53. Takeuchi S, Kohno S, Kobayashi H, Sakurai N, Hosogai A, Kinjoh A, Kai A. Difference of body movements accompanying mandibular movements in standing and sitting positions; *Nihon Hotetsu Shika Gakkai Zasshi* 2008 Oct;52(4):473-81.
54. Moyers RE. *Ortodontia*. Rio de Janeiro: Edit. Guanabara-Koogan, 1991, 4a. Edição.
55. Rocha FP, Pinto MMA, Silva HJ. A diminuição do olfato como uma consequência da respiração oral. *JBF*. 2003, 4:56-8.
56. Shimazaki K, Matsubara N, Hisano M, Soma K. Functional relationships between the masseter and sternocleidomastoid muscle activities during gum chewing: the effect of experimental muscle fatigue. *Angle Orthodontist*. 2006; 76(3): 452-8.
57. Goldstein DF, Kraus SL, Williams WB, Glasheen-Wray M. Influence of cervical posture on mandibular movement. *J ProsthetDent*. Sep, 1984; 52(3): 421-6.
58. Motoyoshi M, Shimazaki T, Sugai T, Namura S. Biomechanical influences of head posture on occlusion: an experimental study using finite element analysis. *Eur J Orthod*. Aug, 2002; 24(4):319-26.
59. Zeredo JL, Toda K, Soma K. Nature of neck motor unit activities evoked by different trigeminal inputs in rats. *J Dent Res*. 2003 May;82(5):402-5. PubMed PMID: 12709510.
60. Zeredo JL, Toda K, Soma K. Neck motor unit activities induced by inputs from periodontal mechanoreceptors in rats. *J Dent Res*. 2002 Jan;81(1):39-42. PubMed PMID: 11820365
61. Marins RS. Síndrome do Respirador Bucal e Modificações Posturais em Crianças e Adolescentes: a importância da fisioterapia na equipe interdisciplinar. *Fisioter Mov* 2001;14(1):45-52.
62. Silva KLL, Limongi SCO, Flabiano FO, De Val DC. Relação entre a postura corporal e a respiração em crianças com alterações sensório-motoras. *Rev Soc Bras Fonoaudiol*. 2004; 9(1):25-31.

63. Yi LC, Amaral S, Capela CE, Guedes ZCF, Pignatari SSN. Abordagem da reabilitação fisioterapêutica no tratamento do respirador bucal. *Reabilitar* 2004; 22: 43-48.

APÊNDICE A- Termo de Consentimento Livre e Esclarecido



Universidade de Brasília

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Pesquisa: Análise da Biomecânica dos Movimentos Mandibulares

Pesquisador: Márcia Maciel

Você está convidado(a) a participar como voluntário da pesquisa: “ Análise da biomecânica dos movimentos mandibulares”. O objetivo principal desse projeto é utilizar o sistema de câmeras filmadoras para analisar os movimentos tridimensional (3D) da mandíbula.

Será preenchido uma ficha com os dados de identificação pessoal e exame clínico bucal. Posteriormente serão feitas as avaliações dos movimentos mandibulares que consiste em:

- * Filmar os movimentos da mandíbula utilizando um sistema de câmeras.
- * Usar a plataforma de força, que é um equipamento utilizado para mensurar controle postural.

Os movimentos mandibulares representam a capacidade funcional do sistema mastigatório, servindo como parâmetro na avaliação das disfunções mandibulares. A mudança de postura da mandíbula pode contribuir para a mudança postural corporal e esta pode ser desejada ou não.

Os benefícios desta pesquisa é oferecer um método de diagnóstico dos movimentos mandibulares relacionados a postural corporal que seja preciso, simples e confortável para os pacientes.

Os procedimentos utilizados não apresentam risco de qualquer natureza, são equipamentos seguros e testados comercialmente.

O tempo de duração da entrevista será de 30 minutos e o registro dos movimentos mandibulares está estimado em 40 minutos.

A equipe executora se compromete a guardar os dados e o sigilo absoluto sobre a identidade dos Voluntários de pesquisa.

O voluntário da pesquisa pode recusar a responder questões que lhes tragam constrangimentos, e que o mesmo pode desistir de participar da pesquisa sem riscos de ser penalizado.

Os resultados da pesquisa serão divulgados ao conhecimento público pelos meios científicos conhecidos .

Para maiores esclarecimento segue os contatos:

- * Márcia Maciel - fone (61) 9265-3645
email dramarciamaciel@globo.com
- * Comitê de Ética em Pesquisa / Ciência da Saúde- EPFS-
cepfs@unb.br/ fone: (61) 31071947

Assinatura do voluntário

Assinatura Márcia Maciel

Brasília ____ / ____ / ____

ANEXO A- Documento de aprovação Comitê de Ética e Pesquisa

Termo de CEP/FS/Unb



Universidade de Brasília
Faculdade de Ciências da Saúde
Comitê de Ética em Pesquisa – CEP/FS

PROCESSO DE ANÁLISE DE PROJETO DE PESQUISA

Registro do Projeto no CEP: **038/11**

Título do Projeto: “Análise da Biomecânica dos Movimentos Mandibulares”.

Pesquisadora Responsável: Márcia Maciel

Data de Entrada: 20/04/11

Com base na Resolução 196/96, do CNS/MS, que regulamenta a ética em pesquisa com seres humanos, o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade de Brasília, após análise dos aspectos éticos e do contexto técnico-científico, resolveu **APROVAR** o projeto **038/11** com o título: “Análise da Biomecânica dos Movimentos Mandibulares”, analisado na 6ª reunião ordinária realizada no dia 23 de agosto de 2011.

A pesquisadora responsável fica, desde já, notificada da obrigatoriedade da apresentação de um relatório semestral e relatório final sucinto e objetivo sobre o desenvolvimento do Projeto, no prazo de 1 (um) ano a contar da presente data (item VII.13 da Resolução 196/96).

Brasília, 23 de agosto de 2011.

Prof. Thiago Rocha da Cunha
Vice Coordenador do CEP-FS/UnB