



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA**

**ANA CAROLINA LUCAS LAMOTTE**

**Remodelação óssea craniofacial frente às alterações  
oclusais ocasionadas por fatores inerentes ao  
desenvolvimento**

PIRACICABA  
2018

ANA CAROLINA LUCAS LAMOTTE

**Remodelação óssea craniofacial frente às alterações  
oclusais ocasionadas por fatores inerentes ao  
desenvolvimento**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Faculdade de Odontologia  
de Piracicaba da Universidade Estadual de  
Campinas como parte dos requisitos  
exigidos para obtenção do título de  
Cirurgião-Dentista

Orientadora: Profa. Dra. Ana Cláudia Rossi

Co orientadora: Sarah Teixeira Costa

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DO  
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO  
APRESENTADO PELA ALUNA ANA CAROLINA LUCAS  
LAMOTTE E ORIENTADA PELA PROFA. DRA. ANA  
CLÁUDIA ROSSI E CO-ORIENTADA PELA  
DOUTORANDA SARAH TEIXEIRA COSTA.

PIRACICABA  
2018

## FICHA CATALOGRÁFICA

**Agência(s) de fomento e nº(s) de processo(s):** Não se aplica.

Ficha catalográfica  
Universidade Estadual de Campinas  
Biblioteca da Faculdade de Odontologia de Piracicaba  
Marilene Girello - CRB 8/6159

L193r Lamotte, Ana Carolina Lucas, 1992-  
Remodelação óssea craniofacial frente as alterações oclusais ocasionadas por fatores inerentes ao desenvolvimento / Ana Carolina Lucas Lamotte. – Piracicaba, SP : [s.n.], 2018.

Orientador: Ana Cláudia Rossi.  
Coorientador: Sarah Teixeira Costa.  
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Remodelação óssea. 2. Morfologia. I. Rossi, Ana Cláudia, 1988-. II. Costa, Sarah Teixeira, 1987-. III. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. IV. Título.

### Informações adicionais, complementares

**Palavras-chave em inglês:**

Bone remodeling

Morphology

**Titulação:** Cirurgião-Dentista

**Data de entrega do trabalho definitivo:** 02-05-2018

## **DEDICATÓRIA**

Dedico esse trabalho à minha família, que me deu força, coragem e apoio para seguir em frente e aos meus colegas de classe que estiveram comigo nessa jornada.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço, primeiramente, a Deus que permitiu que tudo isso fosse possível.

A esta instituição, Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas, seu corpo docente, direção e administração que propiciaram a janela que hoje vislumbro, um horizonte superior, eivado pela acendrada confiança no mérito e ética aqui presentes, na pessoa do Diretor Prof. Dr. Guilherme Elias Pessanha Henriques.

Ao coordenador do Curso de Graduação, Prof. Dr. Flávio Henrique Baggio Aguiar.

A minha orientadora, Ana Claudia Rossi, pelo suporte e companheirismo no pouco tempo que lhe coube, pelas suas correções e incentivos.

Aos meus colegas, por toda a sua amizade e companheirismos que me deram durante a graduação.

Aos meus pais e meu irmão, por sempre me apoiarem e me darem todo o suporte necessário para me manter no curso.

E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte de mais uma etapa da minha formação, o meu muito obrigado.

## RESUMO

O desenvolvimento dos ossos ocorre por aposição e deposição de matriz óssea, pelos osteoblastos, osteócitos e osteoclastos. Além de componentes celulares, o correto desenvolvimento dos músculos, associado a uma alimentação saudável com consistências adequadas promovem uma boa remodelação óssea e o bom desenvolvimento da Articulação Temporomandibular. Os principais ossos que compõem a face, maxila e mandíbula, possuem diferentes processos de ossificação, remodelação e qualidade. Assim, o presente trabalho teve o propósito de revisar a literatura sobre como ocorre a remodelação óssea facial frente às alterações oclusais ocasionadas por fatores inerentes ao desenvolvimento craniofacial. Para tanto, realizou-se uma pesquisa nas bases de dados PubMed e Scopus de referências. Estas mostram que alimentação pastosa em ratos promovem alterações na remodelação dos ossos da face. A revisão possibilitou a conclusão de que os músculos desempenham um papel importante no desenvolvimento dos ossos e da ATM, pois sua ação pode promover a remodelação óssea.

Palavras-chave: Remodelação óssea. Morfologia. Desenvolvimento craniofacial.

## **ABSTRACT**

The development of bones occurs by apposition and deposition of the bone matrix by osteoblasts, osteocytes and osteoclasts activity. Despite cellular components, the development of the muscles associated with a correct dietary behavior promote an improvement of bone formation and allow a good temporomandibular joint (TMJ) development. The main bones which compose the facial structure, maxillary and mandible, presents distinct ossification processes, remodeling and sorts. Thus, the main goal of the present study was to review works in the literature about how the occlusal forces from craniofacial development influence the bone remodeling in the viscerocranium. Therefore, scientific papers found at PubMed and Scopus databases were used as reference. These works have shown that distinct alterations at facial bones may occur when soggy diet was applied to rats. In addition, bone remodeling can be promoted by muscle action, which has a main role at development of the facial bones and TMJs.

Keywords: Bone remodeling. Morphology. Craniofacial development.

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ATM	-	Articulação Temporo Mandibular
HGA-S escalonado		Aparelho cabeça-ativador com avanço mandibular
HGA-M		Ativador com salto máximo da mandíbula
HGH-S		Aparelho de cabeça-Herbst com avanço gradual

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>17</b>
<b>2 PROPOSIÇÃO .....</b>	<b>19</b>
<b>3 REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>20</b>
<b>3.1 Crescimento e remodelação óssea maxilo-mandibular frente e sua relação com as cargas mecânicas da mastigação .....</b>	<b>20</b>
<b>3.2 A articulação temporomandibular (ATM). .....</b>	<b>23</b>
<b>4 DISCUSSÃO .....</b>	<b>28</b>
<b>5 CONCLUSÃO .....</b>	<b>29</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>30</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Os ossos da face sofrem modificações contínuas, durante todo seu desenvolvimento. Tais mudanças são decorrentes de processos de remodelação óssea, por aposição e deposição, realizados por células componentes da matriz óssea: osteoblastos, osteoclastos e osteócitos. Além desses componentes celulares, outros fatores atuam de forma direta na remodelação dos ossos, tais como o desenvolvimento muscular e dentes (Garib et al., 2013).

A ATM (articulação temporomandibular) pode ter seu desenvolvimento alterado diretamente pelos músculos e a qualidade dos mesmos que lhe estão próximos. O conceito de qualidade muscular está relacionado à consistência dos alimentos consumidos. A título de exemplificação, consumos restritos a alimentos de consistência macia, podem acarretar em músculos flácidos (Jia et al., 2015; Hichijo et al., 2015; Morseth et al., 2011; Tanaka et al., 2007; Portelli et al., 2009; Menino et al., 2009).

Karamesinis et al. (2018) relataram em sua revisão de literatura que a ausência de tratamento de questões associadas ao desenvolvimento crâniofacial pode gerar complicações na fala, mastigação, lesões de ligamento periodontais dos dentes, e nos próprios dentes. Relatam ainda que cirurgias são necessárias em casos de síndromes, e fissuras e que um atendimento multiprofissional é indispensável para o atendimento desses casos.

Ledogar et al. (2016) associaram valores de carga mecânica, provenientes de uma dieta macia, com o desenvolvimento de crânios comparativamente menores. Algumas evidências apontadas por Shen et al. (2006) e Rabie et al. (2003) indicaram que aparelhos funcionais que mudam a postura mandibular resultam alterações das cargas mecânicas que são direcionadas para a ATM, influenciando na proliferação de condrócitos bem como a maturação destes.

Especificamente para a região crânio facial, Garib et al. (2013) explicam como ocorre o crescimento da maxila e da mandíbula. Na maxila ocorre aposição de osso na região da tuberosidade, promovendo alongamento do arco dental superior na região posterior, levando ao aumento no comprimento da maxila. Já na mandíbula, ocorre reabsorção nas paredes anteriores e aposição nas paredes posteriores, no corpo da mandíbula, ocorre aposição de osso na região inferior e mento. Enquanto

que na cabeça da mandíbula, o crescimento ocorre por meio de ossificação endocondral na direção da articulação e sofre pressão dos músculos da mastigação.

A partir da premissa de que a remodelação óssea é multifatorial, fica evidente, portanto, a necessidade de se entender melhor esses interferentes, através de uma revisão da literatura.

## **2 PROPOSIÇÃO**

O objetivo desse estudo foi revisar a literatura sobre como ocorre a remodelação óssea facial frente às alterações oclusais ocasionadas por fatores inerentes ao desenvolvimento craniofacial.

### **3 REVISÃO DE LITERATURA**

#### **3.1 Crescimento e remodelação óssea maxilo-mandibular frente e sua relação com as cargas mecânicas da mastigação**

A produção de matriz óssea ocorre durante os períodos da infância e adolescência, através do processo de aposição da matriz óssea. Nessa fase, ocorre remodelação de forma intensa, de forma a aumentar seu tamanho e definir sua forma. Na medida que o crescimento cessa, a aposição e reabsorção desaceleram. Faz-se importante ressaltar que as forças exercidas pelos músculos também possuem influência direta na remodelação óssea. A maturação óssea é realizada pelos osteócitos. Estes restam confinados na matriz óssea, a partir da formação da matriz inorgânica do osso, composta pelos minerais cálcio, potássio, citrato e magnésio. A porção orgânica do osso, como colágeno tipo I, glicoproteínas e proteoglicanos, são produzidos pelos osteoblastos. Já a função de reabsorção óssea é desempenhada por células multinucleadas, conhecidas como osteoclastos (Parfitt, 1997; Nijweide et al., 2002; Hirose et al., 2007).

A formação do esqueleto (ossificação) ocorre por processo direto (intramembranoso) ou um indireto (endocondral). Ambos requerem uma base sólida e uma base bem desenvolvida suprimento vascular para a elaboração e mineralização da matriz extracelular. Mobilidade ou baixa tensão de oxigênio no sítio de crescimento favorece a diferenciação de condrócitos ou fibroblastos. A ossificação intramembranosa ocorre durante o embrião em desenvolvimento pela transformação direta de células do mesênquima em osteoblastos. Este tipo de ossificação para todo ossos é restrito aos do neurocrânio, e partes da mandíbula e clavícula (Yang, 2009)..

Em relação às maxilas e à mandíbula humana, são ossos do viscerocrânio que possuem processos de ossificação distintos. A maxila possui esse processo de formação óssea por meio de uma membrana de tecido conjuntivo que atua como centro de ossificação primário. Nesse sentido, ocorre diferenciação das células mesenquimais em osteoblastos, fenômeno é conhecido também como ossificação intramembranosa. A mandíbula, por sua vez, origina-se de um tecido cartilaginoso estruturalmente semelhante a morfologia do osso quando em fase adulta. Pode-se dizer, por conseguinte que a mandíbula possui crescimento endocondral em suas extremidades e ossificação intramembranosa no meio (Yang, 2009).

Para entendermos como se dá a ação dos músculos sobre os ossos, primeiro precisamos entender como funcionam os mecanismos de crescimento dos ossos da face. Garib et al. (2013) explicam como funciona esse mecanismo de crescimento. De acordo com esses autores, há dois tipos de movimento durante o crescimento, que são: o deslizamento e o deslocamento. O deslizamento combina a aposição de osso e a reabsorção óssea. Já o deslocamento move todo o osso como se fosse uma unidade só. A remodelação do osso se dá devido a aposição de osso (Direção do crescimento) e reabsorção na direção contrária a aposição.

Também é explicado por Garib et al. (2013), como ocorre o crescimento da maxila e da mandíbula. Os músculos inseridos na maxila possuem influência na forma final dos ossos conforme exercem suas funções diversificadas. O crescimento da maxila ocorre da seguinte forma: o arco é aumentado na porção posterior devido a aposição de osso na região da tuberosidade da maxila, isso aumenta a maxila promovendo espaço para a erupção dos dentes posteriores. E a medida que a maxila cresce, aumenta a profundidade da face. A mandíbula tem reabsorção das paredes anteriores e aposição nas posteriores, o que gera espaço para os dentes. No corpo da mandíbula ocorre aposição na região inferior e mento, sendo a aposição na região acima do mento (formato do queixo). A cabeça da mandíbula, sofre uma pressão dos músculos da mastigação, sua ossificação é endocondral, contribui para o crescimento em altura da mandíbula.

Uma vez estabelecido e ocorrido o crescimento e desenvolvimento dos ossos do viscerocrânio e neurocrânio, sabe-se que o somatório das forças mastigatórias e musculares são dissipadas bilateralmente para os ossos do neurocrânio através de lâminas verticais mais compactas de osso, denominadas pilares (Hylander, 1984; Rubin e Lanyon, 1985; Hylander et al., 1991; Dechow e Hylander, 2000; Ross, 2001; Prado et al., 2016). Por sua vez, esses são suportados por apoios transversais orientados. Conhecidamente, existem três pilares. O primeiro pode ser descrito como o pilar canino, que se estende do pilas do dente canino, entre a cavidade nasal, até o ponto craniométrico glabella. Há ainda o pilar zigomático, que vai desde a área dos molares, no palato duro, passando pelo processo zigomático até o arco zigomático. Por fim, o pilar pterigoideo que possui como extremidades a região molar no palato duro e a base do crânio, mais especificamente no processo pterigoide do osso esfenoide (Prado et al., 2016).

Na mandíbula, existem três trajetórias por onde as forças da mastigação e de ação dos músculos podem passar. A trajetória marginal na qual a força passa pela borda posterior e inferior da mandíbula. A trajetória temporal, que começa no processo coronoide e se prolonga ao longo do corpo da mandíbula. E trajetória alveolar que começa do ápice dos dentes indo em direção a cabeça da mandíbula (Rossi et al., 2014).

De acordo com o estudo de Jia et al. (2015), a hipofunção oclusal resulta em atrofia dos músculos mastigatórios o que pode acarretar em alterações esqueléticas. Esse estudo realizado com 24 ratos divididos em grupos de alimentação pastosa e alimentação dura, mostrou que apenas utilizando alimentação pastosa pode acarretar em atrofia dos músculos da mastigação e conseqüentemente na remodelação óssea que se mostrou alterada nos ratos que apenas tinham alimentação pastosa.

Outro estudo que mostra como os músculos interferem na qualidade e na formação do osso é de Hichijo et al. (2015). Nesse estudo, foram usados 10 ratos da raça Wistar, que foram divididos em dois grupos com dietas diferentes (macia e dura), os ratos que se alimentavam de dieta macia tinham maior mineralização abaixo dos molares se comparado com os que tinham dieta dura, além disso, os ratos de dieta macia tinham menor volume ósseo no côndilo em comparação com os ratos de dieta dura.

Nos seres humanos os músculos começam a modelar os ossos desde o aleitamento materno. A pesquisa de Menino et al. (2009) mostra que o aleitamento materno estimula a adequada respiração, deglutição, mastigação e fonação, além de mostrar que o uso da mamadeira não estimula o crescimento adequado dos músculos da face, o que pode promover a má oclusão.

Morseth et al. (2011), dizem que atividades físicas os músculos, junto com a ação de impacto com o solo podem atuar na densidade mineral óssea do corpo. E mostram que a maior densidade mineral óssea está em atletas que praticam atividades alto impacto como o futebol, o vôlei e o basquete.

No estudo feito por Tanaka et al. (2007), teve como objetivo analisar o que a mudança de dieta pode fazer na mineralização da mandíbula. Para o estudo foram usados 15 ratos Wistar machos, sendo que 6 ratos foram alimentados com dieta dura e 9 ratos com dieta macia. Para análise dos casos foi utilizado o sistema microCT. E como resultados, foi mostrado que o osso trabecular no côndilo dos ratos de dieta

dura teve uma mineralização maior do que no de dita macia, mostrando a importância da alimentação correta para o desenvolvimento ósseo.

O estudo feito por Portelli et al. (2009) teve como objetivo verificar como a distrofia miotônica de Steinert pode afetar no desenvolvimento crânio facial de um indivíduo. Para o estudo foram analisados 27 pacientes nessas condições. Foram usados teleradiografias e traçados cefalométricos. E como resultado foram verificados alterações no plano transversal, vertical, e grande frequência de mordida aberta.

### **3.2 A articulação temporomandibular (ATM).**

A ATM é uma articulação do tipo sinovial, bilateral e complexa. É composta pela cabeça da mandíbula eminência articular; fossa temporal; disco articular; e cápsula articular, que delimita a movimentação da articulação e produz o líquido sinovial, que nutre e lubrifica a articulação. Essa articulação tem importância nos movimentos da mandíbula (abrir e fechar a boca) (McNeill et al., 2000).

O disco articular divide a ATM em duas partes, tem um formato bicôncavo, sua composição é fibrocartilaginosa e é mais espesso na sua porção posterior e anterior e mais fino em sua porção central. As regiões anterior e posterior do disco são denominadas bandas, anterior e posterior, e o centro é chamada de zona intermediária (McNeill et al., 2000).

A abertura da boca pode ser descrita em três fases: a fase precoce (disco se movimenta para frente junto com o côndilo); fase intermediária (disco e côndilo se movem pra frente mas o côndilo está mais rápido); e fase final (côndilo se movimenta para frente no recesso articular) (McNeill et al., 2000).

Aproximadamente no início dos anos 60 surgiram evidências de que uma alteração na posição da mandíbula poderia acarretar em alterações na ATM. Um estudo realizado por Kantomann et al. (1982) com ratos, mostrou que estímulos elétricos no músculo pterigoide lateral, diariamente, promovem um aumento da mandíbula dos ratos jovens. Copray et al. (1982) afirmam que a mudança de alimentação para uma dieta dura, em ratos após o desmame acarreta em mudanças na superfície articular indicando alterações profundas no colágeno, obtendo feixes de colágeno compactados e volumosos. Kiliaridis et al. (1988) indicaram diferenças no crescimento craniofacial tendo diferentes tipos e tamanhos de fibras no masseter dos ratos alimentados com dieta mole. Kantomaa et al. (1992) mostraram que a maturação de condrócitos é lenta em ratos alimentados com dieta mole se comparado aos de

dieta dura. Kwon et al. (1984) e Mohlin et al. (1984) relatam em estudos que portadores de síndrome da face longa e síndrome da face curta estão sujeitos a comprometimento da ATM, pois suas relações morfológicas se diferenciam das normais.

Guimarães et al. (2013) fizeram um estudo com 42 pacientes que possuíam a síndrome da distrofia muscular de Steinert (síndrome que deixa os músculos da face flácidos) com o objetivo de avaliar as características da ATM desses pacientes. Foi utilizado, para o estudo, a ressonância magnética para verificar as imagens sagitais da ATM. E todos os pacientes apresentaram anormalidades de forma, de superfície do osso cortical na fossa da mandíbula e na cabeça da mandíbula.

Karamesinis et al (2018) relatam em uma revisão de literatura, que não tratar problemas de desenvolvimento crânio facial pode gerar complicações na fala, mastigação, lesões em ligamentos periodontais. Essa foi feita como objetivo de mostrar a mecanobiologia por trás da modificação do crescimento da mandíbula. Isto é, como as forças podem afetar no desenvolvimento da mandíbula. Na revisão foram citados os artigos de Rabies et al. (2002), Chen et al. (2009), Papachristou et al. (2005), Hägg et al. (2008), Papadopoulou et al. (2007) e Shen et al. (2005), que mostram como a ação de forças atuam no desenvolvimento crânio facial.

Chen et al. (2009) fizeram um estudo com 134 camundongos fêmeas que foram divididos em dois grupos, sendo um de dieta dura (normal) outro de dieta mole (alterada). A cartilagem condilar foi avaliada histologicamente e a parte óssea foi avaliada através de tomografia computadorizada. Como resultados, ratos que se alimentavam apenas de dieta macia, tiveram uma redução na espessura da cartilagem condilar e no volume do osso. (Karamesinis et al., 2018).

Papachristou et al. (2005) fizeram um estudo com o objetivo de verificar a ação de proteínas Fra-1, Fra-2, JunB e JunD (proteínas que despenham um papel importante na remodelação de tecido ósseo e cartilaginosa) no início da maturação da cartilagem condilar que teve ação de uma carga. Para o estudo foram usados 30 ratos Wistar fêmeas com 14 dias de idade e que foram divididos em dois grupos (os de dieta macia e dieta dura). Os cêndilos dos ratos foram colhidos e imunocorados. E como resultado, foi encontrado que em ratos com dieta dura houve uma super expressão dessas proteínas no estágio de diferenciação dos condrocitos. (Karamesinis et al., 2018).

O estudo feito por Hägg et al (2008) teve o objetivo de avaliar o tratamento de pacientes classe II como o uso de aparelhos. Para a pesquisa foram avaliadas as cefalometrias do início do tratamento dos pacientes, após 6 meses e após 12 meses de três grupos de pacientes. Esses pacientes foram tratados com os seguintes aparelhos: cabeça-ativador com avanço mandibular escalonado (HGA-S), ativador com salto máximo da mandíbula (HGA-M) e aparelho de cabeça-Herbst com avanço gradual (HGH-S). E como resultados, foi obtido que o melhor prognóstico foi o de avanço gradual no início do tratamento (Karamesinis et al., 2018).

Papadopoulou et al. (2007) mostraram através de um estudo feito com ratos, que diferentes cargas mecânicas em condrócitos condilares, podem desencadear processos relacionados a maturação desses condrócitos influenciando o desenvolvimento da cartilagem do côndilo. Para o estudo foram usados 100 ratos Wistar fêmeas, que foram divididos em grupos de dieta macia e dura. Esses ratos tiveram a articulação temporo mandibular coletadas e foi feito a coloração imuno-histoquímica destas para analisar os fatores que controlam o desenvolvimento da cartilagem. E como resultado foi verificado que os condrócitos reagem a ação de forças promovendo a fabricação de proteínas que refletem na sua abundância (Karamesinis et al.,2018).

Um estudo feito por Shen et al (2005) foi feito com o objetivo verificar as alterações condilares em ratos, quando a mandíbula destes são posicionadas para frente. Para o estudo foram utilizados 100 ratos Sprague – Dawley fêmeas, que foram divididos em cinco grupos experimentais e cinco grupos de controle, sendo que os ratos dos grupos experimentais usaram aparelhos de mordida que projetavam a mandíbula para anterior. Como resultado pode ser observado que o posicionamento da mandíbula para frente promoveu uma maior maturação de condrócitos condilares se comparado ao do grupo controle. (Karamesinis et al., 2018)

Chambi Rocha et al. (2017) fizeram um estudo comparando crianças que respiravam pelo nariz e crianças que respiravam pela boca para avaliar a importância da força do ar no desenvolvimento da cavidade nasal proporcionado o bom desenvolvimento crânio facial. Para o estudo foram avaliados 98 pacientes de 7 a 16 anos, que foram classificados em respiradores orais e nasais. E como resultado foi obtido que crianças que respiram pela boca apresentam maior comprimento do palato e posição inferior do osso hióide em relação ao plano da mandíbula.

Grünheid et al. (2011) fizeram um estudo com coelhos da raça Nova Zelândia, machos, que foram divididos em um grupo de controle (alimentados com ração normal) e um grupo referente a pesquisa (alimentados com ração mole). O estudo tinha como objetivo mostrar que a diminuição da carga de mastigação pode promover uma diminuição na taxa de remodelação óssea. Como resultados pode-se observar que coelhos alimentados apenas com ração macia apresentaram um grau de distribuição mineral desigual se comparado com coelhos de dieta normal.

Sakurai et al. (2007) fizeram um estudo usando 30 ratos machos de 3 semanas de idade (divididos em grupo de estudo e grupo controle) com o objetivo de demonstrar que a redução da força mastigatória influencia na formação do osso mandibular e para demonstrar o quanto a força de compressão é importante para a formação do disco articular da ATM. A espessura do disco foi medida e a localização de colágeno tipo I foi imunomarcada, nos ratos. No grupo experimental o colágeno foi encontrado nas bandas anterior e posterior dos discos enquanto que no grupo controle, o colágeno foi encontrado ao redor de todo o disco. Logo foi concluído que a força muscular da mastigação está intimamente ligada a morfologia do disco da ATM.

Janovic et al. (2014) afirmam a importância da distribuição das cargas oclusais, e que alterações em sua magnitude ou da direção das forças oclusais podem promover mudanças na estrutura óssea cortical e trabecular. Sendo assim, fizeram um modelo de elementos finitos tridimensional do crânio humano para esclarecer a distribuição das forças oclusais através do osso cortical e trabecular durante a mastigação, com o objetivo de ver como as forças se distribuem ao longo da face, e foi demonstrado que o osso cortical tem prioridade na distribuição de cargas oclusais na região anterior da maxila e o osso cortical trabecular posterior da maxila também executaram essa tarefa de distribuição de cargas.

Feng et al. (2015) fizeram um estudo com o intuito de observar o que a obesidade pode provocar no desenvolvimento ósseo. Para o estudo, foram usados camundongos IL-6 de 7 semanas e seus irmãos selvagens (WT) que foram alimentados com dieta padrão e dieta hiperlipídica. Ambos os camundongos (IL-6 e WT) mostraram ganho de peso quando alimentados com dieta hiperlipídica, além do espessamento do osso cortical e o acúmulo de gordura na medula óssea. E também apresentaram como resultados que a obesidade provocada pela alimentação

hiperlipídica está associado a deficiência nas atividades de osteoblastos e o aumento da atividade de osteoclastos.

## 4 DISCUSSÃO

De acordo com a revisão de literatura, podemos relatar que o bom desenvolvimento dos músculos é fundamental para o correto desenvolvimento dos ossos da face e da ATM. Alterações na dieta e da oclusão podem acarretar em mal funcionamento dos músculos e alteração remodelação dos ossos da face, assim como alteração no desenvolvimento da ATM, e isso pode ser constatado com os estudos de feitos com ratos de Jia et al. (2015) e Hichijo et al. (2015), além do estudo da importância do aleitamento materno de Menino et al. (2009).

Tentativas têm sido feitas para entender a biomecânica da função craniomandibular bem como compreender como as estruturas anatômicas são deformadas por cargas mecânicas ou quão bem essas estruturas resistem a essas cargas. O estudo da adaptação funcional da morfologia craniofacial frente à ação das tensões mastigatórias e das alterações oclusais é justificado por muitos autores e tem como base o fato da musculatura e dos dentes, produzirem tensões e deformações relativamente maiores em regiões específicas da maxila e da mandíbula humana (Hylander, 1992; Rubin e Lanyon, 1985; Hylander et al., 1991; Dechow e Hylander, 2000; Ross, 2001; Rossi et al., 2014; Prado et al., 2016).

O avanço científico na Odontologia depende dos estudos do comportamento biomecânico do sistema mastigatório que ainda não estão bem esclarecidos. Estudos indicaram que a consistência da alimentação, esportes de impacto e síndromes que afetam a tonicidade dos músculos podem interferir na modelação dos ossos. Além disso, revelam a importância do desenvolvimento dos músculos desde a infância para o bom desenvolvimento crânio-facial (Jia et al., 2015; Hichijo et al., 2015; Morseth et al. 2011; Tanaka et al., 2007; Portelli et al., 2009; Menino et al., 2009).

Também pudemos observar nessa revisão de literatura que síndromes que envolvem o mau funcionamento dos músculos promovem um deficiente desenvolvimento crânio facial, como a distrofia miotônica de Steinert estudada por Guimarães et al. (2013) e Portelli et al. (2009). Assim como as síndromes da face longa e curta estudadas por Kwon et al. (1984) e Mohlin et al. (1984).

## **5 CONCLUSÃO**

Os músculos da mastigação, as possíveis alterações da oclusão e comportamento alimentar desempenham um grande papel no desenvolvimento dos ossos do viscerocrânio e da ATM, pois sua ação sobre eles podem promover a remodelação óssea. Logo, problemas relacionados aos músculos, como síndromes, doenças e alimentação inadequada, podem provocar um desenvolvimento insatisfatório dos osso e da ATM, podendo alterar o desenvolvimento crânio-facial.

## REFERÊNCIAS<sup>1</sup>

- Chambi-Rocha A, Cabrera-Domínguez ME, Domínguez-Reyes A. Breathing mode influence on craniofacial development and head posture. *J Pediatr (Rio J)*. 2018 Mar - Apr;94(2):123-130. doi: 10.1016/j.jpmed.2017.05.007.
- Chen J, Sorensen KP, Gupta T, Kilts T, Young M, Wadhwa S. Altered functional loading causes differential effects in the subchondral bone and condylar cartilage in the temporomandibular joint from young mice. *Osteoarthritis Cartilage*. 2009; (17):354-361. doi: 10.1016/j.joca.2008.05.021
- Copray JCVM, Liem RSB. Ultrastructural changes associated with weaning in the man tubular condyle of the rat. *Acta Anat*. 1989;(134): 35–47.]
- Dechow PC, Hylander WL. 2000. Elastic properties and masticatory bone stress in the macaque mandible. *Am J Phys Anthropol*. 2000 Aug; 112(4):553–574
- Feng W, Liu B, Liu D, Hasegawa T, Wang W, Han X, Cui J, Yimin, Oda K, Amizuka N, Li M. Long-Term Administration of High-Fat Diet Corrects Abnormal Bone Remodeling in the Tibiae of Interleukin-6-Deficient Mice. *J Histochem Cytochem*. 2016 Jan;64(1):42-53. doi: 10.1369/0022155415611931
- Garib DG; Janson G; Pinzan A. *Introdução a Ortodontia*. 1. ed. São Paulo: Artes médicas; 2013.
- Guimarães AS; Galdame SI, Marie SKN. Temporomandibular joint magnetic resonance imaging analysis in adults with Steinert's Myotonic Dystrophy. *Int J Morphol*. 2013; 31(1): 301-306.
- Hägg U, Rabie AB, Bendeus M, Wong RW, Wey MC, Du X et al. Condylar growth and mandibular positioning with stepwise vs maximum advancement. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop*. 2008 Oct; 134(4): 525-536. doi: 10.1016/j.ajodo.2006.09.064
- Hichijo N, Tanaka E, Kawai N, Ruijven LJ, Langenbach GEJ. Effects of decreased occlusal loading during growth on the mandibular bone characteristics. *PloS One*. 2015 Jun; 10(6):e0129290. doi: 10.1371/journal.pone.0129290.

---

<sup>1</sup>De acordo com as normas da UNICAMP/FOP, baseadas na padronização do International Committee of Medical Journal Editors - Vancouver Group. Abreviatura dos periódicos em conformidade com o PubMed

Hirose S, Li M, Kojima T, de Freitas PH, Ubaidus S, Oda K, Saito C, Amizuka N. A histological assessment on the distribution of the osteocytic lacunar canalicular system using silver staining. *J Bone Miner Metab.* 2007;25(6):374-82.

Hylander WL, Johnson KR. Strain gradients in the craniofacial region of primates. In: Davidovitch Z, editor *The biological mechanisms of tooth movement and craniofacial adaptation.* Columbus, OH: Ohio State University; 1992. p 559–569.

Hylander WL, Picq PG, Johnson KR. Masticatory-stress hypotheses and the supraorbital region of primates. *Am J Phys Anthropol.* 1991 Sep; 86 (1):1–36.

Janovic A, Milovanovic P, Saveljic I, Nikolic D, Hahn M, Rakocevic Z et al. Microestructural properties of the mid facial bones in relation to the distribution of occlusal loading. *Bone.* 2014; (68):108-114.

Jia L, Shi-Yu L, Ya-Juan Z, Xu G, Qiang L, Zuo LJ et al. Effects of occlusion on mandibular morphology and architecture in rats. *J Surg Res.* 2016 Feb; 200(2):533-43. doi: 10.1016/j.jss.2015.09.025.

Kantomaa T, Rönning O. The effect of electrical stimulation of the lateral pterygoid muscle on the growth of the mandible in the rat. *Proc Finn Dent Soc.* 1982;78(5-6):215-9.

Karamesinis K, Basdra EK. The biological basis of treating jaw discrepancies: An interplay of mechanical forces and skeletal configuration. *BBA.* 2018. doi: 10.2016/j.bbadis.2018.02.007.

Kiliaridis S, Engstrom C, Thilander B. Histochemical analysis of masticatory muscle in the growing rat after prolonged alteration in the consistency of the diet. *Arch Oral Biol.* 1988; 33:187-193

Kwon HJ, Bevis RR, Waite DE. Apertognathia (open bite) and its surgical management. *Int J Oral Surg.* 1984 Aug; 13(4): 278-289.

Ledogar JA, Dechow PC, Wang Q, Gharpure PH, Gordon AD, Baab K.L. et al. Human feeding biomechanics: performance, variation, and functional constraints. *Peer J.* 2016 Jul; (26): e2242. doi: 10.7717.

McNeill, C. *Ciência e prática da oclusão.* 1. ed. São Paulo: Quintessence; 2000.

Menino AP, Sakima PRT, Santiago LB, Lamounier JA. Atividade muscular em diferentes métodos de alimentação do recém-nascido e sua influência no desenvolvimento da face. *Rev Med Minas Gerais* 2009; 19 (4 Supl 5): S11-S18.

Mohlin B, Thilander B. The importance of the relationship between malocclusion and mandibular dysfunction and some clinical applications in adults. *Eur J Orthod.* 1984 Aug; 6(3):192-204.

Morseth B; Nina E, Jørgensen L. Physical activity and bone: The importance of the various mechanical stimuli for bone mineral density. A review. *Norsk Epidemiologi.* 2011; 20(2): 173-178.

Nijweide PJ, Burger EH, Klein-Nulend J. The osteocytes In: Bilezikian JP, Raize LG, Rodan LG. *Principles of Bone Biology.* 2 ed. Academic Press Orlando. p. 93.

Papachristou D, Pirttiniemi P, Kantomaa T, Agnantis N, Basdra EK. Fos and Jun related transcription factors are involved in the signal transduction pathway of mechanical loading in condylar chondrocytes. *Eur J Orthod.* 2006 Feb; 28(1) :20-26.

Papachristou DJ, Pirttiniemi P, Kantomaa T, Papavassiliou AG, Basdra EK. JNK/ERK-AP-1/Runx2 induction "paves the way" to cartilage load-ignited chondroblastic differentiation. *Histochem. Cell Biol.* 2005; 124: 215-223.

Papadopoulou AK, Papachristou DJ, Chatzopoulos SA, Pirttiniemi P, Papavassiliou AG, Basdra EK. Load application induces changes in the expression levels of Sox-9, FGFR-3 and VEGF in condylar chondrocytes. *FEBS Lett.* 2007; 581: 2041 - 2046.

Parfitt AM. The cellular basis of bone turnover and bone loss: a rebuttal of the osteocytic resorption–bone flow theory. *Clin Orthop Relat Res.* 1977; (127): 236-247.

Portelli M, Matarese G, Mili A, Nucera R, Triolo G, Cordasco G. Myotonic dystrophy and craniofacial morphology: clinical and instrumental study. *Eur J Paediatr Dent.* 2009 Mar;10(1):19-22.

Prado FB, Freire AR, Rossi AC, Legogar JA, Smith AL, Dechow PC et al. Review of in vivo bone strain studies and finite element models of the zygomatic complex in humans and nonhuman primates: implications for clinical research and practice. *Anat Rec.* 2016 Dec; 299 (12):1753–1778.

Rabie AB, She TT, Hägg U. Functional appliance therapy accelerates and enhances condylar growth. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 2003 Jan; 123(1): 40-48.

Ross CF. In vivo function of the craniofacial haft: the interorbital “pillar.” *Am J Phys Anthropol.* 2001; (116):108–139.

Rossi AC, Freire AR, Prado FB, Asprino L, Correr-Sobrinho L, Caria PH. Photoelastic and finite element analyses of occlusal loads in mandibular body. *Anat Res Int.* 2014; 2014:174028. doi: 10.1155/2014/174028.

Rubin CT, Lanyon LE. Dynamic strain similarity in vertebrates: an alternative to allometric limb bone scaling. *J Theor Biol.* 1984 Mar; 107(2):321–327.

Ruf S, Baltromejus S, Pancherz H. Effective condylar growth and chin position changes in activator treatment: a cephalometric roentgenographic study. *Angle Orthod.* 2001 Feb; 71(1): 4-11.

Sakurai M, Yonemitsu I, Muramoto T, Soma K. Effects of masticatory muscle force on temporomandibular joint disc growth in rats. *Arch Oral Biol.* 2007 Dec;52(12):1186-93.

Shen G, Hägg U, Darendeliler M. Skeletal effects of bite jumping therapy on the mandible - removable vs. fixed functional appliances. *Orthod Craniofac Res.* 2005 Feb; 8(1): 2-10.

Shen G, Rabie AB, Zhao ZH, Kaluarachchi K. Forward deviation of the mandibular condyle enhances endochondral ossification of condylar cartilage indicated by increased expression of type X collagen. *Arch. Oral Biol.* 2006 Apr; 51(4): 315-324.

Tanaka E, Sano R, Kawai N, Langenbach GE, Brugman P, Tanne K, Eijden TM. Effect of food consistency on the degree of mineralization in the rat mandible. *Ann Biomed Eng.* 2007 Sep;35(9):1617-21.

Yang Y. Skeletal morphogenesis during embryonic development. *Crit Rev Eukaryot Gene Expr.* 2009; (19):197–218.