



Universidade do Porto

Faculdade de Engenharia

FEUP

Carla Cristina Magalhães Barros

**Análise comparativa da pressão oclusal
em pacientes na fase de contenção
do tratamento ortodôntico**

PORTO

Setembro de 2010

Carla Cristina Magalhães Barros

**Análise comparativa da pressão oclusal
em pacientes na fase de contenção
do tratamento ortodôntico**

Orientadores

Orientador: Mário Augusto Pires Vaz

Professor Associado da Faculdade de Engenharia da Universidade do
Porto do Departamento de Engenharia Mecânica

Co-orientador: Afonso Pinhão Ferreira

Professor Catedrático da Faculdade de Medicina Dentária da
Universidade do Porto

**Dissertação de candidatura ao grau de Mestre apresentada à
Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
Curso de Mestrado de Engenharia Biomédica**

Porto, 2010

*Ao José António
À Mariana e à Mafalda*

Agradeço toda a paciência que sempre tiveram comigo
e peço-lhes desculpa pelo tempo que lhes tirei
durante a elaboração deste trabalho.

Aos meus pais

Por todo o apoio
e por tudo o que sempre me proporcionaram.

À memória do meu avô Diogo

*“Na verdade, as grandes revoluções e os grandes avanços
Da humanidade deveram-se a gente igual a todos nós
Com a única diferença de que tiveram coragem de tomar
Uma decisão chave num momento difícil.”*

Paulo Coelho

A vós dedico esta tese!

AGRADECIMENTOS

Na elaboração desta dissertação recebi a preciosa colaboração de um conjunto de pessoas que não me dispense de referir:

o Senhor Professor Mário Vaz a quem manifesto a minha sincera gratidão pela disponibilidade, exemplo de competência na investigação, pelos seus conselhos, orientações e revisão desta dissertação;

o Senhor Professor Doutor, meu Co-orientador Científico a quem manifesto o meu mais intenso e sincero reconhecimento pelo inesgotável apoio científico, dedicação, auxílio e confiança demonstrada na elaboração deste trabalho científico. Estou-lhe eternamente grata pelo seu empenho, conselhos, orientações e críticas e principalmente a valiosa ajuda na revisão desta tese, que foram contributos essenciais para a sua efectivação.

Sem a sua ajuda nada disto teria sido possível de concretizar;

A Senhora Dra. Margarida Lessa, pela sua amizade, por tudo de bom que me conseguiu transmitir, pela força, pelas palavras de incentivo e confiança, pela pessoa maravilhosa que é e que tive oportunidade de conhecer e a qual permanecerá de uma forma muito especial no meu coração;

a Liliana responsável pelo agendamento dos pacientes, por toda a sua simpatia e dedicação e insistência para que as medições se efectuassem e desta forma pudesse dar continuidade ao trabalho;

a todas as restantes assistentes, Maria do Carmo, Isabel, Elsa, Carina, Helena e Daniela pela simpatia, motivação e apoio que sempre me demonstraram pelo incentivo naquelas horas menos boas, em que tudo parecia estar longe do fim. Isabel e Elsa ficarão para sempre na memória pela corrida até ao metro depois de um dia cheio de medições.

Tive desta forma o privilégio de poder conviver com uma excelente equipa de trabalho;

a Senhora Dra. Alexandrina pela sua simpatia e por me ter recebido na sua clínica e por toda a sua disponibilidade para que as medições se efectuassem com discrição e serenidade;

a minha prima Rute e ao meu primo Pedro pelo seu apoio incondicional e sempre presente naquelas horas bem difíceis;

as minhas colegas de trabalho do bloco operatório do serviço de estomatologia e maxilo-facial, Ana Paula, Ludovina, Carmen, Rosa e Elisabete pela paciência e pelo apoio especialmente na recta final da concretização deste projecto;

a Senhora Enfermeira Chefe Rita pela paciência, apoio, palavras amigas e pela disponibilidade de tempo nesta recta final;

ao Senhor Enfermeiro Duarte Marcelo, meu anterior chefe por ter acreditado em mim, pelo incentivo que ajudaram ao meu crescimento pessoal destes últimos anos;

a todos aqueles que, de algum modo, colaboraram directa ou indirectamente na realização deste projecto e que me incentivaram para que o mesmo chegasse ao fim.

PREÂMBULO

Segundo a World Federation of Orthodontics (WFO), a ortodontia é definida como a área da medicina dentária que se preocupa com a supervisão, orientação e a correcção das estruturas dento faciais em crescimento ou já desenvolvidas, incluindo todas as condições que exijam o movimento dos dentes para a correcção das anomalias de posição e das más formações que lhe estão relacionadas, bem como da adaptação das relações de posição e de dimensão entre os dentes e os ossos faciais através da aplicação de forças e/ou pela estimulação e redireccionamento de forças funcionais dentro do complexo craniofacial.

O princípio de um tratamento ortodôntico é a aplicação de uma pressão prolongada no tempo a um dente ou a um segmento de dentes de forma a provocar um deslocamento dos mesmos ao longo do osso alveolar através de um processo de remodelação óssea. O osso será removido selectivamente nalgumas áreas (zonas de pressão) e adicionado noutras (zonas de tensão)

Este trabalho pretendeu investigar a possível alteração em termos de força oclusal, durante a fase de contenção após um tratamento activo ortodôntico, período no qual nenhuma força activa é aplicada directamente sobre a arcada dentária e no qual se processa a remodelação óssea, como consequência dos movimentos gerados anteriormente pelo tratamento ortodôntico efectuado.

A pesquisa teve como objectivos a medição da máxima pressão oclusal em pacientes submetidos a tratamento ortodôntico em quatro tempos diferentes: no início da fase de contenção (dia em que se retira os aparelhos), ao fim de um mês, seis meses e um ano. Simultaneamente também se realizaram as medições em pacientes que nunca foram submetidos a tratamento ortodôntico em quatro tempos diferentes: num dia estipulado, um mês, seis meses um ano após a primeira medição.

Posteriormente compararam-se os resultados obtidos entre as idades, o sexo, os vários tipos faciais e os diferentes grupos (experimental e de controlo).

Como sistema de medida foi utilizado o sistema de análise oclusal computadorizado que é comercializado sob a designação de T-Scan[®] III que consiste numa unidade de processamento, um monitor e um sensor que obtêm registos oclusais de força.

O sensor é posicionado na arcada dentária e, quando o paciente oclui, produz-se alteração da condução eléctrica no receptor, a qual é registada pelo sistema electrónico e traduzida numa imagem no monitor.

Este sistema vem acompanhado de um *software* que permite controlar a realização das medidas, elaborar os relatórios e analisar os dados obtidos.

PREAMBLE

According to the World Federation of Orthodontics (WFO), orthodontics is defined as the area of dentistry concerned with the supervision, guidance and correction of growing or already developed dental facial structures, including all conditions that require tooth movement for the correction of anomalies of position and malformations that are related to it, as well as the adjustment of relations of position and size between the teeth and facial bones by applying forces and / or the stimulation and redirection of functional forces within craniofacial complex.

The principle of an orthodontic treatment is the application of prolonged pressure in time to a tooth or a segment of teeth so as to cause displacement thereof along the alveolar bone through a process of bone remodeling. The bone is removed selectively in some areas (pressure zones) and added in others (areas of tension).

This study aimed at investigating the possible change in terms of occlusal force during the contention phase after an active orthodontic treatment, during which no active force is applied directly onto the teeth and bone remodeling which takes place as a result of the generated movement previously made by orthodontic treatment.

The research had as objective measurement of maximum occlusal pressure in patients undergoing orthodontic treatment at four different times: at the start of restraint (days on which the apparatus is withdrawn) after one month, six months and one year. Simultaneously measurements were also conducted in patients who had never undergone orthodontic treatment at four different times: a day set, one month, six months one year after the first measurement.

Subsequently we compared the results obtained between ages, gender, various facial types and the different groups (experimental and control).

As the measurement system was used computerized occlusal analysis system which is marketed under the name T-Scan ® III which consists of a processing unit, a monitor and a sensor that records obtained from occlusal force. The sensor is positioned in the dental arch, and when the patient occludes, it produces change in the electrical conduction in the recipient, which is registered by the electronic system and translated into an image on the monitor. This system comes with software that lets you control the implementation of measures for reporting and analyzing data obtained.

PREÁMBULO

Según la Federación Mundial de Ortodoncia (WFO), la ortodoncia se define como el área de la odontología que se dedica a la supervisión, guía y corrección de las estructuras dentales faciales están creciendo o ya desarrollados, incluyendo todas las condiciones que requieren el movimiento de los dientes para la corrección de las anomalías de la posición y las malformaciones se relacionan con ella, así como el ajuste de las relaciones de posición y el tamaño entre los dientes y huesos de la cara mediante la aplicación de fuerzas y / o la estimulación y la redirección de las fuerzas funcionales dentro de complejo craneofacial.

El principio de un tratamiento de ortodoncia es la aplicación de una presión prolongada en el tiempo para un diente o un segmento de los dientes con el fin de causar el desplazamiento del mismo a lo largo del hueso alveolar a través de un proceso de remodelación ósea. El hueso se elimina de forma selectiva en algunas zonas (zonas de presión) y añadió otras (las zonas de tensión).

Este estudio tuvo como objetivo investigar el posible cambio en términos de la fuerza oclusal durante la fase de contención después de un tratamiento activo de ortodoncia, durante el cual se aplica ninguna fuerza activa directamente sobre los dientes y la remodelación ósea que tiene lugar como resultado de los movimientos generados previamente por un tratamiento de ortodoncia.

La investigación tuvo como objetivo la medición de la presión oclusal máxima en pacientes sometidos a tratamiento de ortodoncia en cuatro momentos diferentes: en el inicio de retención (días en que se retira el aparato) después de un mes, seis meses y un año. Al mismo tiempo las mediciones se realizaron en pacientes que nunca se habían sometido a un tratamiento de ortodoncia en cuatro momentos diferentes: un conjunto de días, un mes, seis meses un año después de la primera medición. Posteriormente se compararon los resultados obtenidos entre las edades, sexo, diversos tipos faciales y los diferentes grupos (experimental y control).

A medida que el sistema de medición se utilizó el sistema computarizado de análisis oclusal, que se comercializa bajo el nombre de T-Scan ® III, que consiste en una unidad de proceso, un monitor y un sensor que los registros obtenidos de la fuerza oclusal.

El sensor se coloca en la arcada dental, y cuando el paciente ocluye, se produce el cambio en la conducción eléctrica en el receptor, que es registrado por el sistema electrónico y se traducen en una imagen en el monitor.

Este sistema viene con un software que le permite controlar la aplicación de medidas para informar y analizar los datos obtenidos.

ÍNDICE

| | |
|--|----|
| CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO | 1 |
| 1. INTRODUÇÃO | 2 |
| 2. FISIOLOGIA DO MOVIMENTO DENTÁRIO | 11 |
| 3. TIPOS DE FORÇAS ORTODÔNTICAS | 14 |
| 3.1 Efeito da Magnitude da Força | 15 |
| 3.2 Tipos de Movimento Dentário Ortodôntico | 16 |
| 3.3 Principais alterações sistêmicas relacionadas com o movimento ortodôntico | 24 |
| 3.4 Resposta tecidual à aplicação de forças ortodônticas..... | 27 |
| 4. TEORIAS DO MOVIMENTO DENTÁRIO | 32 |
| 4.1. Teoria bio-eléctrica | 33 |
| 4.2. Teoria da pressão e tensão..... | 33 |
| 5. REMODELAÇÃO ÓSSEA DURANTE O MOVIMENTO DENTÁRIO..... | 35 |
| 6. MORFOLOGIA FACIAL VERTICAL | 39 |
| CAPÍTULO II - MATERIAL E MÉTODOS | 41 |
| 1. INTRODUÇÃO | 42 |
| 2. REVISÃO DA LITERATURA | 44 |
| 3. AMOSTRA | 45 |

| | |
|---|------------|
| 3.1 Questões de Investigação..... | 45 |
| 3.2 Considerações Éticas | 45 |
| 3.3 Critérios de Selecção e Exclusão da Amostra | 46 |
| 4. METODOLOGIA | 48 |
| 4.1 Aparelhagem e respectiva manipulação | 50 |
| 5. RECOLHA DE DADOS..... | 60 |
| 6. ANÁLISE ESTATÍSTICA | 61 |
| CAPÍTULO III – RESULTADOS..... | 64 |
| 1. CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA..... | 65 |
| 2. ANÁLISE EXPLORATÓRIA DOS DADOS PARA UTILIZAÇÃO DOS MÉTODOS ESTATÍSTICOS ESCOLHIDOS..... | 72 |
| 3. ANÁLISE COMPARATIVA DAS DIFERENTES CLASSES EM ESTUDO..... | 80 |
| CAPÍTULO IV –DISCUSSÃO DOS RESULTADOS..... | 94 |
| CAPÍTULO V – CONCLUSÕES..... | 101 |
| RESUMO, SUMMARY, RESUMEN | 103 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 110 |
| ANEXOS..... | 120 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| Figura | Descrição | Página |
|-----------------|---|---------------|
| 1 | Aplicação de uma força simples à coroa de um dente | 17 |
| 2 | Movimento de translação | 18 |
| 3 | Formação de dois lados de tensão e dois lados de tensão | 19 |
| 4 | Disposição das fibras | 20 |
| 5 | Movimento de verticalização | 21 |
| 6 | Movimento de torque | 22 |
| 7 | Movimento de extrusão | 23 |
| 8 | Movimento de intrusão | 23 |
| 9 | Diagrama representativo das mudanças epiteliais | 28 |
| 10 | Diagrama representativo das fases do movimento dentário | 29 |
| 11 | T-Scan [®] e respectivo sistema de travamento | 50 |
| 12 | Esquema da parte interna do sensor | 52 |
| 13 | Aspecto exterior do sensor | 52 |
| 14 a) | Colocação do sistema de travamento | 53 |
| b) | Manipulação do sensor | 53 |
| c) | Colocação do sensor no sistema de travamento | 54 |
| d) | Fixação do sistema de travamento com o sensor | 54 |
| e) | Sensor pronto a ser usado | 54 |
| 15 | Desenho esquemático da unidade do sistema | 55 |
| 16 | Paciente a ocluir o sensor | 56 |
| a, b, c) | | |

ÍNDICE DE FIGURAS

| Figura | Descrição | Página |
|---------------|--|---------------|
| 17 | Legenda da força relativa | 57 |
| 18 | Análise oclusal computadorizada | 58 |
| 19 | Esquema representativo da força mastigatória ao longo do tempo por grupo e tipo facial | 68 |

| Tabela | Descrição | Página |
|---------------|--|---------------|
| 1 | Distribuição dos grupos por frequências e percentagens | 65 |
| 2 | Distribuição do sexo por frequências e percentagens | 66 |
| 3 | Distribuição do tipo facial por frequências e percentagens | 67 |
| 4 | Distribuição da idade por frequências e percentagens | 69 |
| 5 | Distribuição da média e desvio padrão pelos quatro momentos de medição | 71 |
| 6 | Teste de normalidade Kolmogorov-Smitnov | 72 |
| 7 | Variáveis Independentes utilizadas na amostra. | 80 |
| 8 | Avaliar a raiz da força que os grupos têm sobre as diferentes forças. | 81 |
| 9 | Raiz quadrada da força no dia em que retiram o aparelho no grupo de investigação e no grupo de controlo. | 82 |
| 10 | Raiz quadrada da força 1 mês após o dia em que retiram o aparelho no grupo de investigação e no grupo de controlo. | 83 |
| 11 | Raiz quadrada da força 6 meses após o dia em que retiram o aparelho no grupo de investigação e no grupo de controlo. | 84 |
| 12 | Raiz quadrada da força 1 ano após o dia em que retiram o aparelho no grupo de investigação e no grupo de controlo. | 85 |
| 13 | Tabela Estatística Multivariante de estudo intra grupos | 88 |
| 14 | Tabela Estatística Multivariante de estudo intra grupos. | 90 |
| 15 | Estimativa de médias a partir do modelo. | 91 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS

| Gráfico | Descrição | Página |
|----------------|--|---------------|
| 1 | Distribuição da amostra por grupos | 65 |
| 2 | Distribuição da amostra por sexo | 66 |
| 3 | Distribuição da amostra por tipo facial | 67 |
| 4 | Distribuição da amostra por idade | 70 |
| 5 | Distribuição da amostra pela maior de três forças no início do estudo | 73 |
| 6 | Q-Q Normal de pontos para avaliação da normalidade | 73 |
| 7 | Q-Q de pontos rectificadas para quantificar o desvio | 74 |
| 8 | Histograma da maior das três forças 1 mês após o dia em que retira o aparelho. | 75 |
| 9 | Q-Q Normal de pontos para avaliação da normalidade 1 mês após. | 75 |
| 10 | Q-Q de pontos rectificadas para quantificar o desvio 1 mês após. | 76 |
| 11 | Histograma da maior das três forças 6 meses após o dia em que retira o aparelho. | 76 |
| 12 | Q-Q Normal de pontos para avaliação da normalidade 6 meses após. | 77 |
| 13 | Q-Q de pontos rectificadas para quantificar o desvio 6 meses após. | 77 |
| 14 | Histograma da maior das três forças 1 ano após o dia em que retira o aparelho. | 78 |
| 15 | Q-Q Normal de pontos para avaliação da normalidade 1 ano após. | 78 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS

| Gráfico | Descrição | Página |
|----------------|--|---------------|
| 16 | Q-Q de pontos rectificadas para quantificar o desvio 1 ano | 79 |
| 17 | Gráfico de linhas do tipo facial do grupo experimental | 92 |
| 18 | Gráfico de linhas do tipo facial do grupo de controlo | 92 |

CAPÍTULO I – Introdução

“Análise comparativa da pressão oclusal
em pacientes na fase de contenção do tratamento ortodôntico”

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

O aparelho mastigatório é uma unidade funcional composta pelos ossos maxilares, dentes e estruturas de suporte circundantes, articulações temporomandibulares, músculos com inserção na mandíbula, lábios e músculos linguais, além do sistema que vasculariza e enerva todos esses tecidos.

Os músculos, guiados pelos impulsos nervosos, realizam a actividade funcional desse aparelho, já que as maxilas, as articulações temporomandibulares e os ligamentos associados, bem como os dentes e suas estruturas de suporte são ferramentas passivas.

A harmonia entre esses componentes é da maior importância na manutenção da saúde e na capacidade funcional do aparelho mastigatório.

O aparelho gnatológico desenvolveu-se ao longo da evolução do ser humano como resposta a exigências particulares de função e representa, anatómica e fisiologicamente, apenas uma parte do todo que constitui o corpo humano e, conseqüentemente, não deve ser considerado, estudado e tratado como uma unidade autónoma, sendo de considerar o estado de saúde do indivíduo.

O estudo das forças desenvolvidas pelo sistema músculo-esquelético, a compreensão das suas variações e dos seus mecanismos foi ao longo do último século uma preocupação de diversos autores.¹

Black ^{1,2} em 1924 foi o primeiro autor que pesquisou a magnitude das forças musculares, utilizando um dispositivo denominado gnatodinamómetro, o qual tinha por objectivo determinar a força muscular que o sistema de suporte

periodontal era capaz de suportar. Apresentou várias conclusões, sendo de salientar de entre elas, que a força muscular variava de indivíduo para indivíduo, que dependia do ligamento periodontal, de hábitos pessoais e da própria capacidade muscular. Considerou ainda que a média encontrada nos seus estudos era de 77,6 kg, na região dos molares, um pouco inferior na dos prémolares, e, consideravelmente abaixo desta média, na zona dos dentes anteriores.

Mais tarde, em 1936, Klaffenbech,^{1,3} reforçou as conclusões de Black, sugerindo variações ao nível da sensibilidade individual, hábitos de mastigação, fulcro anterior ou posterior, estruturas ósseas e condições clínicas.

Já Hildebrand,^{1,4} em 1937, considerou quatro factores relacionados com a força muscular: extensão da abertura da boca; ponto de aplicação da força; extensão da área de força e sensibilidade do periodonto.

Com o mesmo propósito Brekhaus e colaboradores^{1,5} em 1941, analisaram um grupo de estudantes, com o gnatodinamómetro e registaram valores de 53,5 a 64,4 kg, para estudantes do sexo masculino e 35,8 a 44,9 kg, para os do sexo feminino.

Howell e Manly^{1,6} também afirmaram que as forças nas regiões posteriores são maiores que nas anteriores. Atribuíram a média máxima dessa força nos primeiros molares (41,3 a 89,9 kg) e a mínima nos incisivos centrais (13,2 a 23,1 kg).

Em 1949, Tylman^{1,7} ao estudar forças mastigatórias sobre próteses fixas, verificou que os músculos do complexo mastigatório poderiam gerar uma pressão de 90 a 136 kg, mas que raramente um indivíduo mordida com uma intensidade maior que 45 kg.

Na realidade, as estimativas de forças em oclusão máxima variam de décimos até mais de 100 kg.^{1,8,9}

As forças de mastigação, em contraste, são de poucos quilogramas.

Os estudos realizados através da medição de forças oclusais durante a mastigação, nos quais é medida a transmissão sonora de baixa frequência por meio dos contactos oclusais nos movimentos de lateralidade, bem como em posição de máxima intercuspidação, evidenciaram que os níveis de força muscular são relativamente altos sendo a força máxima média na mastigação cerca de 40% da força máxima de mordida.^{1,10,11,12}

Verificou-se também que as forças mais altas ocorrem na máxima intercuspidação (22,4 kg), o que mostra a importância dessa posição durante a mastigação.

As forças oclusais que ocorrem nos movimentos de lateralidade mandibular também são importantes e, embora o seu nível seja mais baixo e a duração seja menor que a força gerada em máxima intercuspidação, elas pode ser significativas em relação ao dano por traumatismo periodontal e às alterações disfuncionais musculares e articulares.¹

O avanço tecnológico, permitiu o desenvolvimento de instrumentos electrónicos que possibilitaram registos mais precisos da intensidade das forças musculares mastigatórias. Surgiram então vários estudos que envolveram o uso de epidemiologia, experiências clínicas, electromiografia, telemetria intraoral, técnicas de rastreio mandibular, histopatologia, etc.^{1,13,14,15,16}

Com base nesses estudos realizados com a utilização de vários instrumentos e técnicas é possível afirmar que:

- o desenvolvimento das forças musculares ocorre, sempre que se observa uma actividade neuromuscular bem integrada, em simultâneo como a contracção dos músculos responsáveis pelos movimentos de abertura e encerramento, de lateralidade e protrusão^{1,17};
- as forças geradas pelo complexo muscular mastigatório podem atingir os 120 kg. A força muscular com tolerância máxima dos sistemas de

suporte dentário aproxima-se dos 35kg e a força muscular necessária para a mastigação propriamente dita, é de aproximadamente 15 kg^{1,18};

- as pessoas podem aumentar a sua força de mordida com a prática e com exercícios. Uma pessoa cuja dieta habitual seja à base de alimentos duros desenvolverá uma força de mordida maior;
- a intensidade dessas forças varia de pessoa para pessoa, de dente para dente, segundo o biótipo facial e os hábitos;
- há dois factores que devem ser considerados: o neurológico e o mecânico. A propriocepção neurológica presente em todo sistema mastigatório modula e controla as forças musculares, bem como o posicionamento da mandíbula. Sob o ponto de vista mecânico, uma força mais distante da região posterior torna-se menor, embora seja necessário considerar a acentuada capacidade de flexão da mandíbula;
- uma força maior de mastigação pode ser atribuída a certos padrões esqueléticos faciais. Os indivíduos braquifaciais podem desenvolver forças maiores que os dolicofaciais;
- a saúde geral, os aspectos nutricionais, as circunstâncias clínicas devem ser consideradas quando se analisam as forças musculares;
- qualquer intervenção no aparelho mastigatório deve levar em consideração a magnitude das forças musculares, bem como a sua relação com os outros componentes do aparelho;
- há recursos clínicos que possibilitam a redistribuição funcional dessas forças, segundo o ciclo mastigatório e em função do nível de suporte ósseo dos dentes, ou seja, forças distribuídas adequadamente de acordo com a condição do indivíduo.

As forças oclusais resultam dos contactos entre as faces oclusais dos dentes superiores e inferiores. Estes contactos ocorrem durante as actividades

funcionais da mastigação, deglutição, fonação e movimentos parafuncionais. A relação maxilo-mandibular que obtém maior número de contactos entre os dentes superiores e inferiores é descrita como a máxima intercuspidação.¹⁹

As condições oclusais ideais durante a oclusão são proporcionadas por contactos uniformes e simultâneos de todos os dentes, fornecendo estabilidade posicional para a mandíbula e minimizando a intensidade da força colocada em cada dente. Esta relação de máxima intercuspidação é sustentada pelos dentes posteriores que, devido ao seu posicionamento nas arcadas recebem a carga oclusal máxima recebida através dos seus longos eixos.

O ligamento periodontal assegura a absorção das forças produzidas durante a função mastigatória.

Segundo Silva²⁰, o periodonto é constituído pelo osso alveolar, ligamento periodontal e cimento radicular e pela gengiva. A sua função é manter o dente no tecido ósseo mantendo a integridade da mucosa mastigatória da cavidade oral, formando uma unidade de desenvolvimento biológica e funcional, sujeita a alterações morfológicas, funcionais e patológicas.

O osso alveolar divide-se em osso alveolar propriamente dito e processo alveolar.

Juntos formam uma lâmina óssea, lateral ao ligamento periodontal. O osso alveolar, juntamente com o cimento radicular e o ligamento periodontal, asseguram a sustentação dos dentes.

O ligamento periodontal é um tecido conjuntivo muito vascularizado e rico em células. Rodeia a raiz do dente e une o cimento radicular com a lâmina própria da gengiva, sendo separado da mesma por bandas de fibras de colagénio que unem o osso da crista alveolar com a raiz. A sua presença torna possível a diluição e distribuição dissipada de forças durante a mastigação. Também desempenha um papel importante na mobilidade dentária e no movimento próprio das correcções ortodônticas. Na verdade, o movimento ortodôntico é um movimento periodontal já que é influenciado pela largura, comprimento e qualidade do ligamento periodontal.

O cimento é um tecido mineralizado especializado que recobre a superfície radicular dos dentes. É um tecido sem vasos linfáticos e sem inervação. Também não sofre remodelação ou reabsorção fisiológica mas é depositado continuamente ao longo do tempo. O cimento une as fibras do ligamento periodontal e ajuda no processo de reparação quando a superfície radicular sofre danos.

A gengiva é a parte da mucosa mastigatória que reveste o processo alveolar e a região cervical dos dentes, constituindo-se em gengiva livre e gengiva aderida. A gengiva livre ou marginal é de consistência firme, superfície opaca e cor rosa pálido ou coral compreende o tecido gengival das áreas mais próximas ao dente. A gengiva aderida continua a gengiva livre mas está firmemente aderida ao tecido ósseo. Também tem cor de rosa pálido e está separada da mucosa oral por uma linha – linha muco gengival e compreende todo o tecido gengival nos lados vestibular e lingual dos dentes.

O ligamento periodontal e o cimento radicular formam-se a partir do folículo que circunda o dente no início do seu desenvolvimento. É constituído por fibroblastos, osteoblastos, cimentoblastos, células epiteliais e células nervosas.

O dente está assim unido ao osso alveolar por bandas de fibras de colagénio que estão divididas em quatro grupos^a. Essas fibras são produzidas pelos fibroblastos.

As verdadeiras fibras do ligamento periodontal, as fibras principais, desenvolvem-se aquando da erupção dentária. A orientação das bandas de fibras de colagénio vai mudando ao longo do percurso da erupção dentária.

Quando o dente estabelece a oclusão, as fibras do ligamento periodontal associam-se em grupos de fibras de colagénio dento-alveolares, as quais ficam em constante remodelação.

^a Fibras da crista alveolar, horizontais, oblíquas e apicais.

A matriz/substância fundamental do tecido conjuntivo é produzida pelos fibroblastos. No entanto, alguns dos seus constituintes também são produzidos por células provenientes do sangue. A matriz é essencial para manter a função do tecido conjuntivo, pois permite o transporte de água, electrões e nutrientes.

O suprimento sanguíneo do periodonto é proveniente das artérias alveolar superior e inferior. O periodonto também integra na sua composição fibras nervosas sensitivas e autónomas.²⁰

A transmissão das forças oclusais de um dente superior para um dente inferior é feita através das cúspides de trabalho (palatinas superiores e vestibulares inferiores). Idealmente, os contactos oclusais devem ter distribuição e intensidade uniformes e devem estar posicionados de forma a permitir que as tensões resultantes sejam direccionadas para o longo eixo dos dentes. As cúspides de trabalho podem estar direccionadas a diferentes estruturas do dente antagonista, como as fossas, vertentes oclusais e vertentes marginais. Quando um dente entra em contacto com o vértice da cúspide ou com uma superfície relativamente plana, como a crista de um rebordo ou fundo de uma fossa, a força resultante é direccionada verticalmente através do seu longo eixo. Porém, quando o contacto ocorre numa vertente, as forças resultantes são horizontais.

As forças verticais são bem aceites pelo ligamento periodontal, ao contrário das forças horizontais, as quais não são efectivamente dissipadas e podem causar respostas patológicas.²¹

Durante os movimentos mandibulares, como os de protrusão e de lateralidade, os dentes anteriores devem guiar a trajectória do movimento (guia canina e guia incisiva), possibilitando que os dentes posteriores permanecem em inoclusão, sendo assim protegidos de cargas horizontais (laterais) fora do seu grande eixo.

Há características que permitem aos dentes anteriores ter uma melhor tolerância às forças laterais. Em estudos recentes, sugeriu-se que o ligamento

periodontal na região dos dentes anteriores, comparado com o dos posteriores, é rico em terminações proprioceptivas neurológicas, o que específica e representa um complexo sistema de defesa.¹ Desta forma, qualquer sobrecarga nesta região faz com que o sistema de defesa proprioceptivo provoque sensibilidade imediata ocorrendo relaxamento muscular para preservar os componentes das forças nocivas.

Mesmo numa oclusão considerada dentro dos parâmetros fisiológicos normais, como os acima descritos, o suporte e a distribuição das forças sobre as faces oclusais não podem ser simplificados. A anatomia própria dos dentes posteriores, caracterizada pelas vertentes, inclinadas, assim como os complexos e diversos movimentos mandibulares e as diferentes posições dos pontos de contacto num mesmo dente, podem gerar vectores de força altamente complexos durante o “simple” acto de mastigar.

Como todos os materiais, os tecidos dentários apresentam limites de resistência às pressões a que são submetidos. Em certos casos, dependendo da sua intensidade, direcção e frequência, as cargas oclusais podem comprometer a integridade desses tecidos.

Uma revisão da literatura demonstrou que existem abordagens muito diferentes e controversas relativamente à oclusão. Estas abordagens levantaram muita polémica a respeito do diagnóstico e do tratamento das alterações oclusais.²² A oclusão foi abordada inicialmente estudando o relacionamento estático entre os dentes, usando métodos como o papel articular, ceras oclusais e moldagens em silicone.²³

Contudo, consegue-se informação oclusal com o equipamento designado por T-Scan III[®] que é impossível obter com o papel de articulação. O papel de articulação não mostra a ordem sequencial dos contactos entre as superfícies oclusais individuais e os antagonistas. Esta é a única maneira provada de se obter o sincronismo e as forças dos contactos oclusais. Como se demonstrou naquelas pesquisas, o papel de articulação somente fornece posições dentárias e não pode indicar o tempo ou a força.

Mais tarde autores como Posselt ²⁴ e Lauritzen ²⁵ descobriram que a análise funcional do aparelho mastigatório era necessária para estabelecer o diagnóstico da patologia oclusal e sugeriram o uso de articuladores. Os articuladores surgiram da necessidade de confrontar os dois arcos opostos e fornecer assim, reconstruções dentárias exactas.

O articulador permitiu que o médico dentista estudasse o número e a localização dos contactos dentários durante os movimentos mandibulares ²⁴ e que analisasse com mais precisão o padrão oclusal do paciente.²⁶ A razão pela qual este método não foi amplamente utilizado, pode ter sido devido à dificuldade na sua execução, assim como à falta de compreensão de alguns conceitos oclusais.²³

Desde que Arcan ²⁷ desenvolveu a fotoclusão, foi igualmente possível descobrir a força relativa dos contactos dentários e os seus tempos. O método interpreta mudanças na cor para calcular a intensidade do contacto.²⁸

Em 1987 Maness ²⁹ defendeu que o método era impreciso e inadequado e desenvolveu um novo sistema computadorizado que registava facilmente os contactos oclusais. O sistema assumido pelo facto ter um grande potencial para o diagnóstico clínico e tratamento da oclusão e por fornecer registos exactos da força e tempo de contacto dentário.

Actualmente existem equipamentos evoluídos a partir das primeiras versões apresentadas que permitem medir as pressões oclusais. Um desses sistemas é designado por T-Scan[®] sendo a versão III utilizada neste trabalho.

Reza & Neff ^{28,30} descobriram que o equipamento apresentado não era apenas capaz do registo dos contactos oclusais, mas também era capaz de fazer a análise dos tempos e níveis de força, graças à elevada precisão do sensor.^{28,29,30,31,32}

2. FISILOGIA DO MOVIMENTO DENTÁRIO

A movimentação dentária induzida é um processo biomecânico múltiplo caracterizado por reacções sequenciais do tecido periodontal em resposta às forças aplicadas. Os estímulos provocados geram alterações nos tecidos que, em conjunto com a activação de mediadores químicos, resultam na remodelação óssea.^{33,34} Durante o movimento dentário inicial, as células do ligamento periodontal são comprimidas e o fluído extracelular do periodonto é extravasado para os espaços medulares. Na zona de pressão, o tecido de sustentação fibroso é reconstituído através da substituição quase completa das fibras velhas por novos elementos fibrosos.

As alterações vasculares precoces como estase, isquemia, diminuição gradual de capilares, presença de trombos, completa obliteração de vasos sanguíneos e degeneração vascular também são descritas no lado de pressão do ligamento periodontal durante a movimentação ortodôntica.^{35,36} Contudo, a distensão e dilatação dos vasos sanguíneos são relatadas no lado de tensão do ligamento periodontal.^{36,37}

O ligamento periodontal desempenha um papel fundamental para que o processo de movimentação dentária ocorra. A sua compressão induz estímulos geradores de inflamação local, favorecendo o surgimento de um micro ambiente susceptível à reabsorção óssea.³⁸

Melsen³⁹ em 2001, confirma que a reabsorção óssea directa ou indirecta é percebida como uma reacção dos tecidos à força aplicada.

De acordo com Proffit,⁴⁰ durante o tratamento ortodôntico, o osso é selectivamente removido em algumas áreas e adicionado noutras, enquanto o dente se move carregando os tecidos de sustentação. Entretanto, outros autores,⁴¹ acrescentaram que a remodelação óssea é um processo dinâmico

que envolve actividades celulares coordenadas entre osteoblastos, osteócitos e osteoclastos.

As unidades de reabsorção ou osteo remodelação são um conjunto celular caracterizado pelos osteoclastos, sob o comando de osteoblastos e auxiliados pelos macrófagos.⁴²

Nessas unidades, ressalta-se o micro-ambiente ácido, totalmente isolado do meio tecidual e proporcionado pela *interface de borda activa* ou em escova dos osteoclastos e a superfície óssea em reabsorção.

Por outro lado, Ferreira,⁴³ em 2002, afirma que na face oposta, onde existe distensão dos ligamentos, o estímulo promoverá a diferenciação de células mesenquimais em osteoblastos e fibroblastos. Em torno de dois dias após a aplicação da força, as modificações locais irão permitir que os osteoclastos e os osteoblastos iniciem o processo de remodelação óssea, com aposição no lado onde há tensão e reabsorção na face em pressão.

Segundo Proffit⁴⁰ em 2002, a remodelação óssea pode ser explicada pela teoria da pressão - tensão, na qual uma alteração no fluxo sanguíneo do ligamento periodontal é produzida pela movimentação do dente no alvéolo. A passagem de sangue diminui onde o ligamento é comprimido e é mantida ou aumentada onde é tensionado, produzindo modificações locais nos níveis de oxigénio. Essas alterações químicas, agindo directamente, ou por estímulo da liberação de outros agentes activos biologicamente, poderiam estimular a diferenciação e a actividade celular. Para Moraes et al.⁴² em função do pH ácido resultante do exsudado formado durante a movimentação ortodôntica, os osteoclastos chegam ao local e instalam-se na superfície óssea promovendo sua reabsorção.

Entretanto, em 2002 Proffit⁴⁰ explica que quando a força aplicada contra o dente é de intensidade suficiente para ocluir totalmente os vasos e interromper o suprimento sanguíneo, antes do aparecimento normal de osteoclastos, uma necrose estéril é produzida na área. Por causa da aparência histológica do

desaparecimento de células, essa região não vascularizada é tradicionalmente chamada de hialinizada. Nesse caso, a remodelação do osso próximo ao local necrótico deve ser efectuada por células derivadas de regiões adjacentes não danificadas.

Como os osteoclastos iniciam um ataque imediatamente abaixo da área necrótica, esse processo é descrito com uma reabsorção “rampante”.

Já Consolaro³⁸ em 1999, complementa ao explicar que a quantidade de hialinização depende do grau de hipoxia gerado, o qual, por sua vez, é dependente da quantidade de força aplicada.

3. TIPOS DE FORÇAS ORTODÔNTICAS

Entende-se por força, aquilo que pode alterar o estado de repouso ou de movimento de um objecto. Força ortodôntica é a carga aplicada sobre um dente o que implica o seu movimento através de respostas celulares, sem efeitos secundários e preservando a integridade do ligamento periodontal. A aplicação de uma força simples no dente origina um momento de força, que é proporcional à força multiplicada pela distância do *bracket* até ao centro de resistência do dente. Este momento permite o movimento da raiz para um lado e para o outro. Para se verificar movimento da coroa e da raiz para o mesmo lado, conhecidos por movimento de translação, é necessário aplicar um binário de força, isto é, duas forças paralelas com a mesma intensidade e direcções opostas, capaz de girar o dente em torno do seu centro de rotação, que coincide, neste caso com o centro de resistência. Numa situação como esta, o binário não é capaz de alterar o centro de resistência.

O movimento do dente assenta em dois centros, o centro de resistência e o centro de rotação. O centro de resistência corresponde ao ponto onde a aplicação de uma força produziria apenas movimento de translação.

Em dentes monorradiculares, o centro de resistência normalmente está localizado no terço radicular a partir da crista óssea alveolar.

Já nos multirradiculares, está localizado na região da furca.⁴⁴ Foram realizadas experiências foto elásticas e cálculos bidimensionais, determinando que o centro de resistência se encontra a 48% do comprimento da raiz, apicalmente.⁴⁴

O centro de rotação corresponde ao ponto à volta do qual o dente roda. A sua posição depende do sistema de forças, determinando-se pela relação momento/força.

As forças ortodônticas podem ser contínuas e intermitentes. No primeiro caso é aplicada uma força com uma magnitude constante num dado período de tempo. No segundo caso a aplicação de forças é realizada de forma alternada em períodos de actividade e de inactividade. As forças ortodônticas podem ainda ser dissipantes, tratando-se de uma modalidade da força contínua, em que o período de aplicação da força é mais longo.

As forças funcionais são forças presentes na boca em que a sua acção se manifesta nos dentes de forma intermitente com consequência à função muscular.

3.1 Efeito da Magnitude da Força

Quanto mais elevada for a pressão aplicada, maior será a redução no fluxo sanguíneo através das áreas comprimidas do ligamento periodontal, até ao ponto em que os vasos se tornam totalmente colapsados e sem fluxo sanguíneo.⁴⁰

As forças mais intensas são capazes de ocluir totalmente os vasos sanguíneos e interromper o suprimento em determinadas áreas do ligamento periodontal. Como já referimos, quando isto acontece inicia-se uma necrose estéril nessa área. As células, das áreas adjacentes ao local comprimido, são estimuladas a transformarem-se em osteoclastos. Devido a esta aparência histológica de desaparecimento das células, a área não vascularizada é tradicionalmente chamada hialinizada. Quando isto ocorre, a remodelação do osso adjacente à área necrótica tem de se efectuar por células provenientes das áreas adjacentes não danificadas.

Quando uma força menos intensa ⁴⁰ e prolongada é aplicada a um dente, o fluxo sanguíneo através do ligamento periodontal parcialmente comprimido

diminui. O fluido é enviado para fora do espaço periodontal e o dente movimenta-se dentro do alvéolo. Poucas horas depois a mudança resultante no ambiente químico produz um padrão diferente de actividade celular.

3.2 Tipos de Movimento Dentário Ortodôntico

Para que se realize movimento dentário, o nível de força tem que ser suficientemente alto para estimular a actividade celular, sem ocluir completamente os vasos sanguíneos do ligamento periodontal. São importantes para a determinação do efeito biológico tanto a quantidade de força exercida sobre um dente como a área do ligamento sobre a qual a pressão será distribuída. A resposta do ligamento é determinada pela pressão por unidade de área.

A distribuição das forças no ligamento periodontal e conseqüentemente a pressão, diferem nos vários tipos de movimento dentário, sendo necessário para os objectivos ortodônticos especificar o tipo de movimento, assim como a quantidade de força para proporcionar níveis de pressão óptimos.

Alguns autores⁴⁵ admitem que, por vezes, as condições mecânicas dos dispositivos ortodônticos são capazes de aumentar consideravelmente a força aplicada, o que justifica o facto de forças qualificadas como leves poderem impor ao dente uma pressão extremamente elevada, causando dano.

Por isso, torna-se necessário e prioritário conhecer bem a biomecânica dos sistemas ortodônticos.

O movimento dentário é mais eficiente quando se evitam áreas de necrose no ligamento periodontal ao mesmo que se reduz a hipótese de dor.

É necessário evitar forças ortodônticas excessivas. Mesmo com forças “leves”, podem-se desenvolver pequenas áreas não vascularizadas no ligamento

periodontal e o movimento dentário é retardado. As forças pesadas não são úteis para o movimento ortodôntico.

Movimento de Inclinação

É o movimento que ocorre quando se aplica uma força simples contra a coroa de um dente. O dente gira em torno do seu centro de resistência num ponto localizado aproximadamente no terço apical da raiz. ⁴⁶

Como se pode ver na figura 1 o ligamento periodontal é comprimido próximo ao ápice do mesmo lado da força e na crista alveolar do lado oposto da força. A pressão máxima do ligamento é criada na crista alveolar e no ápice e progressivamente menos pressão é criada próximo ao centro de resistência.

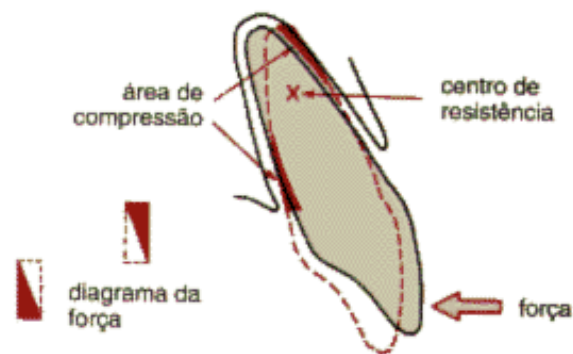


Fig 1 – Aplicação de uma força simples à coroa de um dente.

Fonte: Proffit, W.R., Fields Jr, H.W. Ortodontia Contemporânea.

As forças utilizadas para inclinar os dentes devem ser leves e não devem exceder os 50g.

O movimento de inclinação pode ser considerado como o movimento dentário mais seguro biológico. Deve-se ao facto do movimento fisiológico dos dentes ocorrer em forma de inclinação.

Durante o tratamento ortodôntico, um dente pode ser inclinado, com certas variações, nas direcções vestibulo-lingual ou mesio-distal. O resultado característico de uma inclinação é quase sempre a formação de uma zona hialinizada ligeiramente abaixo da crista alveolar.

Movimento de translação

Trata-se do movimento que ocorre quando a força actua com dois pontos de aplicação, desencadeando um binário que regula a rotação. O centro de resistência é deslocado para qualquer ponto do dente. O ápice desloca-se na mesma direcção e ao mesmo tempo da coroa, com aproximadamente a mesma quantidade de movimento.

Neste movimento ocorre uma grande área de reabsorção óssea do lado para o qual o dente se move e uma grande área de aposição no lado oposto. O dente desloca-se praticamente em corpo, como se mostra na figura 2.

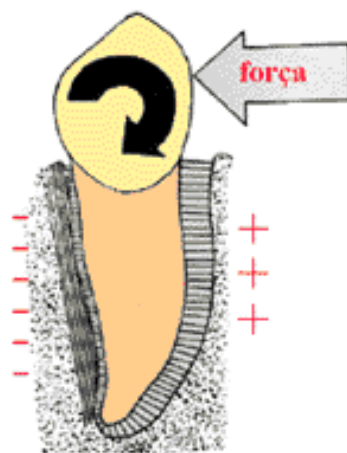


Fig 2 – Movimento de translação.

Fonte: Proffit, W.R., Fields Jr, H.W.; Ortodontia Contemporânea.

Movimento de rotação

É o tipo de movimento pelo qual o dente roda em volta do seu eixo mais longo. É necessária uma força composta por dois pontos de aplicação afastados. A correcção de um dente em posição rodada é considerado um procedimento simples e, como em outros tipos de movimento dentário é favorável a aplicação de forças “leves”.

Produz-se frequentemente uma reabsorção marginal sem gravidade, com uma participação muito pequena do osso adjacente neste deslocamento.

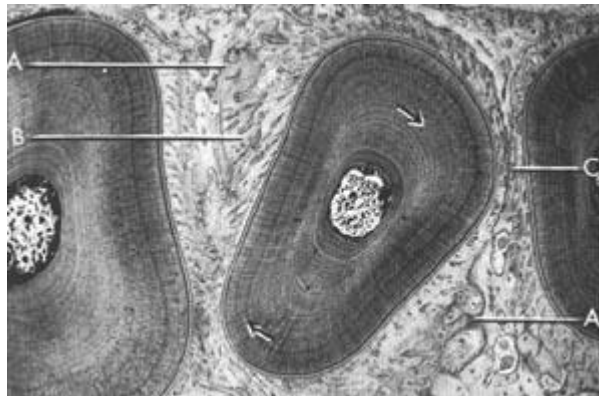


Fig. 3 - Formação de dois lados de tensão e dois lados de pressão.

- (A) Linha de demarcação entre camadas de osso velho e novo. (B)
- (C) Lado de pressão com absorção óssea directa.

Fonte: Reitan, k. *Tissue behavior during orthodontic tooth movement.*

Para melhor compreender a rotação dos dentes convém compartimentar a raiz em terço cervical, médio e apical.

Na região cervical, a maioria das fibras periodontais é formada pelo grupo de fibras gengivais livres e trans-septais.

As principais fibras dos terços médio e apical estão ancoradas na superfície radicular e no osso alveolar, e as fibras supra-alveolares estão conectadas com

todo o sistema fibrilar das regiões supra-alveolares. Esta diferença na fixação das fibras tem demonstrado ser de grande importância, especialmente durante o período de contenção⁴⁷ após o tratamento ortodôntico activo.



Fig 4 - Disposição das fibras gengivais livres após a rotação.

Fonte: Reitan, k. *Tissue behavior during orthodontic tooth movement.*

Um movimento de rotação pode provocar certas variações no tipo de resposta tecidual observada nos lados de maior pressão.

Com efeito o espaço periodontal fica aumentado, pela reabsorção óssea, verificada após a rotação.

Desta forma o novo osso fasciculado pode reordenar-se com facilidade depois da remoção do aparelho, isto é pela eliminação da força devido à contracção do feixe de fibras deslocado e estirado.

A presença de fibras com comportamento elástico e oxitalânicas na região cervical aumenta a contracção das estruturas supra alveolares, provocando recidiva.⁴⁸

Movimento de verticalização

É um movimento bastante semelhante ao de inclinação, só que a coroa permanece estática enquanto o ápice se desloca. Este deslocamento é muito utilizado durante o encerramento de diastemas após extracções de dentes.⁴⁹

Durante o movimento de verticalização, devido à aplicação da força sobre o ápice do dente, desenvolve-se entre ele e a crista alveolar uma área de atrito, a qual pode originar uma reabsorção radicular.

Quando um dente que foi inclinado é verticalizado, a zona de pressão no movimento de verticalização corresponde a antiga zona de tensão durante a inclinação. Ora, nessa zona encontra-se lá o osteóide^b, o qual pode opor-se ao movimento desejado.

Este tipo de movimento apresenta maiores inconvenientes em adultos, se o osso neoformado for de natureza fibrosa e pouco sujeito a reabsorção. O dente encontrará uma zona atrófica e pode provocar uma reabsorção radicular.



Fig. 5 – Movimento de Verticalização.

Fonte: Proffit, W.R., Fields Jr, H.W.; Ortodontia Contemporânea.

Movimento de torque

Movimento de inclinação que só permite a movimentação da raiz, enquanto a coroa se mantém fixa e se torna o centro de rotação.⁵⁰

Durante o movimento inicial de torque, a área de pressão coloca-se habitualmente na região da raiz. Isto ocorre porque o ligamento periodontal tem maior espessura no terço apical do que no terço médio.

^b Porção orgânica da matriz do tecido ósseo

Após a reabsorção das partes ósseas correspondentes ao terço médio, a superfície apical da raiz gradualmente irá comprimir as fibras periodontais adjacentes e estabelecer posteriormente uma zona de pressão mais ampla.⁴⁸

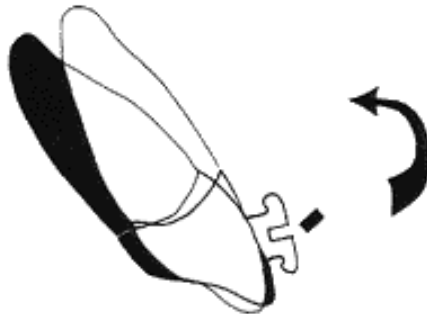


Fig. 6 – Movimento de Torque.

Fonte: Proffit, W.R., Fields Jr, H.W. Ortodontia Contemporânea.

Movimento de extrusão

Neste tipo de movimento o dente movimenta-se em direcção coronária ao longo do seu maior eixo.⁴⁶ Está muitas vezes dependente das fibras ligamentares.

Para Proffit,⁴⁶ os movimentos extrusivos, idealmente, não devem produzir áreas de compressão no ligamento, somente tensão.

As forças extrusivas e também as de rotação deveriam ser da mesma magnitude das utilizadas para os movimentos de inclinação, ou seja, entre os 50 e os 75g.

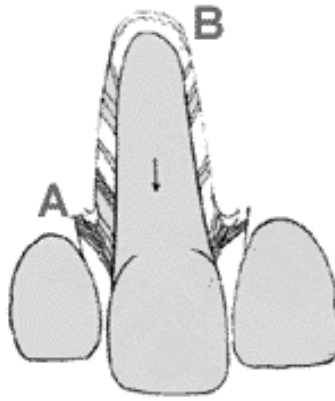


Fig. 7 – Movimento de Extrusão.

A - Disposição dos feixes de fibras durante ou após a extrusão de um incisivo central.

B - Novas camadas de osso no fundo do alvéolo.

Fonte: Proffit, W.R., Fields Jr, H.W. Ortodontia Contemporânea.

Movimento de intrusão

Movimento pelo qual o dente se desloca no sentido apical ao longo do seu eixo, ocorrendo uma osteólise nas paredes do alvéolo.

A zona mais apical é a última a ser envolvida pela maior espessura do ligamento periodontal nessa zona.

As forças aplicadas devem ser ligeiras, contínuas e de longa duração porque serão concentradas numa pequena área do ápice radicular.^{46,48}

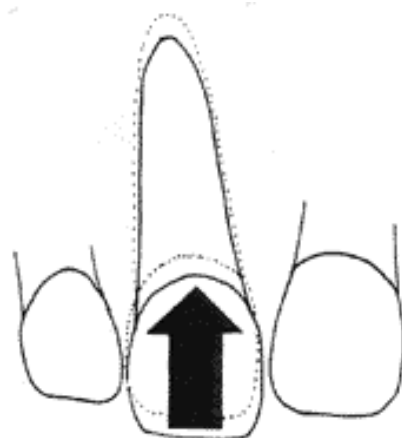


Fig. 8 – Movimento de Intrusão.

Fonte: Proffit, W.R., Fields Jr, H.W. Ortodontia Contemporânea.

3.3 Principais alterações sistémicas relacionadas com o movimento ortodôntico

Existem vários factores locais e sistémicos que controlam a aposição e a reabsorção óssea.⁵² É provável que a principal razão para a remodelação óssea seja permitir que os ossos respondam e se adaptem às forças mecânicas quando estas ocorrem em resultado do exercício físico e durante a aplicação de cargas mecânicas, tal como no caso dos movimentos ortodônticos.

Por vezes surgem algumas anomalias na remodelação óssea devido a doenças comuns nos seres humanos, tais como osteoporose, periodontite, artrite, insuficiência renal crónica e osteólise induzida por tumor.^{53,54}

Apesar destas anomalias serem comuns, na maioria dos casos pouco se sabe sobre os mecanismos responsáveis pela alteração na remodelação óssea que as caracteriza.

Verna e colaboradores,⁵¹ estudaram a influência do metabolismo ósseo com base num modelo experimental, em ratos. Nesse trabalho concluiu-se que as alterações metabólicas no tecido ósseo influenciam a resposta às forças ortodônticas. Devem por isso ser consideradas quando for planeado o tratamento ortodôntico para pacientes que apresentam doenças metabólicas ósseas como por exemplo, osteoporose, hiperparatiroidismo, insuficiência renal crónica ou os que fazem uso crónico de medicação capaz de interferir no metabolismo ósseo.

Embora não tenha sido encontrada nenhuma informação na literatura em relação ao possível efeito da diabetes na movimentação ortodôntica, é importante salientar que um dos factores locais que controlam a reabsorção e aposição óssea é o factor de crescimento semelhante à insulina (IGF) e, portanto, sugere-se que possivelmente esta condição sistémica exerça alguma

influência, apesar de serem necessárias pesquisas específicas que investiguem melhor esta hipótese.⁵⁵

Factores hormonais

O incremento nos níveis de hormona produzida pela paratiroide, induz um aumento do número de osteoclastos despoletando como consequência, um estímulo à reabsorção óssea.⁵³ Já a calcitonina, produzida pela tiróide, inibe a actividade dos osteoclastos, o que reduz a reabsorção óssea.⁵⁶

Da mesma forma as hormonas sexuais (testosterona e estrogénio), quando em excesso, têm efeito sobre as alterações no tecido ósseo, sendo em geral estimuladores da formação óssea; este factor pode relacionar-se com a movimentação dentária induzida.

Com efeito, o estrogénio influencia a remodelação óssea, podendo este factor relacionar-se com a movimentação ortodôntica. Apesar de seu mecanismo não ser totalmente compreendido, sabe-se que pode agir directamente sobre os osteoblastos ou indirectamente de forma a regular outras hormonas também importantes neste fenómeno.⁵⁷

Aliás, o défice de estrogénio, como na menopausa, tem como principal consequência a osteoporose, doença metabólica caracterizada por uma diminuição progressiva da densidade óssea, devido a um aumento da taxa de reabsorção óssea em relação à taxa de neoformação, fragilizando os ossos e tornando-os mais vulneráveis às fracturas.

Factores nutricionais

O tratamento ortodôntico envolve um processo contínuo de remodelação óssea relacionado com a movimentação dentária nos processos dento-alveolares, sendo necessário que exista equilíbrio metabólico do organismo. Esta homeostasia representa um desafio para o organismo, uma vez que o indivíduo em tratamento atravessa períodos específicos de necessidades nutricionais durante o crescimento, com particular ênfase na puberdade.

Esse equilíbrio nutricional depende dos níveis de cálcio e vitamina D, suplementos indispensáveis ao processo contínuo de remodelação óssea que o tratamento ortodôntico impõe.^{58,59}

Por outro lado, a falta de proteínas na dieta leva à deficiência de aminoácidos, responsáveis pela síntese de colagénio presente no tecido ósseo e nas fibras periodontais.

Factores vitamínicos

A vitamina A está directamente relacionada com a distribuição e actividade dos osteoblastos e osteoclastos, influenciando o equilíbrio entre a aposição e a reabsorção óssea enquanto a vitamina D regula o metabolismo ósseo e a deposição de cálcio nos ossos.

Já a falta de vitamina C interfere na síntese do colagénio, podendo levar à diminuição da deposição óssea.⁵⁶

Em suma, o ortodontista que objectiva o sucesso da terapêutica deve basear-se num sólido conhecimento da anatomia e histologia local, respeitar as condições próprias de cada paciente, procurar saber se há alguma patologia de

base, deficiência nutricional ou alteração hormonal e estar alerta aos sinais como dor e mobilidade dentária excessiva, todos eles sinais que apontam para a perda de controlo da biomecânica ortodôntica.

Considerando-se todos estes aspectos da biomecânica em ortodôntica, é possível planear de forma individualizada cada caso, possibilitando uma adequada resposta sistémica para a obtenção de bons resultados ortodônticos com estabilidade a longo prazo.⁶⁰

3.4 Resposta tecidual à aplicação de forças ortodônticas

As reacções tecidulares⁶¹ relacionadas com a ortodontia indicam tradicionalmente as trocas histológicas ocorridas no ligamento periodontal, particularmente, no osso alveolar de um dente que tenha sido movimentado ortodonticamente. Num sentido mais amplo, o termo reacções tecidulares abrange as modificações também ocorridas no tecido mole adjacente ao processo alveolar.

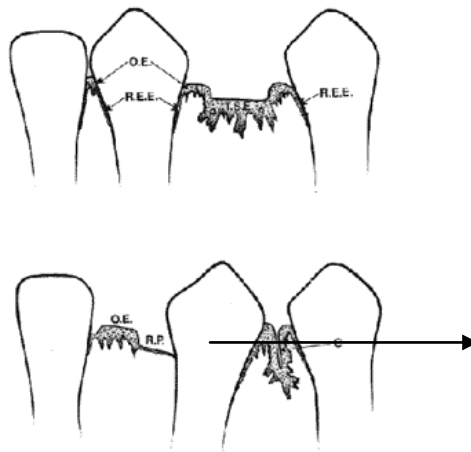
A mecânica usada pelo ortodontista e as reacções tecidulares resultantes, estão inter-relacionadas. A força empregue para o movimento dentário foi definida a partir da adaptação dos tecidos, através das reacções histológicas observadas nos mesmos. Os actuais aparelhos ortodônticos são usados com base em conhecimentos de princípios biofísicos e biomecânicos, os quais regem a histofisiologia dos tecidos de suporte e de protecção dos dentes.

Resposta do tecido gengival ao movimento ortodôntico

Em 1970, Atherton,⁶² observou que quando um dente é movido ortodonticamente, a gengiva adjacente ao dente altera-se de uma dada forma.

Esse efeito é tipicamente observado quando um canino superior é distalizado (figura 9).

Na realidade existem mudanças no aspecto da gengiva que se encontra do lado mesial do dente, a qual se assemelha a um tecido estirado. Esta observação pode ser confirmada antes do movimento dentário, pela marcação de uma pequena tatuagem na papila mesial do canino (figura 10b). Em certos casos o tecido apresenta-se com um defeito avermelhado e de forma triangular junto à superfície.⁶²



O.E. - Epitélio oral.

R.E.E. - Epitélio reduzido do esmalte.

T.S.E. - Epitélio cicatricial do dente movido.

R.P. - Epitélio defeituoso de cor avermelhada.

C. - Prega epitelial após o movimento dentário.

Fig. 9 - Diagrama representando as mudanças epiteliais.

Fonte: Atharton, J.D. *The gingival response to orthodontic tooth movement.*

A título de exemplo, durante a movimentação distal do canino, ocorrem mudanças gengivais que podem ser divididas em **4 fases:**

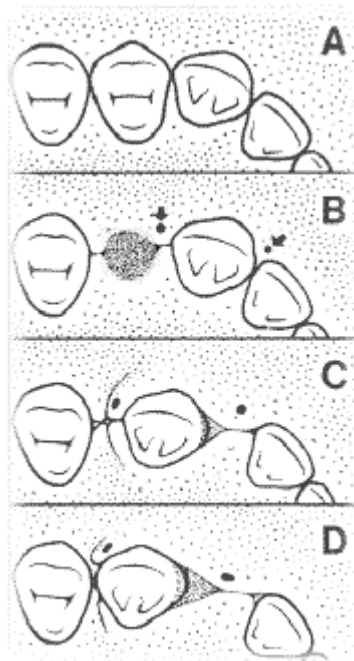


Fig. 10 – Diagrama representando as fases do movimento dentário.

Fonte: Atharton, J.D. *The gingival response to orthodontic tooth movement.*

Na região distal ao dente movimentado, a gengiva está deslocada na mesma direção. (figura 10c e 10d). Isto também pode ser confirmado através de uma tatuagem na papila gengival distal ao dente.

Fase A - representa o aspecto gengival anterior à extração. A gengiva apresenta uma cor normal rósea - pálida.

Fase B – mostra a situação imediatamente após a extração dentária. A figura 10 mostra a epitelização do local previamente preenchido por sangue coagulado. As papilas ainda se apresentam intactas na região mesial e distal do canino. As setas apontam as marcas tatuando as papilas.

Fase C – demonstra a situação 7 a 9 semanas após o início do movimento dentário. O dente em movimento está separado dos dentes anteriores e a papila entre estes dentes torna-se visível. A papila vestibular e palatina estão unidas através de um sulco e junto à superfície mesial pode ocorrer a formação de um defeito epitelia de cor avermelhada e com formato triangular. Na região distal do dente que se está a deslocar, a papila está deslocada na mesma direção, mas ainda está intacta.

Fase D – exhibe o fim do movimento dentário, por volta de 9 a 13 semanas após o início do deslocamento. O defeito triangular está agora bem definido. A exposição da superfície mesial do canino à cavidade oral torna-se maior devido àquele defeito epitelial. Na região distal do dente, ou seja, aquela que entrou em contacto com o pré-molar, apresenta a papila separada em duas partes, uma palatina e outra vestibular, com a formação de uma prega mucosa.

Como já referimos a fase inicial do movimento ortodôntico envolve sempre uma resposta inflamatória gengival. O processo inflamatório é maioritariamente exudativo e diminui com o tempo, sendo esta fase substituída por um processo crónico proliferativo envolvendo fibroblastos, células endoteliais, osteoblastos e células da medula do osso alveolar.

A inflamação crónica predomina até ao próximo passo clínico em que se inicia um novo período inflamatório. A inflamação é essencial para o movimento ortodôntico, no entanto, produz ou ajuda a produzir efeitos locais indesejáveis incluindo gengivite, reabsorção radicular, recessão gengival, cáries, perda óssea marginal e reacções pulpares. No entanto, este processo é reversível com uma higiene oral adequada e após a remoção do aparelho ortodôntico.

Resposta óssea e do ligamento periodontal à aplicação de forças ortodônticas

De acordo com Reitan,⁶¹ não existe grande diferença entre as reacções tecidulares observadas nos movimentos dentários fisiológicos e nos ortodônticos. Os dentes são movidos mais rapidamente durante o tratamento e as mudanças tecidulares produzidas por forças ortodônticas são, em consequência, mais marcadas e extensas. Esta diferença também se reflecte no maior tempo requerido para que se inicie a formação óssea nas áreas previamente reabsorvidas.

A este propósito, DeAngelis, ⁶³ em 1970, descreve a resposta tecidual à biomecânica ortodôntica como um achado fundamental na série de eventos que devem ser considerados no movimento dentário.

A degradação dos osteoclastos do osso alveolar como resultado da pressão e a concomitante deposição dos osteoblastos em resposta à tensão, são achados consistentes em estudos histológicos de movimento dentário, daí que os princípios mecânicos possam ser aplicados com sucesso sobre a dentição.

Nos dias de hoje, têm sido desenvolvidos diversos refinamentos técnicos relativos à magnitude e à duração das forças aplicadas, o que tem alterado as características da resposta tecidual.

4 – TEORIAS DO MOVIMENTO ORTODÔNTICO

As primeiras teorias foram descritas por Kingsley em 1880, e segundo ele, a “elasticidade do osso alveolar” permitiria o movimento ortodôntico.^{64,65}

Em 1888, Farrar⁶⁶ foi o primeiro a sugerir que o osso alveolar tem um papel importante no decorrer do movimento dentário, ao referir a “ reabsorção e aposição de osso e a deformação do processo alveolar”.

Angle em 1907, defendeu que a reabsorção ocorria antes do movimento e posteriormente dava-se a aposição mas, o fenómeno mais determinante era a deformação do processo alveolar. Em 1940, Breither defendeu que o septo ósseo era reformulado por novo osso na nova aposição.²⁰

Estas teorias foram mais tarde confirmadas por Baumrind em 1969⁶⁶ em experiências com ratos e por Grimm em 1972, em humanos.⁶⁶ Segundo estes autores quando é activado um dispositivo ortodôntico, as forças aplicadas ao dente são transmitidas a todos os tecidos circundantes.

Proffit relata⁴⁵ que existem dois elementos de controlo do movimento ortodôntico possíveis: a electricidade biológica ou piezo-electricidade e a pressão – tensão sobre o ligamento periodontal, afectando o fluxo sanguíneo.

Importa referir que as teorias sobre as alterações dos tecidos durante o movimento ortodôntico são apenas hipóteses, ainda que fundamentadas que explicam uns fenómenos mas que falham em explicar outros.⁶⁵

4.1 Teoria bio-eléctrica

A teoria bio-eléctrica foi proposta por Basset e Becker em 1962, baseando-se na resposta à aplicação de acções mecânicas, que gera potenciais eléctricos nos tecidos sob pressão/tensão. Esta teoria da bio-eletricidade relaciona o movimento dentário como parte das mudanças no metabolismo ósseo, as quais são controladas pelos sinais eléctricos produzidos quando o osso alveolar é deformado e curvado.⁶⁶

De acordo com esta teoria o movimento dentário ocorreria devido a alterações no metabolismo ósseo, controlados por potenciais eléctricos.⁴⁶ No entanto, esta teoria parece não apresentar evidências conclusivas sobre a natureza biológica do mecanismo do movimento ortodôntico.

4.2 Teoria da pressão e tensão

De acordo com esta teoria o movimento ortodôntico ocorre devido a uma alteração da corrente sanguínea no ligamento periodontal.

Com efeito, a teoria da pressão - tensão relaciona o movimento dentário com as alterações celulares produzidas pelos mensageiros químicos, tradicionalmente considerados como geradores das variações no fluxo sanguíneo que se processam no ligamento periodontal.

A pressão e a tensão no ligamento quer pela redução (pressão) ou quer pelo aumento (tensão) do diâmetro dos vasos sanguíneos no espaço periodontal, alteram, certamente, o fluxo sanguíneo.

No lado de compressão (pressão) a corrente sanguínea e os níveis de oxigénio diminuem e, no lado de tracção (tensão) aumentam ou mantêm-se iguais.

Estas alterações estimulam a diferenciação e activação celular. No entanto, não se explica se as células periodontais conseguem distinguir compressão (pressão) de tracção (tensão).⁶⁷

Importa referir que as duas teorias não são incompatíveis e não se excluem mutuamente. Numa perspectiva actual, parece que ambos os mecanismos fazem parte do controlo biológico do movimento dentário.^{20,66}

5 – REMODELAÇÃO ÓSSEA DURANTE O MOVIMENTO ORTODÔNTICO

O processo de remodelação óssea depende da actividade das células ósseas que actuam à sua superfície. O espaço medular permite a actividade celular que é essencial para que ocorra o movimento dentário.

Pelo facto de o osso ser um tecido mineralizado as alterações ósseas externas ocorrem ao longo das superfícies vascularizadas do periósseo, com processos de catabolismo (reabsorção) e anabolismo (aposição).

A média de remodelação óssea catabólica depende do número de osteoclastos.⁶⁸ Trata-se de um processo adaptativo, o qual permite alterar a forma, o tamanho ou a posição do osso.

Ainda não está bem definido se os osteoclastos surgem ou não da activação de osteoclastos já maduros no ligamento periodontal ou, de uma possível proliferação das *stem cells* ou de tecidos hematopoiéticos locais.

O fim da reabsorção óssea e o início da formação do osso. Este processo ocorre através de um mecanismo que assegura que seja depositada quantidade equivalente de osso após a fase prévia de reabsorção. A média de reabsorção para os osteoclastos durante a remodelação do osso cortical é de aproximadamente 26 $\mu\text{m}/\text{dia}$ em cães, e de 30 $\mu\text{m}/\text{dia}$ em coelhos. A média de movimento dentário através do osso cortical é de aproximadamente 0.6 mm/mês.⁶⁸

Quando um dente é movido a reabsorção ocorre na parede do alvéolo do ligamento periodontal. Neste caso, a actividade dos osteoblastos na superfície tensão e dos osteoclastos na superfície de pressão, são sincronizados com um ciclo remodelador idêntico ao encontrado no movimento dentário fisiológico.

A reabsorção ocorre na parede do alvéolo na direcção da força e, a aposição ocorre a uma certa distância dentro do processo alveolar ou na superfície externa do alvéolo.⁶⁷ Simultaneamente o ligamento periodontal mantém o seu espaço através de aposição na parede alveolar contrário à força.

A teoria que descreve que a reacção do osso à pressão envolve o fluxo de líquidos nas células ósseas, baseia-se na presença dos osteócitos nas lacunas ósseas.⁶⁴ Assim sendo, a pressão no osso provocará um fluxo de líquidos pelos canalículos activando os osteócitos.

Foram propostas duas teorias para esse fluxo de líquidos. A primeira assume que o estímulo mecânico actua directamente nas células ósseas sendo apoiada por estudos *in vitro*. No entanto, alguns autores⁶⁴ referem que a pressão aplicada é muito elevada em comparação com a que pode ocorrer no osso. Outros⁶⁴ referem que o estímulo mecânico directo, com níveis de pressão semelhantes aos aplicados *in vivo*, não induz reacção celular nos osteócitos humanos *in vitro*.

A segunda teoria é baseada no princípio que os microdanos no osso iniciam uma resposta celular.⁶⁹ As microfracturas ocorrem como resultado do material sujeito a fadiga, pode conduzir à apoptose dos osteócitos que, por sua vez, atraem para o local os osteoclastos.⁶⁴

A resposta celular às acções mecânicas tem sido considerada como sendo realizada pelos osteoblastos, osteócitos ou ambos. A forma de como as células detectam as forças inclui a reorganização do cito-esqueleto e a sensibilidade à pressão dos canais iónicos.⁶⁸

O osso é constituído por quatro tipos de células: osteoblastos, osteócitos, células que revestem o osso e osteoclastos. Os osteoblastos são as células que revestem o osso e os osteócitos e derivam das *stem cells*.

Osteócitos

São células que se encontram localizadas nas lacunas ósseas, sendo responsáveis pela manutenção do osso. Possuem prolongamentos citoplasmáticos que entram em contacto com outros, formando junções comunicantes com os prolongamentos de outros osteócitos no interior dos canalículos. Estas células estão alojadas na matriz óssea, sendo anteriores aos osteoblastos. A apoptose dos osteócitos pode ser explicada pelo reduzido fluxo de líquidos e também pelo aparecimento das microfracturas.³⁵

Osteoblastos

São células cuja função é formar osso que, se inicia com a formação de uma camada de osteóide que posteriormente mineraliza.⁶⁷ As primeiras células que reagem a forças ortodônticas são os pré-osteoblastos. A formação de osso resulta de uma série de eventos que envolvem a diferenciação das células precursoras de osteoblastos derivadas das células mesenquimais primitivas, maturação de osteoblastos, formação de matriz seguida pela sua mineralização.

A fase inicial de aposição consiste numa atracção química de osteoblastos ou seus precursores para o local onde ocorre formação óssea. Os osteoblastos convergem para o fundo da cavidade formando a matriz do osteóide, que mineraliza em aproximadamente 13 dias, continuando até que se preencha o defeito.

Osteoclastos

Os osteoclastos são células que juntamente com os osteoblastos formam, remodelam e reparam o osso, sendo também responsáveis pela manutenção a longo prazo da homeostase do cálcio e fosfato no organismo.

A remodelação óssea requer um aporte contínuo de osteoclastos, pois estas células possuem um tempo de vida de aproximadamente, 12 dias.

Os osteoclastos são indispensáveis para o movimento ortodôntico. No entanto, a sequência de eventos que conduzem à formação dos mesmos ainda não é clara. Pensa-se que resultam da divisão das *stem cells* e dos precursores dos osteoclastos^{5,70,71} ou de unidades formadoras de colônias de granulócitos e macrófagos.

Em resumo a remodelação óssea é um processo dependente da actividade celular. As alterações ósseas ocorrem nas superfícies vascularizadas do periósseo com processos de reabsorção e de aposição de osso.

A reabsorção parece ser um processo adaptativo que depende do número de osteoclastos. Pensa-se que a aposição de osso ocorre pela diferenciação das células precursoras de osteoblastos que derivam das *stem cells*, maturação de osteoblastos, formação de matriz e posterior mineralização. Como já referimos os osteoblastos formam a matriz osteóide, a qual mineraliza em aproximadamente 13 dias.

Para que a remodelação óssea continue é necessário um aporte contínuo de osteoclastos.

6- MORFOLOGIA FACIAL VERTICAL

A força de mordida pode influenciar o desenvolvimento da função mastigatória e conseqüentemente a terapêutica reabilitadora. Uma vez que a variação associada a este indicador pode estar correlacionada com aspectos intrínsecos ao organismo como a morfologia facial vertical é necessário estabelecer qual a influência deste aspecto morfológico na força máxima de mordida e nas respostas funcionais associadas à função muscular.

O tipo facial de feição vertical é um dos parâmetros utilizados para a compreensão da influência dos aspectos anatomo-funcionais do aparelho mastigatório.

Segundo Bianchini,⁷² a determinação do padrão facial pode ser realizada por meio de análise cefalométrica. Esta é obtida a partir de tele-radiografia em incidência lateral afim da obtenção de medidas das estruturas craniofaciais.

A análise cefalométrica descreve os contornos de estruturas tegumentares e ósseas nas quais são demarcadas áreas específicas por meio de pontos, denominados pontos cefalométricos. Estes permitem a realização de traçados de orientação que determinam ângulos e distâncias os quais indicam as relações entre as estruturas esqueléticas do crânio, da face e da região cervical;⁷³ viabilizam a comparação da configuração esquelética dos indivíduos.⁷⁴

Na determinação do padrão facial do tipo vertical, de acordo com a análise de Ricketts, são utilizados cinco factores craniométricos: eixo facial, altura facial inferior, profundidade facial, plano mandibular e arco mandibular.⁷²

A média aritmética destes factores descritos determina o índice Vert pelo qual são distinguidos, no sentido vertical, três padrões faciais denominados: braquifacial, mesofacial e dolicofacial.

O padrão braquifacial caracteriza-se por uma diminuição do terço inferior de face e é frequentemente associado a arcadas dentárias largas. A musculatura destes indivíduos é forte, principalmente os músculos masséters. O lábio superior pode estar dobrado e apoiado no lábio inferior devido à pouca altura facial inferior.

É comum a anteriorização de mandíbula na articulação da fala, devido à mordida profunda.

Indivíduos com padrão mesofacial caracterizam-se por terços faciais equidistantes, com bom equilíbrio muscular e arcadas dentárias em forma ovalada.

Já o tipo dolicofacial caracteriza-se por um padrão de crescimento vertical, com altura facial inferior aumentada tendência à mordida aberta, ângulo mandibular (goníaco) aberto, base posterior do crânio mais curta e arcada dentária longa e estreita.⁷²

A musculatura é, em geral, débil e estirada, muitas vezes com o lábio superior em hipofunção, hipotonia de lábio inferior e hipertonia do mento para auxiliar no selamento labial, o qual está dificultado pelo aumento do terço inferior da face. A língua está posicionada mais anteriormente. A mastigação é ineficiente com pouca acção dos músculos bucinadores e com menor tonicidade da musculatura elevadora da mandíbula. A deglutição faz-se habitualmente com a interposição da língua e a participação activa da musculatura perioral de forma compensatória.

Este estudo foi realizado a fim de elucidar a influência dos diferentes tipos faciais na função dos músculos mastigatórios, por meio da mensuração da força máxima de mordida, assim como avaliar as implicações das diferentes morfologias faciais sobre os tipos de ciclos mastigatórios e deflexão mandibular medial, visando uma abordagem ampla que possibilite a melhor compreensão destas variáveis e a sua implicação clínica.

CAPÍTULO II – Material e Métodos

“Análise comparativa da pressão oclusal
em pacientes na fase de contenção do tratamento ortodôntico”

MATERIAL E MÉTODOS

1. INTRODUÇÃO

Neste estudo de carácter retrospectivo, mediu-se a pressão oclusal em dois grupos de indivíduos em quatro tempos diferentes.

Consideraram-se os seguintes objectivos:

1. Medir a pressão oclusal máxima em pacientes submetidos a tratamento ortodôntico em quatro tempos diferentes: no início da fase de contenção (dia em que se retiram os aparelhos), ao fim de um mês, ao fim de seis meses e ao fim de um ano.
2. Medir a pressão oclusal máxima em pacientes que nunca foram submetidos a tratamento ortodôntico em quatro tempos diferentes: num dia estipulado, um mês, seis meses e um ano após a primeira medição.
3. Comparar os resultados obtidos entre idades e sexo.
4. Comparar os resultados obtidos com os vários tipos faciais.
5. Comparar os resultados obtidos entre os diferentes grupos (experimental e de controlo).

Para a obtenção da pressão oclusal foi utilizado o sistema T-Scan[®] III ^c adquirido e disponibilizado pela Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto, por ser o aparelho mais preciso e adequado existente no mercado para esta função.

^c Tekscan , Inc

A recolha de dados foi realizada numa clínica de prática exclusiva de ortodontia sendo utilizada para o estudo uma amostra de 73 pacientes, divididos em dois grupos, o grupo experimental constituído por 37 pacientes que realizaram tratamento ortodôntico e o grupo de controlo constituído por 36 pessoas que nunca efectuaram nenhum tratamento ortodôntico.

O estudo teve quatro tempos diferentes de medições: no dia em que foi retirado o aparelho ortodôntico, um mês após, seis meses e um ano depois.

Foi assegurada previamente a disponibilidade dos pacientes para registos iniciais e finais.

2. REVISÃO DA LITERATURA

A estratégia de pesquisa utilizada para proceder à revisão bibliográfica sobre o assunto a estudar, teve por suporte a utilização de bases de dados disponíveis na biblioteca virtual da Universidade do Porto e a recolha manual em livros e revistas com importância particular para o efeito. Recorreu-se às bases de dados Medline e Scopus, entre outras (1970 – 2010).

3. AMOSTRA

Recolheu-se um total de 906 medições numa amostra de 83 indivíduos, sendo 49 do sexo feminino e 24 do sexo masculino, com idades compreendidas entre os 12 e os 58 anos de idade.

Foram excluídas 30 medições, restando 876 medições numa amostra final de 73 indivíduos.

Todos os indivíduos são de raça caucasiana.

3.1 Questões de investigação

Na presente pesquisa tentou responder-se a três questões de Investigação, equacionadas do seguinte modo:

1– Existe alguma alteração nos valores da pressão oclusal obtidos após o tratamento ortodôntico entre o grupo experimental e o grupo de controlo?

2 - Há alguma relação entre os dados obtidos e as variáveis definidas (idade, sexo e tipo facial)?

3 - Revela-se alguma correspondência entre a variação dos valores da pressão oclusal e as alterações anatomo-fisiológicas resultantes do movimento dentário durante o tratamento ortodôntico?

3.2 Considerações éticas

O projecto de investigação foi delineado seguindo as normativas legais patentes na declaração de Helsínquia da Associação Médica Mundial

(modificada em Outubro de 2000) e no Relatório e Parecer 34 /CNECV/2001 do Conselho Nacional de Ética para as Ciências da Vida.

Foi elaborado um consentimento informado com informação escrita referente ao conteúdo, finalidade, objectivos, procedimentos, riscos, resultados, participação e/ou desistência espontânea, confidencialidade inerentes ao projecto de Investigação que iriam, se concordassem, participar.

Para além desta informação escrita, os indivíduos foram esclarecidos verbalmente.

Esse consentimento informado teve a aprovação da Comissão de Ética da Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto, o qual foi assinado por cada paciente ou seu representante legal (no caso de serem menores) que participou neste estudo.

Não foi efectuado nenhum registo sem o paciente assinar esse documento. Os exames radiológicos utilizados no estudo foram previamente realizados por razões de diagnóstico pelo que não se considerou a possibilidade de haver dano nem risco de afectar a privacidade dos pacientes.

3.2 Critérios de selecção e exclusão da amostra

A selecção inicial da amostra foi efectuada de forma aleatória, à medida que os tratamentos ortodônticos finalizavam e era necessário remover os aparelhos fixos superior e inferior e seguido da colocação do aparelho de contenção.

Também foi utilizado, como critério de inclusão, a consulta dos processos, a existência de telerradiografia e estudo ortodôntico prévio a todos os indivíduos que foram tratados com aparelhos ortodônticos fixos com ou sem dispositivos auxiliares.

Foram considerados excluídos da amostra as seguintes situações:

- Casos em que o tratamento fosse interrompido antes da sua conclusão devido a má colaboração do paciente;
- Casos que necessitassem de tratamento protético para substituição de dentes ausentes, incluindo implantes;
- Indivíduos que apresentavam doença periodontal;
- Indivíduos que necessitassem de cirurgia ortognática.

Foi previamente assegurada a disponibilidade dos pacientes para os registos iniciais, intercalares e finais, tendo surgido algumas dificuldades na medição dos seis meses já que os pacientes tinham que se deslocar à clínica com a única finalidade de participar no estudo. Os outros períodos coincidiam com as consultas habituais da clínica.

4. METODOLOGIA

Como já foi mencionado anteriormente, a amostra do grupo experimental foi obtida através de pacientes de uma clínica de prática exclusiva de ortodontia.

À medida que os casos ficavam concluídos, eram retirados os aparelhos ortodônticos e os pacientes eram encaminhados para um gabinete preparado com o equipamento T-Scan para se dar início às medições.

O paciente era informado tanto verbalmente como por escrito, e era lhe dado o consentimento informado para assinar como forma de autorização.

Os dados de identificação eram introduzidos no computador como o nome completo e data de nascimento. Seguidamente procedeu-se à escolha do tamanho do sensor e respectivo dispositivo de travamento de acordo com o tamanho da arcada dentária. Após alguns minutos de conversa informal, na qual eram elucidados alguns aspectos a ter em conta quando se procede-se à oclusão do sensor, bem como toda a informação sobre os objectivos do trabalho e implicações em medições futuras.

Depois do consentimento informado devidamente assinado e as dúvidas esclarecidas, procedeu-se às medições da pressão oclusal.

Inicialmente era intenção conseguir fazer a média das três medições, mas com o tempo constatou-se que grande parte dos indivíduos ocluíam com receio por desconhecimento do seu efeitos e por medo de eventuais choques ou dor, por se tratar de um aparelho eléctrico. A primeira medição era sempre de valores mais baixos por ser efectuada sob um clima de grande desconfiança e curiosidade, só com a terceira medição se conseguia obter valores mais fidedignos.

Optou-se por fixar no valor mais alto das três medições, porque o que realmente interessava era a força máxima possível de se obter.

Após as medições os valores ficavam registados no computador e seriam posteriormente passados para uma base de dados em *Excell*, da qual constavam também dados obtidos pela análise dos processos individuais.

É importante salientar que o sigilo profissional é sempre mantido e a identificação dos pacientes preservada. A cada paciente foi atribuído um número para posterior processamento da base de dados em *Excel* para futuro tratamento no sistema estatístico *SPSS*.

Todos os casos que participaram neste trabalho foram sujeitos à análise Cefalométrica de R. M. Ricketts, baseado na qual se determina o tipo facial de cada um dos intervenientes quer fossem do grupo experimental, quer do grupo de controlo.

Para essa determinação foram usados cinco factores dessa análise: ângulo facial, altura facial antero inferior, plano mandibular, arco mandibular e eixo facial. Indicações essas que já faziam parte do processo individual de cada indivíduo.

4.1 APARELHAGEM E RESPECTIVA MANIPULAÇÃO

Como sistema de medida foi utilizado o sistema de análise oclusal computadorizado que é comercializado sob a designação de T-Scan[®] III que consiste numa unidade de processamento, um monitor e um sensor que determinam registos oclusais. Este sistema vem acompanhado de um *software* que permite controlar a realização das medidas, elaborar os relatórios e analisar os dados obtidos.

Na figura 11 mostra-se o sensor e o par de adaptadores que o acompanha. Estes adaptadores têm como objectivo fixar o sensor na cavidade oral da forma mais conveniente à realização das medições.



Fig. 11 – T-Scan[®] III e respectivos sistemas de travamento.

É o sistema disponível mais preciso para medir as forças oclusais e para quantificar como a oclusão de um paciente está balanceada.

Este aparelho utiliza o tempo e a força como variáveis diagnósticas. É rápido, exacto e de utilização simples, permitindo que se faça um ajuste oclusal mais eficiente e acabe por eliminar problemas crónicos decorrentes de uma má-oclusão, sem a necessidade de intervenções mais complexas e demoradas.

O dispositivo é composto por um sensor, uma unidade do sistema e *software* específico compatível com o *Windows*, e um sistema portátil de entrada USB para ser ligado a um portátil.

O sensor ultra fino possui uma espessura de 60 micra e apresenta na sua superfície interna superior e inferior, linhas finas de tinta electrocondutora cruzada, formando uma rede x-y com mais de 1500 pontos sensíveis, com forma adequada para caber na arcada dentária. Trata-se de uma película constituída num material polimérico que é descartável e montada directamente sobre um suporte rígido que permite a sua colocação na arcada dentária. (figuras 12 e 13)

O sensor é o componente chave relativamente barato e é caracterizado pela sua força com resistência ao rasgo e à perfuração e pela capacidade à deformação elástica. A película é coberta por uma linha de prata, os pontos de cruzamento, que são banhados pela tinta condutora.

O espaçamento das linhas da rede é menor do que um milímetro e determina o grau da resolução no plano. A rede de linhas de tinta condutora é protegida por um substrato de filme poliéster. É este substrato que dá ao sensor a memória elástica e a resistência contra os rasgos e as perfurações.

O mesmo sensor pode ser usado no mesmo paciente através das sessões múltiplas e ser armazenado em luva entre os usos podendo ser limpos com álcool. Os sensores podem ser utilizados aproximadamente 15-25 vezes cada um, mantendo a sua fiabilidade e são descartáveis após a sua vida útil. O mesmo sensor não deve ser usado em pacientes diferentes.

O sensor é posicionado na arcada dentária e, quando o paciente oclui, produz-se alteração da condução eléctrica no receptor que é registada pelo

sistema electrónico e traduzida numa imagem no monitor.

O T-Scan® III produz informações instantâneas sobre quanto tempo o paciente demora para realizar uma oclusão completa; a ordem segundo a qual ocorrem contactos e se estes são prematuros; as forças relativas em cada ponto de contacto; a tendência de mordida habitual do paciente; a eventual existência de interferências oclusais nos lados de balanceio ou de trabalho.

Na figura 12 mostra-se esquematicamente e em fotografia a película que contém a matriz de sensores de pressão.

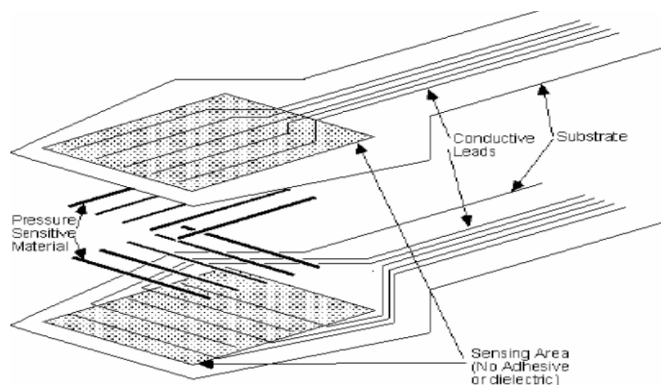


Fig. 12 – Esquema da parte interna do sensor.

Fonte: www.tekscan.com



Fig. 13 – Aspecto exterior do sensor.

O dispositivo de manuseio serve de suporte para o sensor ligando-o à unidade de processamento central do sistema (placa externa), que por sua vez, envia os sinais captados pelo sensor ao sistema de aquisição de dados, onde serão decodificados. Este dispositivo é composto por um mecanismo de travamento, botões de controlo remoto e um suporte.

O sistema de travamento serve para realizar a fixação e ligação do sensor com o dispositivo de manuseio.

Os botões são utilizados para controlar os registos dos contactos dentários sem contacto directo com o computador durante a sessão clínica e com isso permitir o controlo da biossegurança.

O suporte do dispositivo foi desenvolvido para manter o sensor num único plano, apresenta dois tamanhos (grande e pequeno) e é autoclavável.

Quando o sensor é adaptado ao suporte e no interior do dispositivo de manuseio (controlo remoto), ele fica alinhado com o sistema eléctrico do dispositivo. A conexão eléctrica é feita quando o sistema de travamento é fechado.

Nas figuras de 14 a) a 14 e) mostra-se a sequência de operações necessária à montagem da película sensora no suporte do sensor.



Fig. 14 a) – Colocação do sistema de travamento.



Fig.14 b) – Manipulação do sensor.

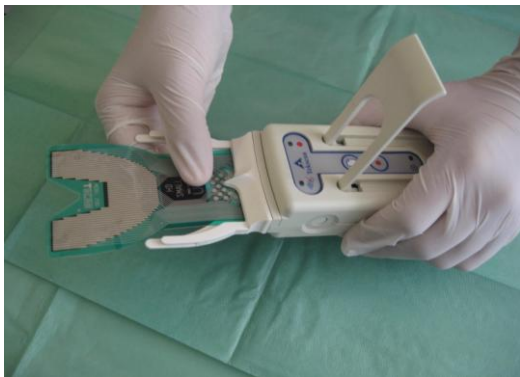


Fig. 14 c) – Colocação do sensor no sistema de travamento.



Fig. 14 d) – Fixação do sistema de travamento com o sensor.



Fig. 14 e) – Sensor pronto a ser usado.

A Unidade do sistema é um dispositivo externo (placa externa) que contém unidades electrónicas para registar, analisar e visualizar os dados referentes aos contactos oclusais. (Figura 15)

O Circuito do sensor é o responsável pela captação e leitura de cada ponto de contacto e varre sequencialmente toda a extensão do sensor a uma taxa de 1mm ciclos/segundo. (Figura 15)

Um circuito electrónico permite alimentar a matriz de sensores e recolher as medições de cada um deles durante a medição com o T-Scan® III.

O sistema é fornecido com Software apropriado que permite controlar o sensor e mostrar os resultados da forma mais apropriada para o diagnóstico.

O monitor de vídeo pode ser usado para mostrar os dados relativos aos contactos dentários registado pelo sensor durante os contactos oclusais.

Uma representação esquemática do sistema de medida pode ser visto na figura 15

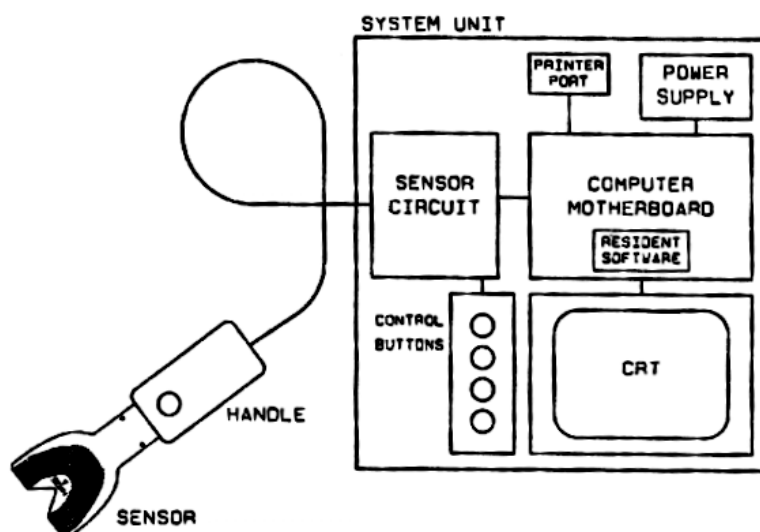


Fig.15 – Desenho esquemático da unidade do sistema.

O circuito do sensor, a placa mãe, e o *software* conectados ao dispositivo de manuseio, onde se encontra o sensor. Estas unidades são as responsáveis pela leitura e decodificação dos contactos oclusais, antes de envia-las á tela do monitor.

Fonte: Manual Instruções T-Scan® III.

O T-Scan® III permite que o operador grave parâmetros como o comprimento de mordida, o número, a distribuição, o tempo e a força relativa dos contactos dentários. Maness defendeu ainda que o T-Scan tinha um grande potencial como ferramenta clínica para o diagnóstico e tratamento de disfunções oclusais e que fornece registos exactos dos contactos dentários, usando o tempo e a força como variáveis de diagnóstico.

Durante a recolha dos dados a única exigência seria apenas que o paciente mordesse firmemente o sensor da forma que se exemplifica na Figura 16 a) a 16 c).



a)



b)



c)

Fig. 16 a,b,c – Paciente a ocluir o sensor.

Para a realização das medições o sensor é colocado na cavidade oral do paciente de acordo com as instruções do manual. Com o sensor correctamente colocado é pedido ao paciente que realize a oclusão.

Como o paciente oclui o sensor do T-Scan, a força aplicada em vários dentes varia com o tempo. Para facilitar a análise desta variação os contactos oclusais são gravados e apresentados em duas ou três dimensões, como um filme que regista toda a sequência correspondente a uma oclusão. O filme pode ser gravado e conservado numa base de dados do paciente para visualização futura. O filme gravado ilustra a sequência e a força oclusal do sincronismo do contacto numa escala de cores. Nessa escala as cores mais escuras são cores frias que representam valores baixos da pressão oclusal, as cores mais claras são quentes e indicam pressões oclusais mais elevadas.

Na figura 17 mostra-se a escala de cores que é utilizada no dispositivo que foi usado nos testes.

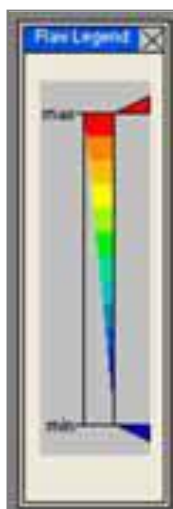


Fig.17 – Legenda da força relativa.

Fonte: Manual Instruções T-Scan® III.

Os resultados de cada medição podem ser apresentados de diferentes formas para facilitar a sua interpretação. As cargas medidas nos diversos pontos de contacto podem ser apresentadas no plano do sensor, representação a 2 D ou em projecção sobre uma perspectiva de uma referência 3 D procurando simular a distribuição espacial 2 D.

Em 2 ou 3 D, a sequência dos tempos de contacto podem ser exibidas para a frente ou para trás continuamente ou em intervalos de 1 segundo, para determinar as circunstâncias de mudança oclusal. (Figura 18)

Na vista a 3 D as colunas da força mudam em altura e cor de acordo com a representação cromática já referida.

Na visão a 2 D, quando as forças oclusais mudam, as zonas de concentração de cor mudam de tamanho e de forma. Nesse caso o contorno assemelha-se às marcas do papel articular.

Na figura 18 mostra-se uma imagem do monitor do sistema mostrando ambas as representações de resultados.

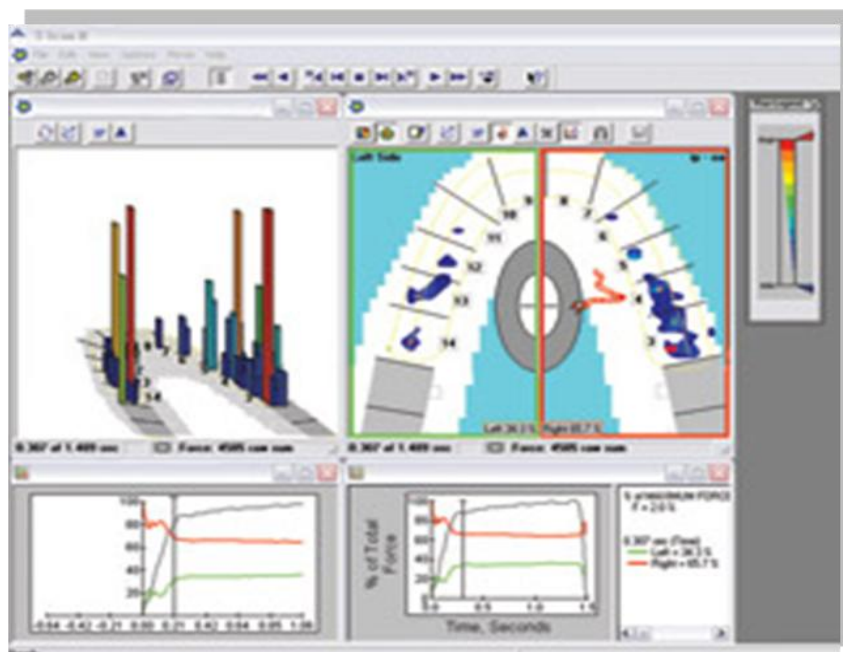


Fig. 18 – Análise oclusal computadorizada.

Yamamura e Reza estudaram como consequência do trabalho de Maness, a reprodutibilidade dos contactos com o T-Scan[®]III, obtendo resultados contraditórios.

O objectivo deste trabalho foi também avaliar o valor deste sistema novo, como um método para explorar a oclusão. Com este objectivo, a mesma variável (número de contactos oclusais) foi registada usando as duas modalidades de funcionamento permitida pelo T-Scan[®]III (a análise da força e de tempo) e os respectivos resultados foram então comparados.

5. RECOLHA DE DADOS

Depois de Explicado todo o procedimento por escrito e verbalmente, procedeu-se á recolha de dados referentes aos pacientes tais como nome, idade foram colocados nos respectivos itens da ficha entretanto elaborada para o efeito (anexo 1), que também foram obtidos através da consulta dos respectivos processos clínicos com observação da história clínica e com a respectiva telerradiografia de perfil.

Com os dados obtidos foi criado um arquivo informático em Excell, que posteriormente foi transformado para o programa de análise estatística SPSS. O arquivo foi transformado e gerou novas variáveis necessárias para o estudo analítico posterior.

6. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados recolhidos foram analisados no programa de análise estatística de dados SPSS V. 18.0, utilizando as técnicas mais adequadas para as variáveis envolvidas. Foram utilizadas técnicas de estatística descritiva (gráficos e tabelas) para a organização dos dados.

Atendendo à natureza das variáveis envolvidas, a análise consistiu em:

- Estudo descritivo dos dados: variáveis qualitativas e quantitativas (gráficos de barras, circulares, tabelas de frequências e gráficos de caixa-fio);
- Estudo analítico/comparativo dos dados: Análise multivariante para medidas repetidas (GLM – Medidas Repetidas)

Iniciou-se por avaliar a confiabilidade do aparelho de medida (precisão) após calibração do mesmo. Para o efeito, levou-se a cabo uma análise de correlações de três medidas repetidas da variável dependente nos quatro períodos temporais.

A regra de decisão utilizada consiste em detectar evidência estatística significativa para valores de probabilidade (valor prova do teste) inferior a 0,1, sendo em alguns casos inferior a 0,05.

O presente trabalho pretende averiguar a existência de relação entre um conjunto de variáveis independentes: Grupo, sexo, tipo facial e idade com a força maxilar exercida (variável dependente) em quatro momentos diferentes no decurso de um ano.

Análise da confiabilidade

Iniciou-se por avaliar a confiabilidade do aparelho de medida (precisão) após calibração do mesmo. Para o efeito, levou-se a cabo uma análise de correlações de três medidas repetidas da variável dependente nos quatro períodos temporais. Excepto no primeiro período em que a 3ª medida não guardava uma correlação linear excelente com as restantes (Pearson $\approx 0,4$; $p < 0,05$), nos restantes momentos os três ensaios apresentaram (Pearson ≈ 1 ; $p < 0,01$).

Não se tendo efectuado qualquer alteração no equipamento após o primeiro conjunto de medidas, comprova-se a excelente precisão do mesmo, sendo a discrepância inicial da responsabilidade dos procedimentos.

Em todo caso, e por que se pretende medir a força máxima nas diferentes circunstâncias, a presente análise só tomará em consideração a maior intensidade obtida em cada indivíduo em cada um dos quatro momentos de medidas.

Análise de casos perdidos

Ainda numa fase exploratória dos dados avaliou-se a existência de valores extremos e de casos perdidos. No primeiro caso, após verificação da correcção na introdução dos dados decidiu-se, por ora, manter todos os casos; salientando-se que o maior número de casos extremos residia na variável

idade em virtude da grande hegemonia de idades (75% tem menos de 20 anos).

Foi no 2º, 3º e 4º período da força mastigatória onde se registaram casos perdidos com maior predominância (11% no terceiro).

Considerando que percentagens superiores a 5% numa amostra de 73 elementos poderão introduzir enviesamento, recorreu-se ao método de análise do padrão das ausências com substituição dos resultados pelo método da regressão a partir da força exercida no terceiro e quarto momento.

De salientar que a substituição de valores se realizou nas quatro variáveis dependentes com uma correlação nunca inferior a 0,77. Tal facto justifica as reduzidas diferenças de média e o desvio-padrão entre as variáveis originais e as variáveis finais.

CAPÍTULO III – Resultados

“Análise comparativa da pressão oclusal
em pacientes na fase de contenção do tratamento ortodôntico”

CAPÍTULO III

RESULTADOS

1. CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

Com a base de dados estabilizada, como se pode ver na tabela 1 e gráfico 1 possuímos 73 indivíduos, 50,7% dos quais representa o grupo de investigação os restantes o grupo de controlo.

GRUPO

| | Frequência | Percentagem | Percentagem válida | Percentagem cumulativa |
|-----------------------------|------------|-------------|--------------------|------------------------|
| Grupo de Investigação | 37 | 50,7 | 50,7 | 50,7 |
| Variáveis Grupo de controlo | 36 | 49,3 | 49,3 | 100,0 |
| Total | 73 | 100,0 | 100,0 | |

Tabela 1 - Distribuição dos grupos por frequências e percentagens.

Grupo

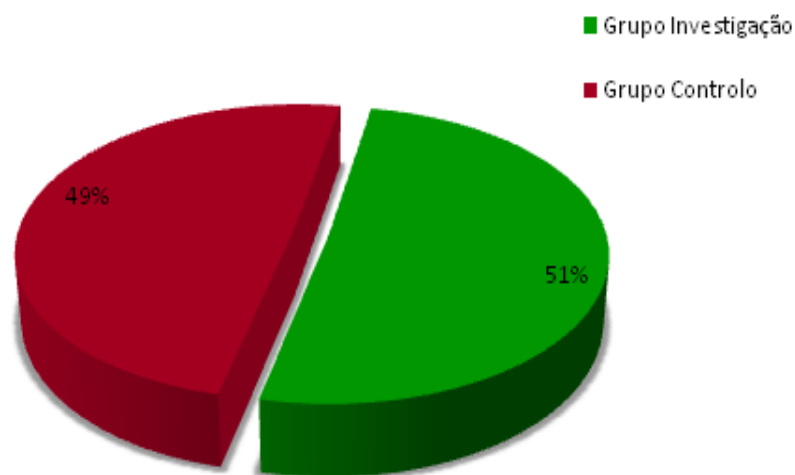


Gráfico 1 – Distribuição da amostra por grupo.

SEXO

A distribuição dos participantes na amostra por sexo é apresentada na tabela e gráfico 2 e conclui-se que o sexo feminino é maioritário com 67,1% de comparências.

| | Frequência | Percentagem | Percentagem válida | Percentagem cumulativa |
|-----------------------|------------|--------------|-----------------------|---------------------------|
| Masculino | 24 | 32,9 | 32,9 | 32,9 |
| variáveis Feminino | 49 | 67,1 | 67,1 | 100,0 |
| Total | 73 | 100,0 | 100,0 | |

Tabela 2 – Distribuição do sexo por frequências e percentagens.



Gráfico 2 - Distribuição da amostra por sexo.

TIPO FACIAL

Dos três tipos faciais o braquifacial é minoritário com 17,8% de representações, os restantes apresentam 41,1%, como se pode observar na tabela e gráfico 3.

| | Frequência | Percentagem | Percentagem Válida | Percentagem cumulativa |
|--------------|------------|--------------|--------------------|------------------------|
| Variáveis | | | | |
| Braquifacial | 13 | 17,8 | 17,8 | 17,8 |
| Dolicofacial | 30 | 41,1 | 41,1 | 58,9 |
| Mesofacial | 30 | 41,1 | 41,1 | 100,0 |
| Total | 73 | 100,0 | 100,0 | |

Tabela 3 – Distribuição do tipo facial por frequências e percentagens.

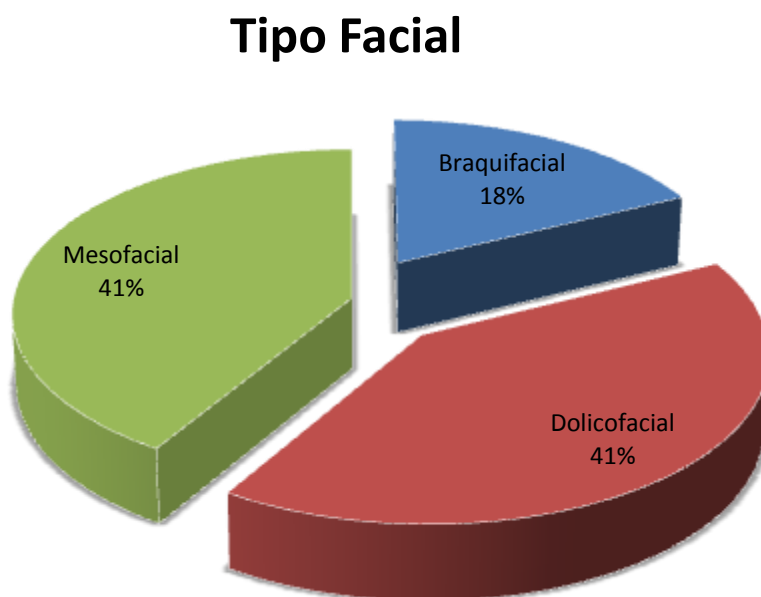


Gráfico 3 - Distribuição da amostra por tipo facial.

No gráfico 19 de linhas representa a evolução ao longo do tempo (das quatro medidas) da força mastigatória em função dos dois grupos em estudo (experimental e de controlo) e dos três tipos faciais na amostra.

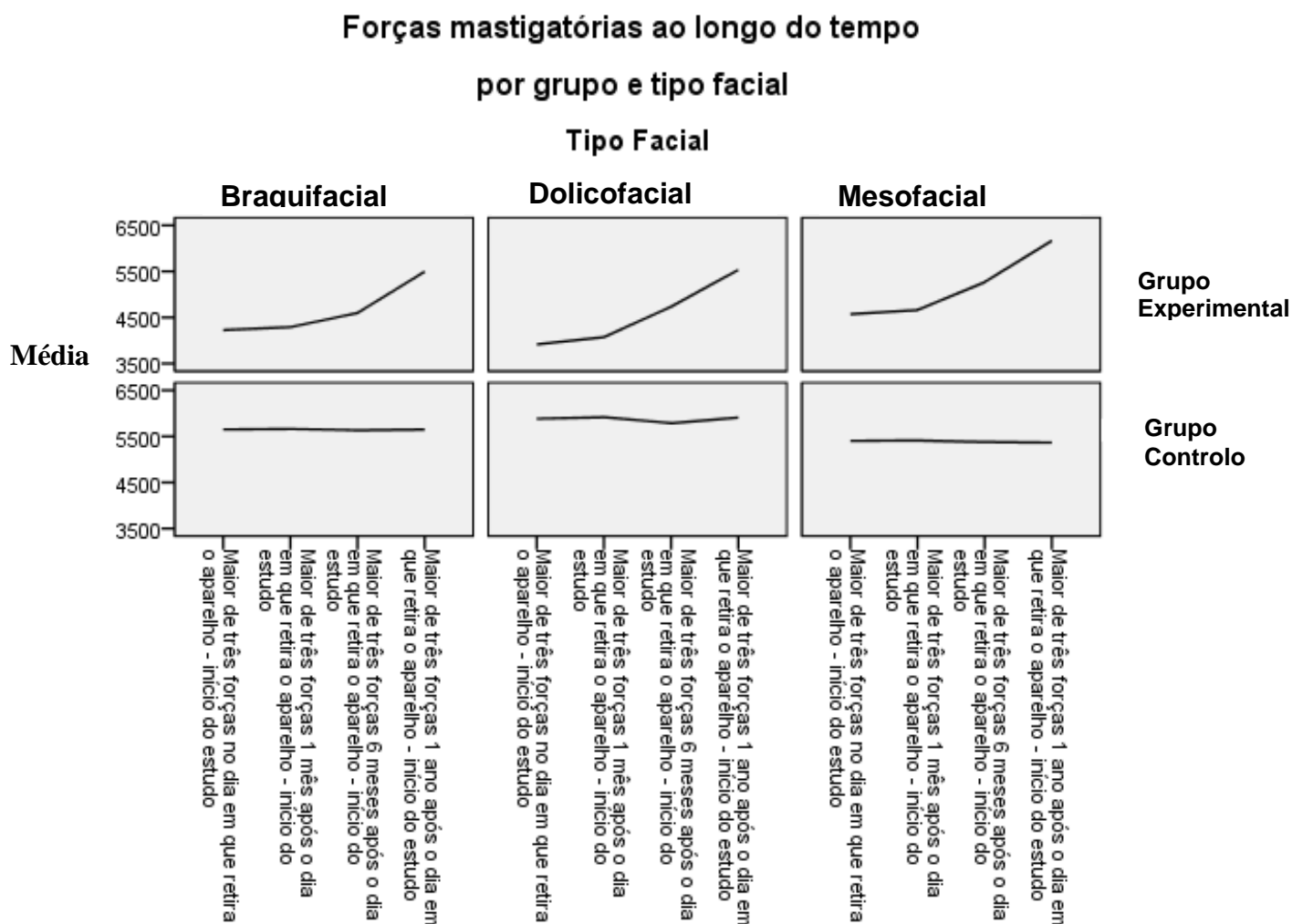


Fig. 19 – Esquema representativo da força mastigatória ao longo do tempo por grupo e tipo facial.

O grupo experimental independentemente do tipo facial revela um aumento da força mastigatória ao longo do tempo.

No grupo de controlo há uma estabilização.

IDADE

As idades demonstram um enviesamento à direita como se poderá evidenciar na tabela e gráfico 4, em virtude dos valores extremos, numa amostra em que mais de 75% dos indivíduos variam entre os 12 e os 20 anos e a maior idade registada é de 58 anos de vida; acresce que entre os 12 e 13 anos não existe 20% da amostra.

Idade

| | Frequência | Percentagem | Percentagem válida | Percentagem cumulativa |
|--------------|------------|-------------|--------------------|------------------------|
| 12 | 6 | 8,2 | 8,2 | 8,2 |
| 13 | 7 | 9,6 | 9,6 | 17,8 |
| 14 | 12 | 16,4 | 16,4 | 34,2 |
| 15 | 13 | 17,8 | 17,8 | 52,1 |
| 16 | 5 | 6,8 | 6,8 | 58,9 |
| 17 | 6 | 8,2 | 8,2 | 67,1 |
| 18 | 1 | 1,4 | 1,4 | 68,5 |
| 19 | 4 | 5,5 | 5,5 | 74,0 |
| 20 | 1 | 1,4 | 1,4 | 75,3 |
| 21 | 1 | 1,4 | 1,4 | 76,7 |
| 22 | 1 | 1,4 | 1,4 | 78,1 |
| Variáveis 23 | 3 | 4,1 | 4,1 | 82,2 |
| 26 | 2 | 2,7 | 2,7 | 84,9 |
| 28 | 2 | 2,7 | 2,7 | 87,7 |
| 32 | 1 | 1,4 | 1,4 | 89,0 |
| 33 | 1 | 1,4 | 1,4 | 90,4 |
| 39 | 1 | 1,4 | 1,4 | 91,8 |
| 43 | 1 | 1,4 | 1,4 | 93,2 |
| 44 | 1 | 1,4 | 1,4 | 94,5 |
| 45 | 1 | 1,4 | 1,4 | 95,9 |
| 51 | 1 | 1,4 | 1,4 | 97,3 |
| 54 | 1 | 1,4 | 1,4 | 98,6 |
| 58 | 1 | 1,4 | 1,4 | 100,0 |
| Total | 73 | 100,0 | 100,0 | |

Tabela 4 – Distribuição da idade por frequências e percentagens.

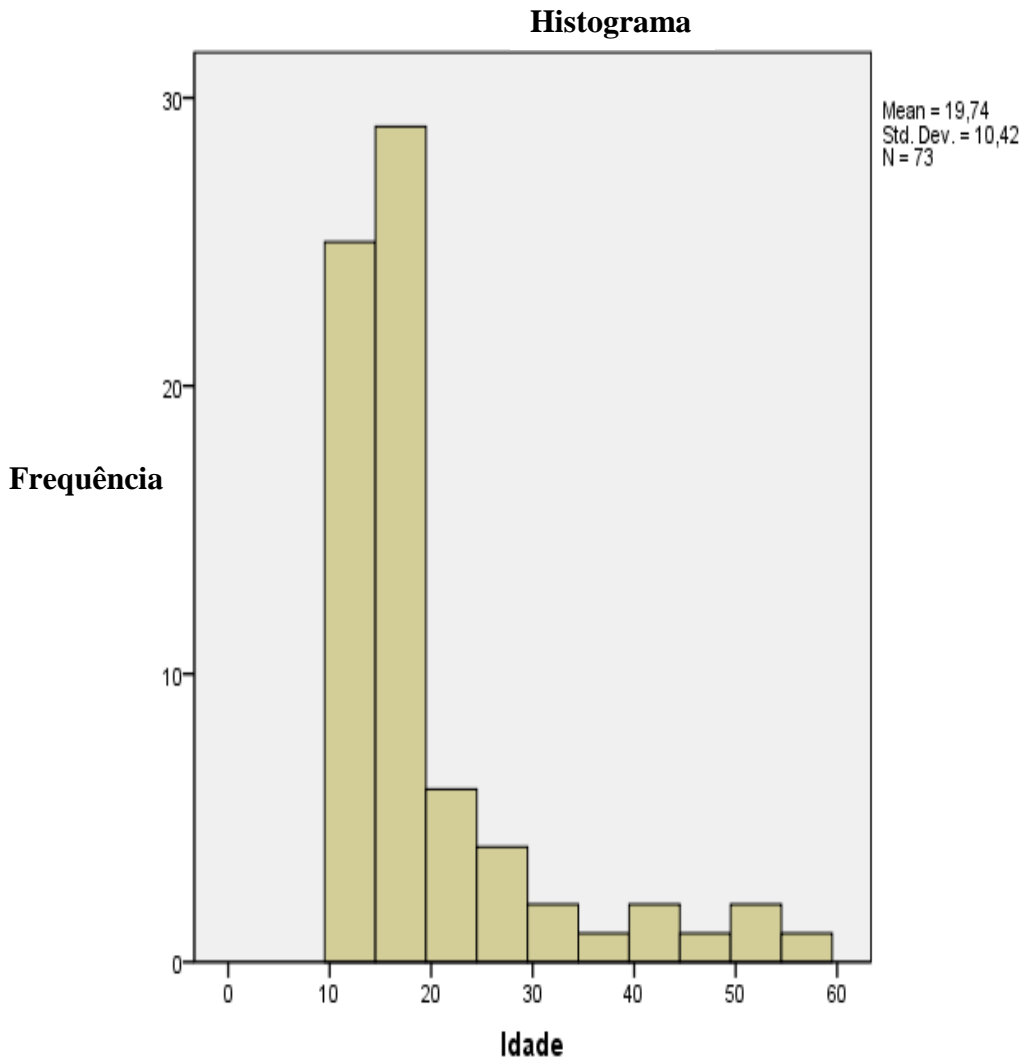


Gráfico 4 – Histograma da distribuição da amostra por idade.

Da análise das quatro variáveis dependentes, respeitantes aos 73 casos, força máxima exercida em três tentativas avaliadas em quatro períodos distintos, destacam-se os seguintes resultados:

- Força avaliada no início do estudo: (4924,1; 2346,5) unidades;
- Força avaliada após um mês: (4988,4; 2085,8) unidades;
- Força avaliada após seis meses: (5228,8; 2028,3) unidades;
- Força avaliada após um ano: (5689,4; 2364,9) unidades.

| Variáveis | Média | Devio - Padrão |
|------------------|--------------|-----------------------|
| F1 | 4924,08 | 2346,537 |
| F2 | 4988,35 | 2085,819 |
| F3 | 5228,76 | 2028,337 |
| F4 | 5689,40 | 2364,892 |

Tabela 5 – Distribuição da média e desvio padrão pelos quatro períodos de medição.

2. ANÁLISE EXPLORATÓRIA DOS DADOS PARA UTILIZAÇÃO DO MÉTODO ESTATÍSTICO ESCOLHIDO

A existência de valores extremos com o respectivo enviesamento à direita das distribuições das quatro medidas não permite confirmar a normalidade das mesmas e inviabilizou, à priori, a utilização de métodos paramétricos (GLM - para medidas repetidas, tal como se poderá comprovar no teste de normalidade Kolmogorov-Smirnov evidenciado na tabela 6.

Teste de normalidade

| | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
|---|---------------------------------|-----------|-------------|--------------|-----------|-------------|
| | Statistic | df | Sig. | Statistic | df | Sig. |
| Maior de três forças no dia em que retira o aparelho - início do estudo | ,121 | 73 | ,010 | ,935 | 73 | ,001 |
| Maior de três forças 1 mês após o dia em que retira o aparelho - início do estudo | ,126 | 73 | ,006 | ,925 | 73 | ,000 |
| Maior de três forças 6 meses após o dia em que retira o aparelho - início do estudo | ,135 | 73 | ,002 | ,913 | 73 | ,000 |
| Maior de três forças 1 ano após o dia em que retira o aparelho - início do estudo | ,113 | 73 | ,022 | ,958 | 73 | ,016 |

a. Lilliefors Significance Correction

Tabela 6 – Teste de normalidade Kolmogorov-Smitnov.

Posteriormente também foi confirmado pelos gráficos de 5 a 16 para cada um dos tempos das medições efectuadas.

Maior de três forças no dia em que retira o aparelho (início do estudo)

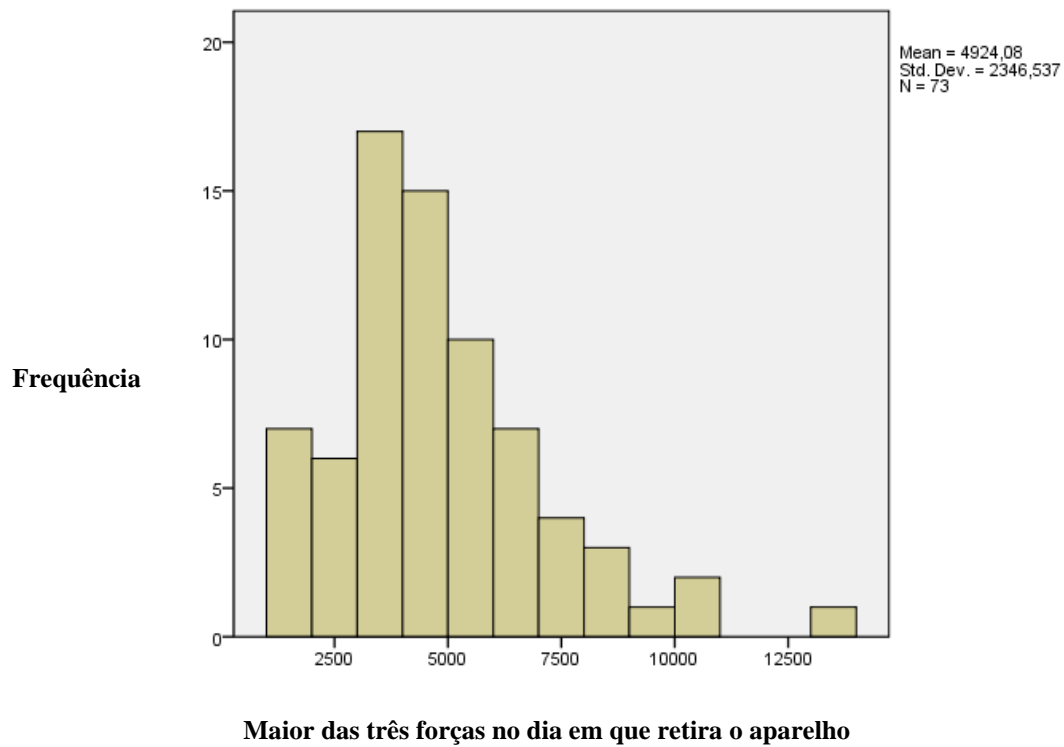


Gráfico 5 – Histograma da maior das três forças no dia em que retira o aparelho.

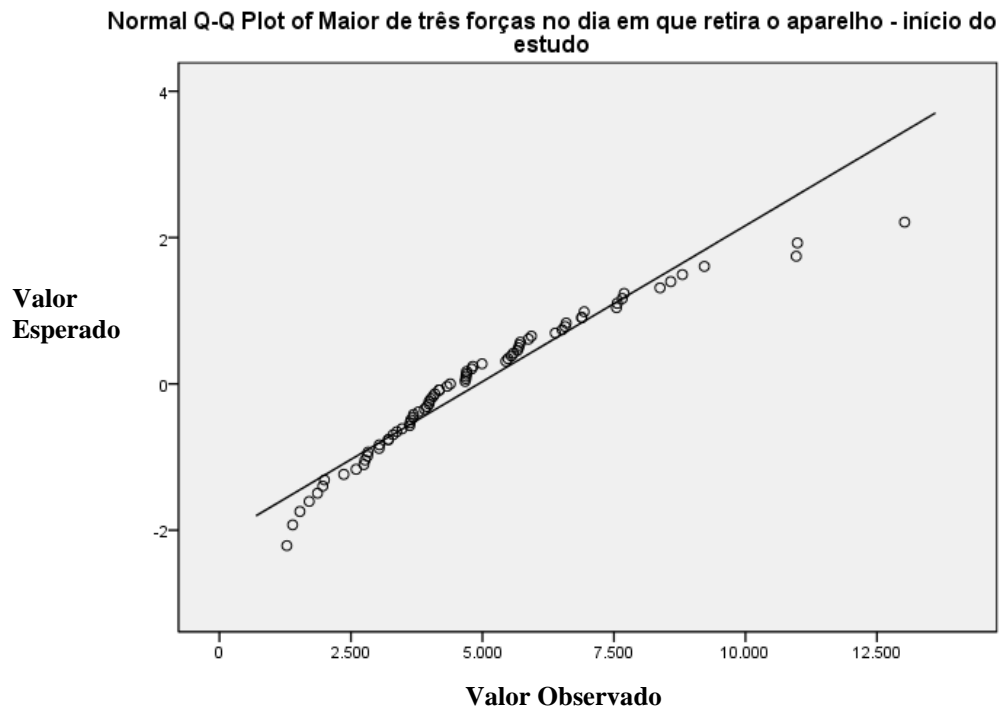


Gráfico 6 – Q-Q Normal de pontos para avaliação da normalidade.

O gráfico 6 evidência o desvio. Era espectável que os pontos estivessem em cima da linha, e isto significaria que os valores observados e os valores esperados em função de uma distribuição normal eram semelhantes.

Este facto observado e a existência de valores extremos que se distanciam da linha de referência confirmam a inexistência de normalidade.

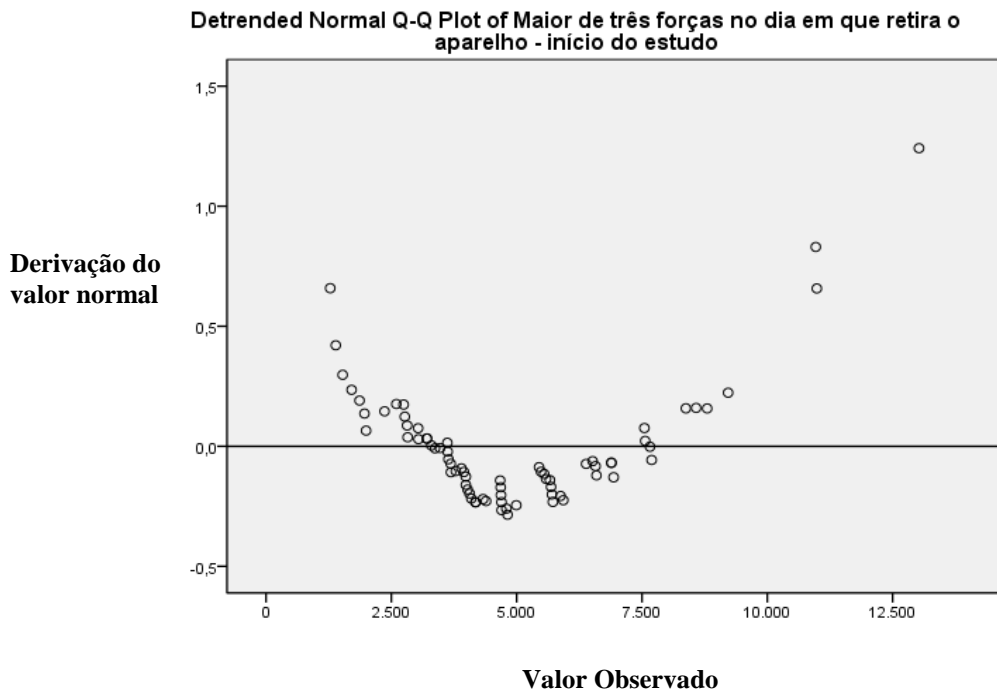
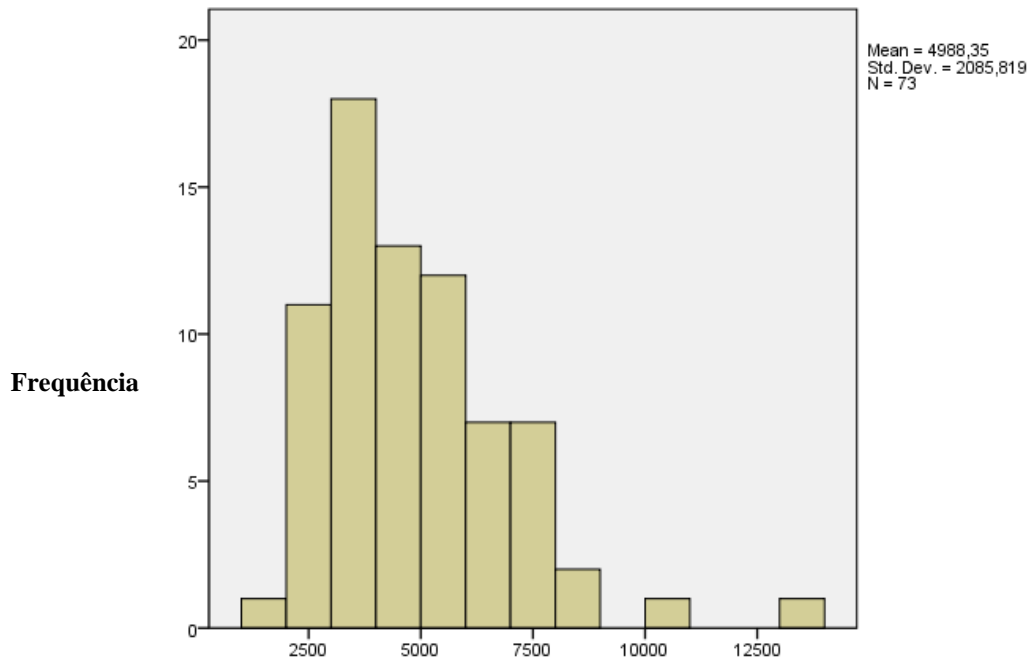


Gráfico 7 – Q-Q de pontos rectificada para quantificar o desvio.

O gráfico 7 difere do anterior por quantificar o desvio da normalidade.

O mesmo se vai verificar nos gráficos seguintes de 8 a 16 representativos dos diferentes tempos de medição.

Maior de três forças 1 mês após o dia em que retira o aparelho



Maior das três forças 1 mês após o dia em que retira o aparelho

Gráfico 8 – Histograma da maior das três forças 1 mês após o dia em que retira o aparelho.

Normal Q-Q Plot of Maior de três forças 1 mês após o dia em que retira o aparelho - início do estudo

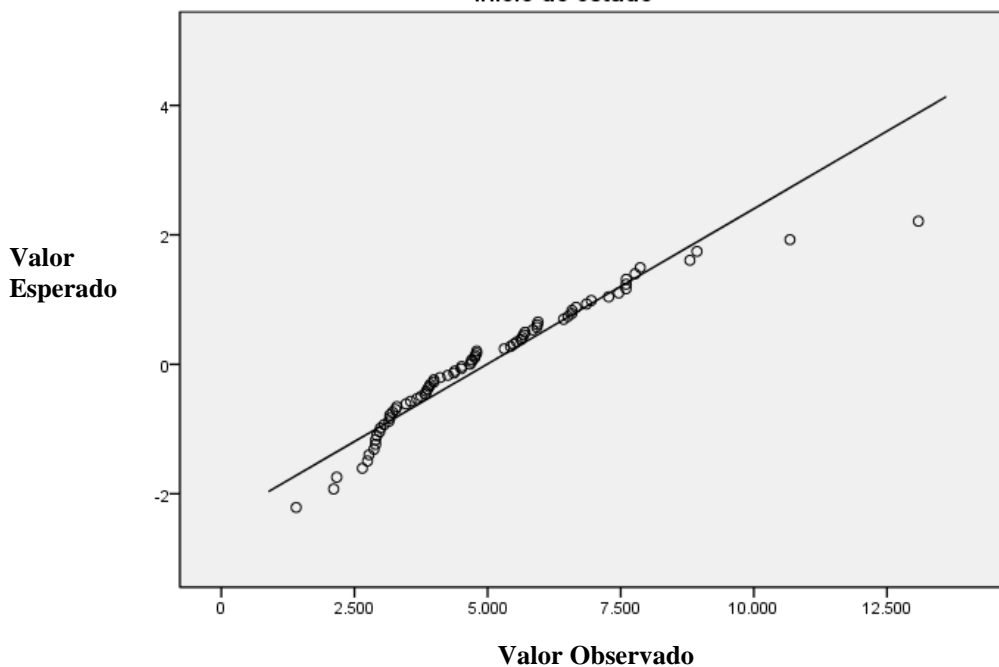


Gráfico 9 – Q-Q Normal de pontos para avaliação da normalidade 1 mês após.

Detrended Normal Q-Q Plot of Maior de três forças 1 mês após o dia em que retira o aparelho - início do estudo

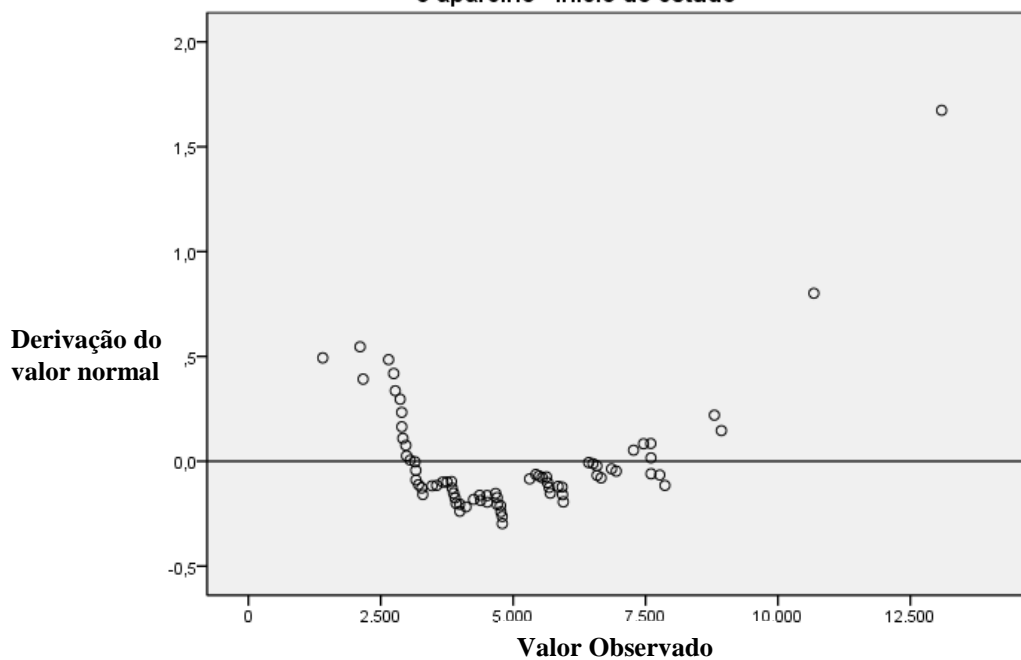
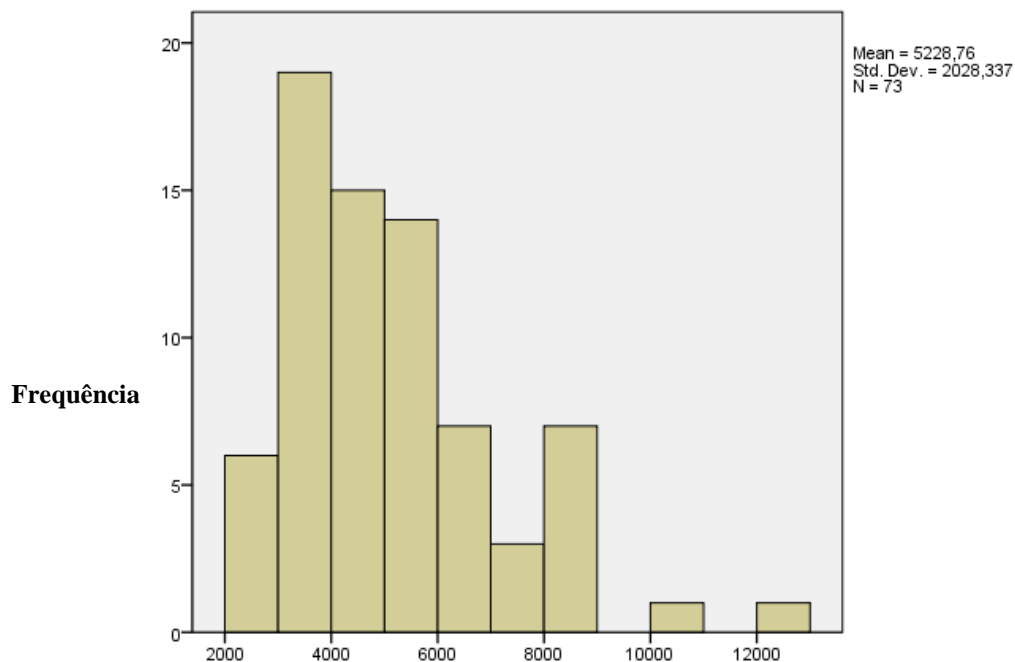


Gráfico 10 – Q-Q de pontos rectificada para quantificar o desvio 1 mês após.

Maior de três forças 6 meses após o dia em que retira o aparelho



Maior das três forças 6 meses após o dia em que retira o aparelho

Gráfico 11 - Histograma da maior das três forças 6 meses após o dia em que retira o aparelho.

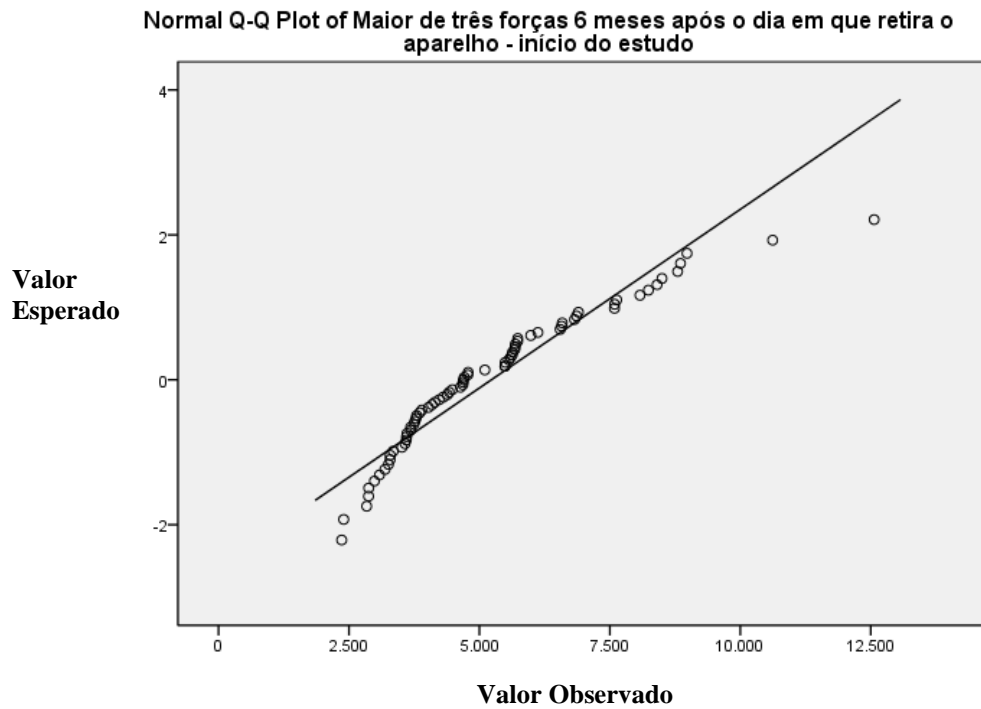


Gráfico 12 – Q-Q Normal de pontos para avaliação da normalidade 6 meses após.

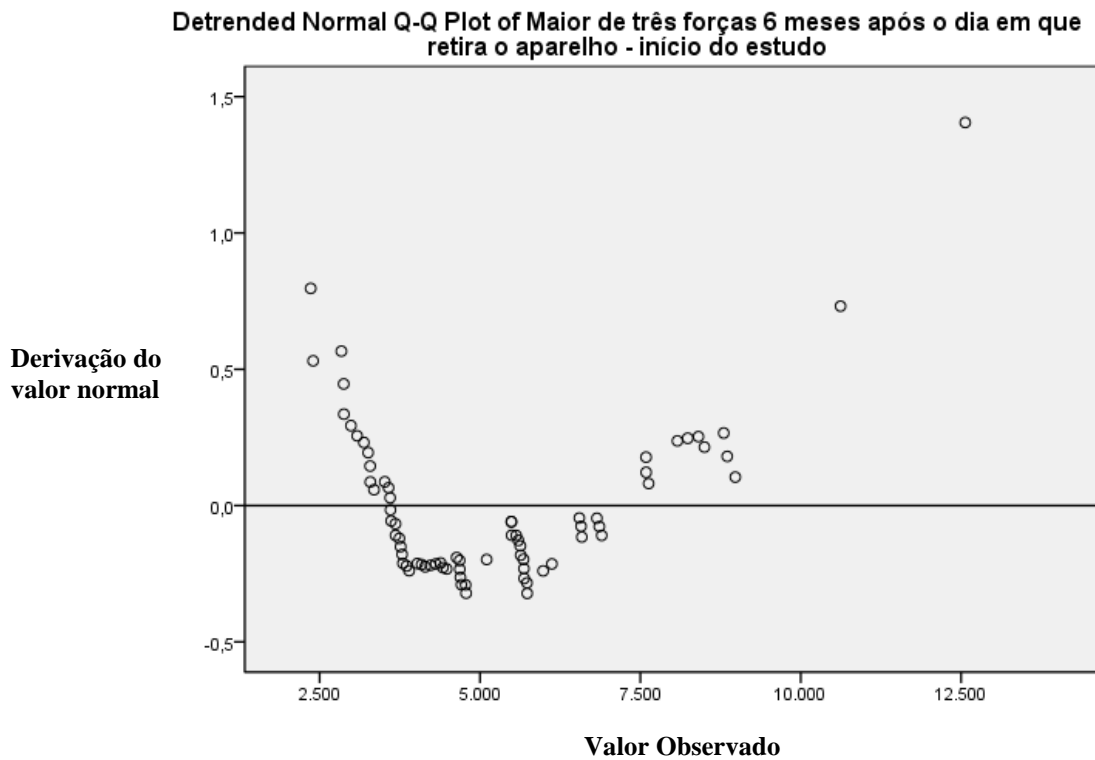


Gráfico 13 – Q-Q de pontos rectificada para quantificar o desvio 6 meses após.

Maior de três forças 1 ano após o dia em que retira o aparelho - início do estudo

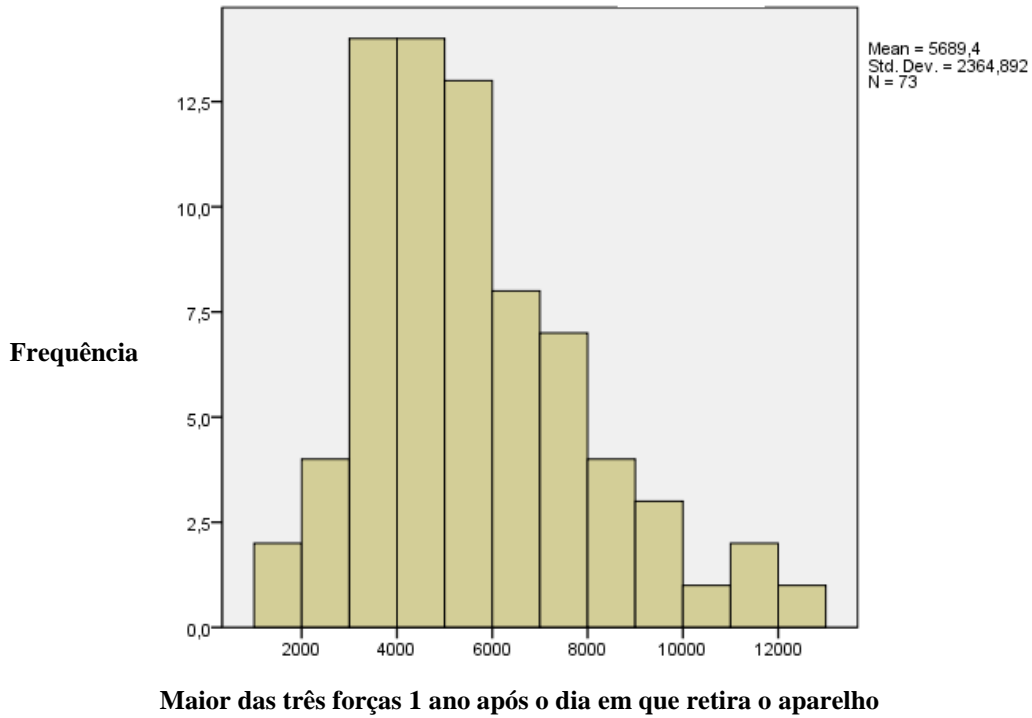


Gráfico 14 - Histograma da maior das três forças 1 ano após o dia em que retira o aparelho.

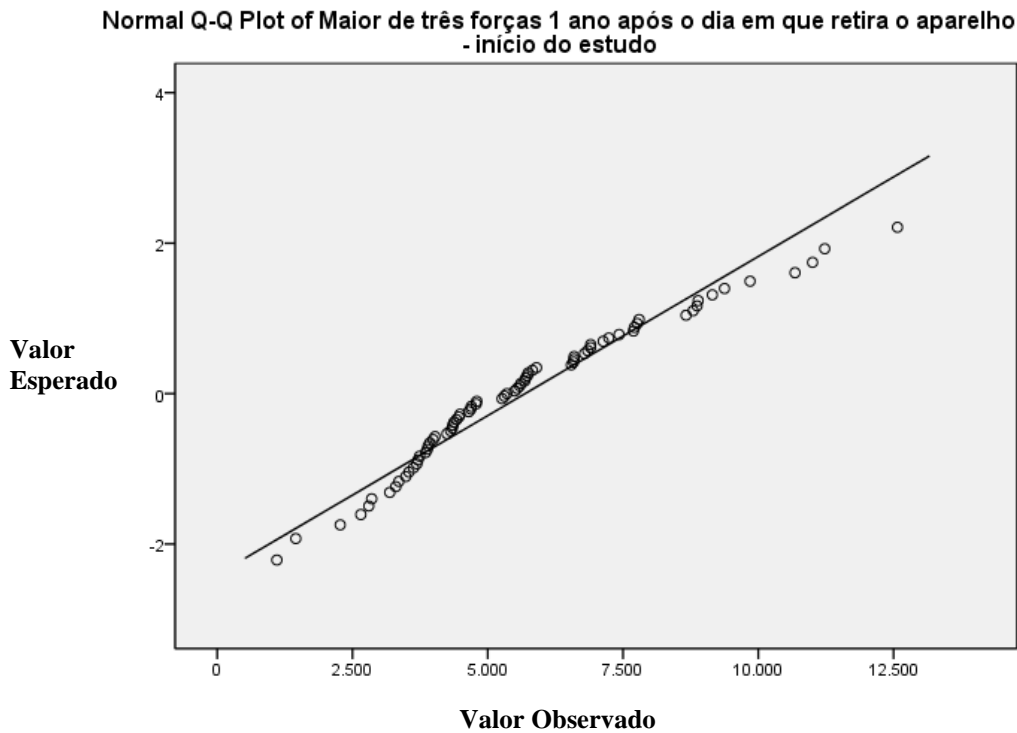


Gráfico 15 – Q-Q Normal de pontos para avaliação da normalidade 1 ano após.

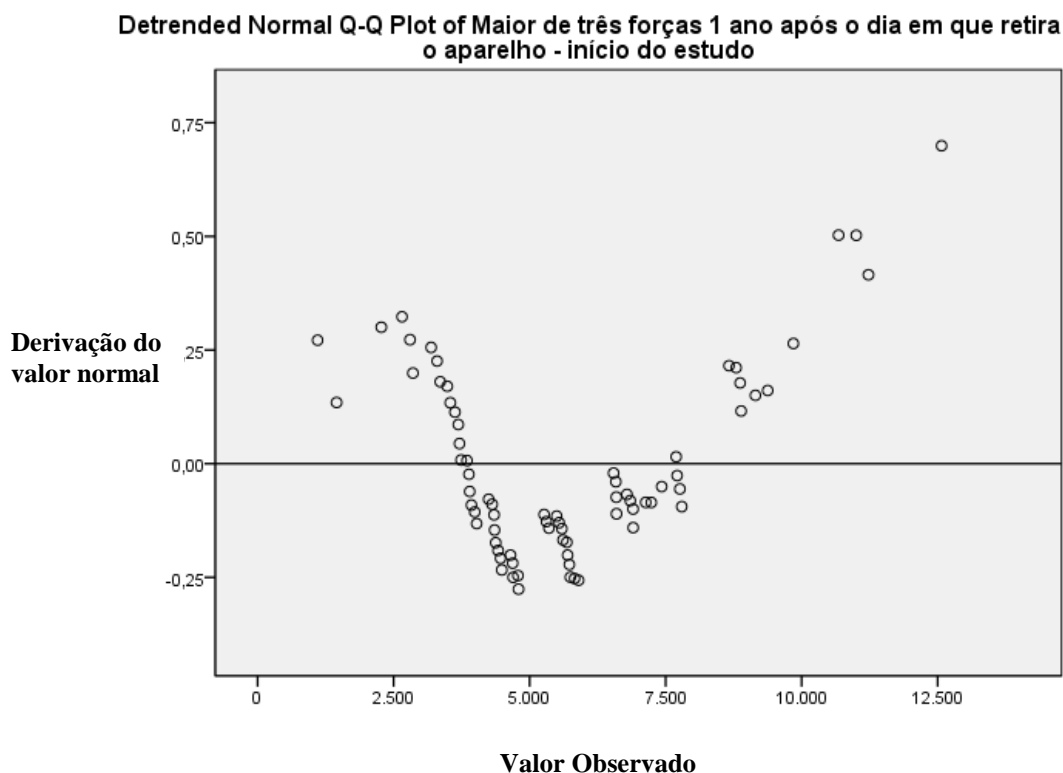


Gráfico 16 – Q-Q de pontos rectificada para quantificar o desvio 1 ano após.

A transformação matemática das quatro medidas repetidas em raiz quadrada das respectivas forças tornou-se determinante no cumprimento dos pressupostos de normalidade (Kolmogorov – Smirnov; $p < 0,05$), homogeneidade de variâncias (Teste de Levene; $p < 0,05$), para se poder utilizar o método GLM de medidas repetidas.

A presença de 73 elementos é suficiente para suprir a não confirmação de normalidade da variável transformada obtida no primeiro período.

3. ANÁLISE COMPARATIVA DAS DIFERENTES CLASSES EM ESTUDO

A tabela 7 mostra as distribuições da amostra pelas diferentes variáveis

| | | Between-Subjects Factors | |
|-------------|---|---------------------------------|-----------|
| | | Value Label | N |
| Grupo | 1 | Grupo de Investigação | 37 |
| | 2 | Grupo de controlo | 36 |
| Sexo | 1 | Masculino | 24 |
| | 2 | Feminino | 49 |
| Tipo Facial | 1 | Braquifacial | 13 |
| | 2 | Dolicofacial | 30 |
| | 3 | Mesofacial | 30 |

Tabela 7 – Variáveis Independentes utilizadas na amostra.

No modelo GLM para medidas repetidas foram introduzidas as variáveis independentes: Sexo, Grupo e Tipo facial e como covariante, a Idade. Pois esta última variável enquanto factor isolado é responsável pela variabilidade de força exercida, tal como se comprova ($p < 0,05$), observável na tabela 8.

Importava que esta não mascarasse a possível relação que as restantes variáveis explicativas pudessem ter no modelo delineado com a raiz quadrada das forças em quatro momentos diferentes.

Tests of Between-Subjects Effects

Measure: MEASURE_1

Transformed Variable: Average

| Source | Type III Sum of | | Mean | | Sig. | Partial Eta Squared | Noncent. Parameter | Observed Power ^a |
|--------------------|-----------------|----|----------|--------|------|---------------------|--------------------|-----------------------------|
| | Squares | df | Square | F | | | | |
| Intercept | 46912,584 | 1 | 46912,58 | 252,69 | ,000 | ,806 | 252,691 | 1,000 |
| | | | 4 | 1 | | | | |
| Idade | 835,567 | 1 | 835,567 | 4,501 | ,038 | ,069 | 4,501 | ,551 |
| Grupo | 72,471 | 1 | 72,471 | ,390 | ,534 | ,006 | ,390 | ,094 |
| Sexo | 20,972 | 1 | 20,972 | ,113 | ,738 | ,002 | ,113 | ,063 |
| TipoFacial | 221,471 | 2 | 110,735 | ,596 | ,554 | ,019 | 1,193 | ,145 |
| Grupo * Sexo | 465,629 | 1 | 465,629 | 2,508 | ,118 | ,039 | 2,508 | ,344 |
| Grupo * TipoFacial | 7,833 | 2 | 3,916 | ,021 | ,979 | ,001 | ,042 | ,053 |
| Sexo * TipoFacial | 158,602 | 2 | 79,301 | ,427 | ,654 | ,014 | ,854 | ,116 |
| Grupo * Sexo * | 377,449 | 1 | 377,449 | 2,033 | ,159 | ,032 | 2,033 | ,289 |
| TipoFacial | | | | | | | | |
| Error | 11324,753 | 61 | 185,652 | | | | | |

a. Computed using alpha = ,05

Tabela 8 – Tabela que permite avaliar a raiz da força que os grupos têm sobre as diferentes forças.

As idades não eram homogêneas e nomeamos a variável idade como co-variante que implica que as conclusões não sejam influenciadas pelo efeito perturbador da idade.

As tabelas seguintes, irão descrever as novas variáveis dependentes (raiz quadrada da força) segundo os diferentes grupos em estudo. (Anexo___)

| | Grupo | Sexo | Tipo Facial | Média | Desvio Padrão |
|-------------------------|---------------------------|-------------|--------------------|--------------|----------------------|
| Início do Estudo | Grupo Experimental | Masculino | Braquifacial | 61,1744 | 18,88373 |
| | | | Dolicofacial | 73,2487 | 15,90099 |
| | | | Mesofacial | 63,0210 | 20,26387 |
| | | Feminino | Braquifacial | 62,9598 | 22,14212 |
| | | | Dolicofacial | 56,0943 | 11,20186 |
| | | | Mesofacial | 67,3215 | 17,40084 |
| | Grupo Controlo | Masculino | Braquifacial | | |
| | | | Dolicofacial | 64,6844 | 2,20273 |
| | | | Mesofacial | 70,7162 | 16,43082 |
| | | Feminino | Braquifacial | 79,9978 | 6,32480 |
| | | | Dolicofacial | 76,7349 | 16,00613 |
| | | | Mesofacial | 73,8744 | 10,23569 |

Tabela 9 – Raiz quadrada da força no dia em que retiram o aparelho no grupo de investigação e no grupo de controlo.

| | Grupo | Sexo | Tipo Facial | Média | Desvio Padrão |
|-------------------|---------------------------|-------------|--------------------|--------------|----------------------|
| 1 Mês após | Grupo Experimental | Masculino | Braquifacial | 67,0281 | 15,59822 |
| | | | Dolicofacial | 70,2568 | 14,95487 |
| | | | Mesofacial | 66,1808 | 15,65637 |
| | | Feminino | Braquifacial | 62,2199 | 13,94049 |
| | | | Dolicofacial | 59,4795 | 11,70876 |
| | | | Mesofacial | 67,7222 | 12,79911 |
| | Grupo Controlo | Masculino | Braquifacial | | |
| | | | Dolicofacial | 64,3542 | 2,65903 |
| | | | Mesofacial | 70,8799 | 15,60362 |
| | | Feminino | Braquifacial | 75,0629 | 6,31157 |
| | | | Dolicofacial | 76,9449 | 16,33010 |
| | | | Mesofacial | 74,0124 | 10,04047 |

Tabela 10 – Raiz quadrada da força 1 mês após o dia em que retiram o aparelho no grupo de investigação e no grupo de controlo.

| | Grupo | Sexo | Tipo Facial | Média | Desvio Padrão |
|---------------------|---------------------------|-------------|--------------------|--------------|----------------------|
| 6 Meses após | Grupo Experimental | Masculino | Braquifacial | 66,6063 | 18,98056 |
| | | | Dolicofacial | 77,5934 | 14,03695 |
| | | | Mesofacial | 69,2263 | 15,10883 |
| | | Feminino | Braquifacial | 66,5809 | 10,56054 |
| | | | Dolicofacial | 64,0764 | 7,83191 |
| | | | Mesofacial | 72,9694 | 14,78122 |
| | Grupo Controlo | Masculino | Braquifacial | | |
| | | | Dolicofacial | 64,3184 | 2,69899 |
| | | | Mesofacial | 70,3720 | 15,87586 |
| | | Feminino | Braquifacial | 74,8648 | 6,54934 |
| | | | Dolicofacial | 76,0363 | 16,16220 |
| | | | Mesofacial | 73,9547 | 10,20031 |

Tabela 11 – Raiz quadrada da força 6 meses após o dia em que retiram o aparelho no grupo de investigação e no grupo de controlo.

| | Grupo | Sexo | Tipo Facial | Média | Desvio Padrão |
|-------------------|---------------------------|-------------|--------------------|--------------|----------------------|
| 1 Ano após | Grupo Experimental | Masculino | Braquifacial | 76,4782 | 19,15126 |
| | | | Dolicofacial | 83,3772 | 20,17099 |
| | | | Mesofacial | 76,0707 | 22,52329 |
| | | Feminino | Braquifacial | 68,7963 | 20,36790 |
| | | | Dolicofacial | 68,8263 | 10,90481 |
| | | | Mesofacial | 76,3913 | 18,50477 |
| | Grupo Controlo | Masculino | Braquifacial | | |
| | | | Dolicofacial | 64,2967 | 2,62292 |
| | | | Mesofacial | 70,2666 | 16,17684 |
| | | Feminino | Braquifacial | 74,9590 | 6,53566 |
| | | | Dolicofacial | 76,9520 | 16,12313 |
| | | | Mesofacial | 73,7572 | 10,82715 |

Tabela 12 – Raiz quadrada da força 1 ano após o dia em que retiram o aparelho no grupo de investigação e no grupo de controlo.

O **Sexo** (confiança superior a 90%); o **Grupo** (confiança superior a 90%) e o **Tipo facial** (confiança superior a 85%), não são responsáveis pela variabilidade da força mastigatória avaliada no estudo, como se pode comprovar na tabela 8 já anteriormente apresentada.

Tests of Between-Subjects Effects

Measure: MEASURE_1

Transformed Variable: Average

| Source | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. | Partial Eta Squared | Noncent. Parameter | Observed Power ^a |
|--------------|-------------------------|----|-------------|--------|------|---------------------|--------------------|-----------------------------|
| Intercept | 46912,584 | 1 | 46912,58 | 252,69 | ,000 | ,806 | 252,691 | 1,000 |
| | | | 4 | 1 | | | | |
| Idade | 835,567 | 1 | 835,567 | 4,501 | ,038 | ,069 | 4,501 | ,551 |
| Grupo | 72,471 | 1 | 72,471 | ,390 | ,534 | ,006 | ,390 | ,094 |
| Sexo | 20,972 | 1 | 20,972 | ,113 | ,738 | ,002 | ,113 | ,063 |

| | | | | | | | | |
|--------------------|------------------|-----------|----------------|--------------|-------------|-------------|--------------|-------------|
| TipoFacial | 221,471 | 2 | 110,735 | ,596 | ,554 | ,019 | 1,193 | ,145 |
| Grupo * Sexo | 465,629 | 1 | 465,629 | 2,508 | ,118 | ,039 | 2,508 | ,344 |
| Grupo * TipoFacial | 7,833 | 2 | 3,916 | ,021 | ,979 | ,001 | ,042 | ,053 |
| Sexo * TipoFacial | 158,602 | 2 | 79,301 | ,427 | ,654 | ,014 | ,854 | ,116 |
| Grupo * Sexo * | 377,449 | 1 | 377,449 | 2,033 | ,159 | ,032 | 2,033 | ,289 |
| TipoFacial | | | | | | | | |
| Error | 11324,753 | 61 | 185,652 | | | | | |

a. Computed using alpha = ,05

Tabela 8 – Tabela que permite avaliar a raiz da força que os grupos têm sobre as diferentes forças

Por outro lado, o **factor tempo** isoladamente, avaliado nos quatro momentos de avaliação apresentam diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$). Observar tabela 13 (a)

| Tests of Within-Subjects Effects | | | | | | | | | |
|----------------------------------|--------------------|--------------|-------|---------|-------|------|---------------------|--------------------|-----------------------------|
| Measure: MEASURE_1 | | | | | | | | | |
| Source | | Type III Sum | | Mean | | Sig. | Partial Eta Squared | Noncent. Parameter | Observed Power ^a |
| | | of Squares | df | Square | F | | | | |
| Medidas (a) | Sphericity | 277,255 | 3 | 92,418 | 2,721 | ,046 | ,043 | 8,164 | ,654 |
| | Assumed | | | | | | | | |
| | Greenhouse-Geisser | 277,255 | 2,374 | 116,766 | 2,721 | ,060 | ,043 | 6,461 | ,580 |
| | Huynh-Feldt | 277,255 | 2,923 | 94,868 | 2,721 | ,047 | ,043 | 7,953 | ,645 |
| | Lower-bound | 277,255 | 1,000 | 277,255 | 2,721 | ,104 | ,043 | 2,721 | ,368 |
| Medidas * Idade | Sphericity | 62,298 | 3 | 20,766 | ,611 | ,608 | ,010 | 1,834 | ,176 |
| | Assumed | | | | | | | | |
| | Greenhouse-Geisser | 62,298 | 2,374 | 26,237 | ,611 | ,571 | ,010 | 1,452 | ,160 |
| | Huynh-Feldt | 62,298 | 2,923 | 21,317 | ,611 | ,604 | ,010 | 1,787 | ,174 |
| | Lower-bound | 62,298 | 1,000 | 62,298 | ,611 | ,437 | ,010 | ,611 | ,120 |
| Medidas * Grupo (b) | Sphericity | 715,979 | 3 | 238,660 | 7,027 | ,000 | ,103 | 21,082 | ,979 |
| | Assumed | | | | | | | | |
| | Greenhouse-Geisser | 715,979 | 2,374 | 301,534 | 7,027 | ,001 | ,103 | 16,686 | ,952 |
| | Huynh-Feldt | 715,979 | 2,923 | 244,985 | 7,027 | ,000 | ,103 | 20,537 | ,976 |
| | Lower-bound | 715,979 | 1,000 | 715,979 | 7,027 | ,010 | ,103 | 7,027 | ,742 |

| | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------|----------|---------|--------|------|------|------|-------|------|
| | Sphericity | 47,159 | 3 | 15,720 | ,463 | ,709 | ,008 | 1,389 | ,142 |
| | Assumed | | | | | | | | |
| Medidas * Sexo | Greenhouse-Geisser | 47,159 | 2,374 | 19,861 | ,463 | ,664 | ,008 | 1,099 | ,131 |
| | Huynh-Feldt | 47,159 | 2,923 | 16,136 | ,463 | ,704 | ,008 | 1,353 | ,141 |
| | Lower-bound | 47,159 | 1,000 | 47,159 | ,463 | ,499 | ,008 | ,463 | ,103 |
| | Sphericity | 27,535 | 6 | 4,589 | ,135 | ,992 | ,004 | ,811 | ,083 |
| | Assumed | | | | | | | | |
| Medidas * TipoFacial | Greenhouse-Geisser | 27,535 | 4,749 | 5,798 | ,135 | ,981 | ,004 | ,642 | ,080 |
| | Huynh-Feldt | 27,535 | 5,845 | 4,711 | ,135 | ,991 | ,004 | ,790 | ,083 |
| | Lower-bound | 27,535 | 2,000 | 13,768 | ,135 | ,874 | ,004 | ,270 | ,070 |
| | Sphericity | 15,056 | 3 | 5,019 | ,148 | ,931 | ,002 | ,443 | ,077 |
| | Assumed | | | | | | | | |
| Medidas * Grupo * Sexo | Greenhouse-Geisser | 15,056 | 2,374 | 6,341 | ,148 | ,895 | ,002 | ,351 | ,074 |
| | Huynh-Feldt | 15,056 | 2,923 | 5,152 | ,148 | ,927 | ,002 | ,432 | ,076 |
| | Lower-bound | 15,056 | 1,000 | 15,056 | ,148 | ,702 | ,002 | ,148 | ,067 |
| | Sphericity | 28,125 | 6 | 4,688 | ,138 | ,991 | ,005 | ,828 | ,084 |
| | Assumed | | | | | | | | |
| Medidas * Grupo * TipoFacial | Greenhouse-Geisser | 28,125 | 4,749 | 5,922 | ,138 | ,980 | ,005 | ,655 | ,080 |
| | Huynh-Feldt | 28,125 | 5,845 | 4,812 | ,138 | ,990 | ,005 | ,807 | ,084 |
| | Lower-bound | 28,125 | 2,000 | 14,063 | ,138 | ,871 | ,005 | ,276 | ,070 |
| | Sphericity | 99,942 | 6 | 16,657 | ,490 | ,815 | ,016 | 2,943 | ,196 |
| | Assumed | | | | | | | | |
| Medidas * Sexo * TipoFacial | Greenhouse-Geisser | 99,942 | 4,749 | 21,045 | ,490 | ,774 | ,016 | 2,329 | ,176 |
| | Huynh-Feldt | 99,942 | 5,845 | 17,099 | ,490 | ,810 | ,016 | 2,867 | ,194 |
| | Lower-bound | 99,942 | 2,000 | 49,971 | ,490 | ,615 | ,016 | ,981 | ,127 |
| | Sphericity | 30,721 | 3 | 10,240 | ,302 | ,824 | ,005 | ,905 | ,107 |
| | Assumed | | | | | | | | |
| Medidas * Grupo * Sexo * TipoFacial | Greenhouse-Geisser | 30,721 | 2,374 | 12,938 | ,302 | ,777 | ,005 | ,716 | ,101 |
| | Huynh-Feldt | 30,721 | 2,923 | 10,512 | ,302 | ,819 | ,005 | ,881 | ,107 |
| | Lower-bound | 30,721 | 1,000 | 30,721 | ,302 | ,585 | ,005 | ,302 | ,084 |
| | Sphericity | 6215,107 | 183 | 33,962 | | | | | |
| | Assumed | | | | | | | | |
| Error(Medidas) | Greenhouse-Geisser | 6215,107 | 144,842 | 42,910 | | | | | |
| | Huynh-Feldt | 6215,107 | 178,275 | 34,862 | | | | | |

a. Computed using alpha = ,05

Tabela 13 – Tabela Estatística Multivariante de estudo intra grupos

Principalmente, os dois grupos em análise apresentam ao longo do tempo diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$; Confiança superior a 97%), ao contrário do sexo e do tipo facial, observável na tabela 13. **(b)**

Isoladamente, as diferenças encontradas entre o 2º (1 mês) e o 3º (6 meses) e, o 3º (6 meses) e o 4º (1 ano) momentos são estatisticamente significativas ($p < 0,1$), como se pode observar na tabela 14. **(c)**

| Tests of Within-Subjects Contrasts | | | | | | | | | |
|------------------------------------|---------------------|-------------------------|----|-------------|--------|------|---------------------|--------------------|-----------------------------|
| Measure: MEASURE_1 | | | | | | | | | |
| Source | Medidas | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. | Partial Eta Squared | Noncent. Parameter | Observed Power ^a |
| Medidas (c) | Level 1 vs. Level 2 | 30,428 | 1 | 30,428 | ,475 | ,493 | ,008 | ,475 | ,104 |
| | Level 2 vs. Level 3 | 89,735 | 1 | 89,735 | 3,382 | ,071 | ,053 | 3,382 | ,441 |
| | Level 3 vs. Level 4 | 171,890 | 1 | 171,890 | 2,797 | ,100 | ,044 | 2,797 | ,377 |
| | Level 1 vs. Level 2 | 115,249 | 1 | 115,249 | 1,800 | ,185 | ,029 | 1,800 | ,262 |
| Medidas * Idade | Level 2 vs. Level 3 | 18,202 | 1 | 18,202 | ,686 | ,411 | ,011 | ,686 | ,129 |
| | Level 3 vs. Level 4 | 9,026 | 1 | 9,026 | ,147 | ,703 | ,002 | ,147 | ,066 |
| | Level 1 vs. Level 2 | 1,746 | 1 | 1,746 | ,027 | ,869 | ,000 | ,027 | ,053 |
| Medidas * Grupo (d) | Level 2 vs. Level 3 | 280,526 | 1 | 280,526 | 10,574 | ,002 | ,148 | 10,574 | ,893 |
| | Level 3 vs. Level 4 | 211,649 | 1 | 211,649 | 3,444 | ,068 | ,053 | 3,444 | ,447 |
| | Level 1 vs. Level 2 | 1,746 | 1 | 1,746 | ,027 | ,869 | ,000 | ,027 | ,053 |

| | | | | | | | | | |
|------------------------|-------------------|-----------------|-----------|---------------|--------------|-------------|-------------|--------------|-------------|
| | Level 1 vs. Level | 12,668 | 1 | 12,668 | ,198 | ,658 | ,003 | ,198 | ,072 |
| | 2 | | | | | | | | |
| Medidas * Sexo | Level 2 vs. Level | 13,067 | 1 | 13,067 | ,493 | ,485 | ,008 | ,493 | ,106 |
| | 3 | | | | | | | | |
| | Level 3 vs. Level | 70,486 | 1 | 70,486 | 1,147 | ,288 | ,018 | 1,147 | ,184 |
| | 4 | | | | | | | | |
| | Level 1 vs. Level | 23,518 | 2 | 11,759 | ,184 | ,833 | ,006 | ,367 | ,077 |
| | 2 | | | | | | | | |
| Medidas * TipoFacial | Level 2 vs. Level | 37,139 | 2 | 18,569 | ,700 | ,501 | ,022 | 1,400 | ,163 |
| | 3 | | | | | | | | |
| | Level 3 vs. Level | 13,086 | 2 | 6,543 | ,106 | ,899 | ,003 | ,213 | ,066 |
| | 4 | | | | | | | | |
| | Level 1 vs. Level | 8,175 | 1 | 8,175 | ,128 | ,722 | ,002 | ,128 | ,064 |
| | 2 | | | | | | | | |
| Medidas * Grupo * Sexo | Level 2 vs. Level | ,046 | 1 | ,046 | ,002 | ,967 | ,000 | ,002 | ,050 |
| | 3 | | | | | | | | |
| | Level 3 vs. Level | 19,881 | 1 | 19,881 | ,323 | ,572 | ,005 | ,323 | ,087 |
| | 4 | | | | | | | | |
| | Level 1 vs. Level | 14,341 | 2 | 7,171 | ,112 | ,894 | ,004 | ,224 | ,066 |
| | 2 | | | | | | | | |
| Medidas * Grupo * | Level 2 vs. Level | 17,112 | 2 | 8,556 | ,323 | ,726 | ,010 | ,645 | ,099 |
| TipoFacial | 3 | | | | | | | | |
| | Level 3 vs. Level | 6,091 | 2 | 3,046 | ,050 | ,952 | ,002 | ,099 | ,057 |
| | 4 | | | | | | | | |
| | Level 1 vs. Level | 122,468 | 2 | 61,234 | ,956 | ,390 | ,030 | 1,913 | ,209 |
| | 2 | | | | | | | | |
| Medidas * Sexo * | Level 2 vs. Level | 53,413 | 2 | 26,707 | 1,007 | ,371 | ,032 | 2,013 | ,218 |
| TipoFacial | 3 | | | | | | | | |
| | Level 3 vs. Level | 65,111 | 2 | 32,555 | ,530 | ,591 | ,017 | 1,059 | ,133 |
| | 4 | | | | | | | | |
| | Level 1 vs. Level | 58,141 | 1 | 58,141 | ,908 | ,344 | ,015 | ,908 | ,155 |
| | 2 | | | | | | | | |
| Medidas * Grupo * Sexo | Level 2 vs. Level | 10,275 | 1 | 10,275 | ,387 | ,536 | ,006 | ,387 | ,094 |
| * TipoFacial | 3 | | | | | | | | |
| | Level 3 vs. Level | ,930 | 1 | ,930 | ,015 | ,903 | ,000 | ,015 | ,052 |
| | 4 | | | | | | | | |
| | Level 1 vs. Level | 3905,803 | 61 | 64,030 | | | | | |
| | 2 | | | | | | | | |
| Error(Medidas) | Level 2 vs. Level | 1618,321 | 61 | 26,530 | | | | | |
| | 3 | | | | | | | | |
| | Level 3 vs. Level | 3749,092 | 61 | 61,461 | | | | | |
| | 4 | | | | | | | | |

Tabela 14 – Tabela Estatística Multivariante de estudo intra grupos.

Mas a conclusão mais relevante resulta do facto dos dois grupos em estudo apresentarem diferenças estatisticamente significativas entre o 2º (1 mês) e o 3º (6 meses) período ($p < 0,05$) e entre o 3º (6 meses) e o 4º (1ano) ($p < 0,1$), com o grupo de investigação a reproduzir um aumento da força mastigatória à medida que a correcção progride, que é possível visualizar na tabela 14. **(d)**

Como é possível comprovar na tabela 15 e seguidamente no gráfico 17, no grupo experimental verifica-se uma visível progressão e esta é válida para qualquer tipo facial.

O grupo de controlo é tendencialmente homogéneo ao longo do tempo como é visível também na tabela 15 e seguidamente no gráfico 18

Grupo * Tipo Facial * Medidas

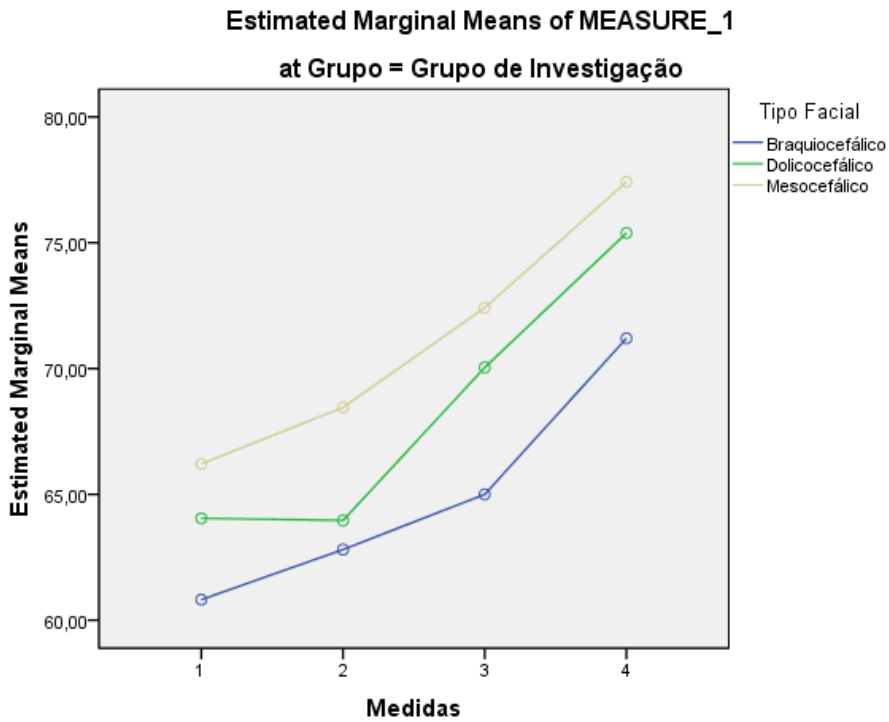
Measure:MEASURE_1

| Grupo | Tipo Facial | Medidas | 95% Confidence Interval | | | |
|-----------------------|--------------|---------|-----------------------------|--------------|---------------|---------------|
| | | | Mean | Std. Error | Lower Bound | Upper Bound |
| Grupo de Investigação | Braquifacial | 1 | 60,816^a | 5,104 | 50,609 | 71,022 |
| | | 2 | 62,806^a | 4,329 | 54,149 | 71,463 |
| | | 3 | 65,001^a | 4,271 | 56,460 | 73,542 |
| | | 4 | 71,203^a | 5,223 | 60,760 | 81,646 |
| | Dolicofacial | 1 | 64,049^a | 4,635 | 54,781 | 73,317 |
| | | 2 | 63,964^a | 3,931 | 56,103 | 71,825 |
| | | 3 | 70,043^a | 3,879 | 62,287 | 77,799 |
| | | 4 | 75,388^a | 4,743 | 65,905 | 84,872 |
| | Mesofacial | 1 | 66,208^a | 4,395 | 57,420 | 74,995 |
| | | 2 | 68,457^a | 3,728 | 61,003 | 75,911 |
| | | 3 | 72,417^a | 3,678 | 65,062 | 79,771 |
| | | 4 | 77,419^a | 4,497 | 68,427 | 86,411 |
| Grupo de controlo | Braquifacial | 1 | 73,194^{a,b} | 9,089 | 55,020 | 91,368 |
| | | 2 | 72,443^{a,b} | 7,709 | 57,028 | 87,859 |
| | | 3 | 72,569^{a,b} | 7,606 | 57,360 | 87,779 |
| | | 4 | 72,892^{a,b} | 9,300 | 54,296 | 91,488 |
| | Dolicofacial | 1 | 71,386^a | 5,916 | 59,557 | 83,215 |
| | | 2 | 71,632^a | 5,018 | 61,598 | 81,665 |
| | | 3 | 71,038^a | 4,951 | 61,138 | 80,938 |
| | | 4 | 71,399^a | 6,053 | 59,295 | 83,504 |
| | Mesofacial | 1 | 73,111^a | 3,830 | 65,453 | 80,768 |
| | | 2 | 73,630^a | 3,248 | 67,135 | 80,126 |
| | | 3 | 73,201^a | 3,205 | 66,792 | 79,610 |
| | | 4 | 72,946^a | 3,919 | 65,111 | 80,782 |

a. Covariates appearing in the model are evaluated at the following values: Idade = 19,74.

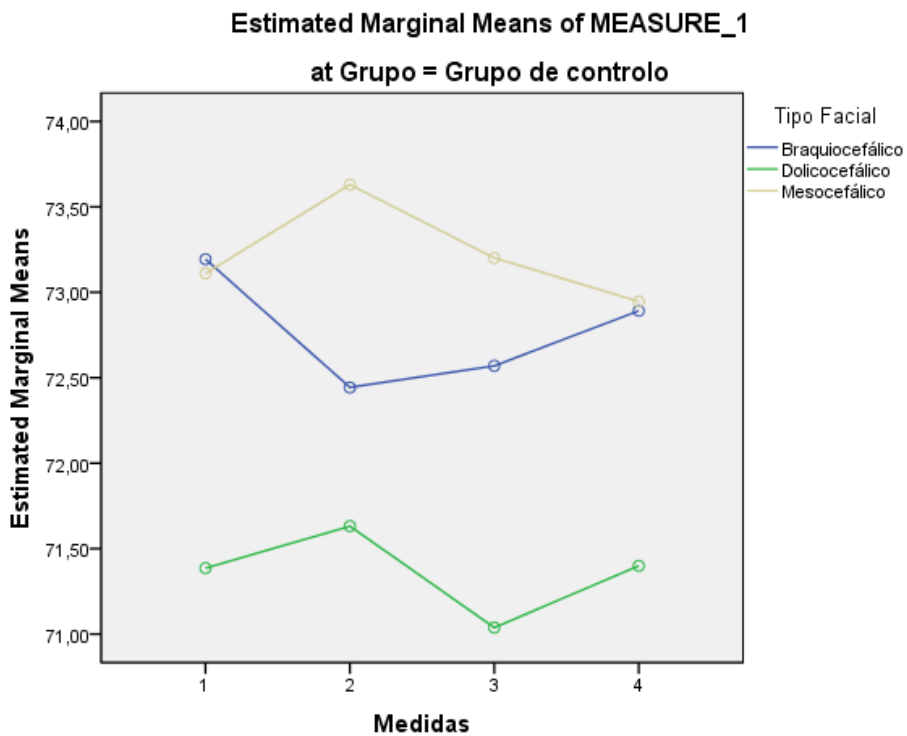
b. Based on modified population marginal mean.

Tabela 15 – Estimativa de médias a partir do modelo.



Covariates appearing in the model are evaluated at the following values: Idade = 19,74

Gráfico 17 – Gráfico de linhas do tipo facial no grupo de controlo



Covariates appearing in the model are evaluated at the following values: Idade = 19,74

Gráfico 18 – Gráfico de linhas do tipo facial no grupo de controlo

CAPÍTULO IV – Discussão dos Resultados

“Análise comparativa da pressão oclusal
em pacientes na fase de contenção do tratamento ortodôntico”

CAPÍTULO IV

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Como já referi anteriormente, o primeiro autor que pesquisou a magnitude das forças musculares foi em 1927 Black^{1,2} que utilizou o gnatodinamómetro para determinação da força muscular capaz de ser suportada pelo sistema de suporte periodontal. Mais tarde, em 1936, Klaffenbech^{1,3} reforçou o estudo de Black com outros estudos semelhantes.

Também Brekhaus em 1941 usa o gnatodinamómetro para estudar a força tendo em conta o sexo dos indivíduos.

As aproximações à análise funcional do aparelho mastigatório e o conceito de oclusão evoluíram com o tempo. Revendo a literatura demonstra-se que existem abordagens muito diferentes e até discordantes para a oclusão.

A oclusão foi abordada inicialmente, estudando o relacionamento estático entre os dentes, em que se usava métodos como o papel articular, ceras oclusais e moldeiras em silicone.²³

Mais tarde em 1973 com o Posselt²⁴ e 1977 com Lauritzen²⁵ apareceram os articuladores que surgiram da necessidade de confrontar as duas arcadas dentárias e fornecer desta forma, reconstruções dentárias exactas.

Desde que Arcan²⁷ em 1980 desenvolveu a fotoclusão, foi possível medir a intensidade do contacto. Foi criticado por Maness²⁹ em 1987 que desenvolveu o T-scan[®] instrumento computadorizado que permitiu que os contactos oclusais fossem registados fácil e convenientemente.

Mas só em 1991 com Reza e Neff^{28,30} é que se concluiu que o T-scan[®] não era apenas capaz do registo dos contactos oclusais, mas também era capaz de fazer a análise dos tempos e níveis de força com elevada precisão (100%) graças ao seu sensor.

Autores como Cartagena e Garcia²³ realizaram um estudo cujo objectivo era estudar através do T-scan,[®] a reprodutibilidade do contacto dentário numa posição de máxima intercuspidação e verificar a confiabilidade do sistema como o método de gravar e registar o contacto oclusal. Os mesmos autores também realizaram estudos em que analisaram com o T-scan[®] dois métodos diferentes de registo oclusal, a análise da força oclusal e do tempo.

Também Razdolsky e Sadowky em 1988, estudaram os contactos durante a fase de contenção utilizando como método o registo inter oclusal.

Não foram encontrados estudos sobreponíveis, tornando-se difícil comparar e estabelecer uma discussão. Mas a principal diferença entre este trabalho e os outros estudos tomados como referência, está deste ter como objectivo a observação da evolução da pressão oclusal ao longo do tempo (quatro momentos diferentes de medição ao longo de um ano) e não a quantificação da força oclusal, nem a identificação dos contactos.

O estudo realizado em 1988 assemelha-se em algumas partes com este estudo. Grandes semelhanças no material e métodos, apesar de terem como amostra um total de quarenta em fase de contenção, não compararam com nenhum grupo de controlo.

O uso do T-scan[®] permitiu obter resultados muito fiáveis por se tratar de um aparelho de muita precisão e rigor. As unidades de referência do aparelho vêm em *raw sum* não sendo possível a sua conversão em unidades do sistema internacional tais como quilogramas, Pascal ou quilogramas por centímetro quadrado, foi contactada a empresa que não disponibilizou tabelas de referência.

Tal facto não se revelou importante ou necessário, porque o objectivo do trabalho é obter uma evolução da pressão oclusal ao longo do tempo tendo como referência uma unidade de medida, sendo neste caso uma específica para este aparelho.

Segundo Throckmorton, em 1980,⁷⁵ a variação da musculatura mastigatória em função de aspectos morfológicos craniofaciais pode, em parte, ser explicada devido a diferentes características estruturais como, variações do ângulo gônico, altura do ramo mandibular e altura maxilar. Ainda relacionado com esta variação.

Pereira em 2007⁷⁶ verificou que em indivíduos saudáveis, a ocorrência de sobremordida horizontal / incisiva aumentada e diferentes inclinações mandibulares, característica envolvida na determinação dos tipos faciais verticais, foram responsáveis por 50% das variações na força máxima de mordida, sugerindo uma possível influência destes aspectos morfológicos na função muscular.

Suportando esta hipótese, em 1983, Proffit⁷⁷ demonstrou que indivíduos com face alongada exibiam uma diminuição de aproximadamente 50% de sua força de mordida em comparação com indivíduos com proporções dento-esqueléticas equidistantes.

Paralelamente a este achado, Raadsheer em 1999,⁷⁸ considerando as inclinações dos planos mandibular, oclusal e maxilar, associaram ao tipo de face convergente, ou seja, a de menor dimensão vertical, os maiores valores de força máxima de mordida.

No entanto, contrapondo-se aos achados apresentados, alguns estudos de Killiaridis em 1999⁷⁹ e Shinkai em 2007⁸⁰ não encontraram correlação entre a força máxima de mordida e a morfologia facial vertical.

Tal contradição pode ser o resultado de diferenças metodológicas entre os estudos como: instrumentos de avaliação utilizados, grau de abertura da boca, técnica de aquisição dos dados e a amostra seleccionada.

Segundo van den Brader, em 2004,⁸¹ a força máxima de mordida pode ser interpretada como a mensuração da eficiência da função músculo-esquelética. Esta é utilizada como instrumento de avaliação da função muscular, de grande relevância científica, uma vez que representa o montante de força oclusal

produzida pela musculatura mastigatória. Além disso, a força de mordida relaciona-se com os factores fisiológicos, como a anatomia craniomandibular e os mecanismos de *feedback* neuromusculares, podendo, portanto estar associada à terapêutica reabilitadora protética.^{8,82,83}

Estudos como o de Raadsher e Farella sugerem que uma vez correlacionada com a função dos músculos mastigatórios, as configurações esqueléticas faciais verticais podem influenciar nas respostas funcionais e nos eventos fisiológicos associados a esta musculatura, aspectos estes que também demonstram uma considerável variação entre os indivíduos.^{78,84}

Uma das repostas funcionais é a mastigação, resultante da actividade rítmica dos músculos mastigatórios, que determina a movimentação mandibular a fim de propiciar a fragmentação mecânica dos alimentos e a formação do bolo alimentar. Contudo, apesar desta constatação, são escassos os estudos encontrados na literatura que apontem para influência da função muscular na trajectória mandibular durante os ciclos mastigatórios, assim como as características cinéticas destes ciclos frente os diferentes padrões faciais.⁸¹

Os achados relativos à cinética mandibular demonstram grande variação de resultados, provavelmente devido aos diferentes métodos de avaliação utilizados. Entretanto, com o desenvolvimento da cinesiografia foi possível realizar o registo da trajectória mandibular em três dimensões sem interferências.⁸⁵ Esta metodologia viabilizou a classificação morfológica dos ciclos mastigatórios, determinando padrões conformacionais que ainda hoje são de interesse científico e contribuem para a melhor compreensão e avaliação da movimentação mandibular.^{86,87}

Outro fenómeno fisiológico de relevância clínica, inerente à movimentação mandibular e função muscular, é a deflexão mandibular medial defendida por alguns autores. Definem a deflexão mandibular^{80,88} medial como uma deformação elástica da mandíbula, caracterizada por uma diminuição da largura do arco durante os movimentos de abertura e de protrusão devido à contracção dos músculos pterigídeos laterais, causando tensões nas áreas da

região da sínfise mentoniana. Frente à associação deste fenómeno com a actividade muscular, era de se esperar que uma musculatura mais forte estivesse correlacionada a uma maior aproximação das hemi-arcadas mandibulares.

Entretanto, estudos prévios ^{80,89} realizados por alguns autores não verificaram associação entre deflexão mandibular medial e índices de força máxima de mordida, assim como não encontraram diferença significativa para estas variáveis em função dos diferentes tipos faciais no sentido vertical.

Por outro lado, alguns estudos ^{90,91} revelam correlações fortes entre esta deformação elástica com componentes morfométricos envolvidos na determinação dos tipos faciais, como por exemplo, a altura da sínfise mentoniana, o comprimento mandibular e o ângulo goníaco, estabelecendo-se assim uma lacuna científica.

Quando um ortodontista termina o tratamento de um caso, a oclusão final diz-se ortodôntica. Esta oclusão é a que foi imposta pelos aparelhos ortodônticos, os quais conduziram os dentes para novas posições nos três planos do espaço de forma a que passem a ocluir de acordo com os conceitos de normalidade estética e funcional.

Por outro lado é também objectivo de um tratamento ortodôntico obter eficácia do aparelho estomatognático e, para isso, interessa haver uma congruência entre o encerramento dos dentes e o movimento mandibular.

Para que a eficácia do aparelho estomatognático seja total interessa que a posição de intercuspidação máxima (PIN) seja coincidente com a oclusão em relação cêntrica. Dito de outra forma, os músculos mastigatórios num movimento de fechamento mandibular devem conseguir que todos os dentes ocluam simultaneamente, com a posição mais centrada dos côndilos nas fossas glenóides.

Ora esta oclusão ainda não contém o assentamento dentário proporcionado pela função, isto é, os dentes até este momento tinham uma posição imposta pelo aparelho e a partir de agora vão sofrer pequenas alterações posicionais decorrentes da fisiologia mastigatória.

A acção músculo-esquelética vai obrigar os dentes a pequenos movimentos com origem no mecanismo “de cone funil”, ou seja, as vertentes cuspídeas vão constituir-se como pequenos planos inclinados que conduzem as pontas das cúspides para as fossas dos dentes antagonistas. Assim sendo, a presente pesquisa vem corroborar esse facto acontece. Na realidade, esse assentamento fisiológico dos dentes, o que vai tornar mais efectiva a força mastigatória.

Os resultados não surpreenderam pois se o tratamento ortodôntico conduz a uma melhor oclusão, é natural que o desempenho músculo-esquelético seja mais efectivo traduzindo-se num aumento da força mastigatória.

CAPÍTULO V – CONCLUSÕES

“Análise comparativa da pressão oclusal
em pacientes na fase de contenção do tratamento ortodôntico”

CONCLUSÕES

As conclusões a que o estudo permitiu chegar foram as seguintes:

1. O sexo (confiança superior a 90%); o grupo (confiança superior a 90%) e o tipo facial (confiança superior a 85%), não são responsáveis pela variação da força mastigatória avaliada no estudo.
2. O factor tempo isoladamente, avaliado nos quatro momentos de avaliação apresenta diferenças estatisticamente significativas ($p > 0,05$).
3. Os dois grupos em análise apresentam ao longo do tempo diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$; confiança superior a 97%), ao contrário do sexo e do tipo facial.
4. Isoladamente, as diferenças encontradas entre o 2º (1 mês) e o 3º (6 meses) e, o 3º (6 meses) e o 4º (1 ano) momento são estatisticamente significativas ($p < 0,1$).

Mas a conclusão mais relevante resulta do facto:

5. Os dois grupos em estudo apresentam diferenças estatisticamente significativas entre o 2º (1 mês) e o 3º (6 meses) momento ($p < 0,05$) e entre o 3º (6 meses) e 4º (1 ano) ($p < 0,1$), com o grupo de investigação a reproduzir um aumento da força mastigatória à medida que a correcção progride.

EXTRAPOLAÇÃO DOS RESULTADOS

Embora as conclusões demonstradas sejam suportadas, no máximo por **p < 0,1** e com potências **superiores a 80%**, tais conclusões deverão ser generalizáveis ao universo em estudo e à prática clínica com reserva, pelo facto de resultarem da selecção não aleatória de um grupo de indivíduos que exclusivamente obedeciam aos critérios de inclusão estipulados.

PROPOSTA PARA TRABALHOS FUTUROS

Com este trabalho foi possível verificar a variação dos valores da pressão oclusal na fase de contenção de um tratamento ortodôntico mas para trabalhos futuros era também importante conseguir acompanhar a evolução em termos de oclusão, o que só poderia ser possível com um estudo prévio ao tratamento ortodôntico bem como o seu acompanhamento durante o mesmo e na fase de contenção.

RESUMO, SUMMARY, RESUMEN

“Análise comparativa da pressão oclusal
em pacientes na fase de contenção do tratamento ortodôntico”

RESUMO

Este trabalho pretendeu investigar a possível alteração em termos de força oclusal, durante a fase de contenção após um tratamento activo ortodôntico, período no qual nenhuma força activa é aplicada directamente sobre a arcada dentária e no qual se processa remodelação óssea, como consequência dos movimentos gerados anteriormente pelo tratamento ortodôntico efectuado.

A pesquisa teve como objectivos a medição da máxima pressão oclusal em pacientes submetidos a tratamento ortodôntico em quatro tempos diferentes: no início da fase de contenção (dia em que se retira os aparelhos), ao fim de um mês, seis meses e um ano. Simultaneamente também se realizaram as medições em pacientes que nunca foram submetidos a tratamento ortodôntico em quatro tempos diferentes: num dia estipulado, um mês, seis meses um ano após a primeira medição.

Posteriormente compararam-se os resultados obtidos entre as idades, o sexo, os vários tipos faciais e os diferentes grupos (experimental e de controlo).

Como sistema de medida foi utilizado o sistema de análise oclusal computadorizado que é comercializado sob a designação de T-Scan[®] III que consiste numa unidade de processamento, um monitor e um sensor que obtêm registos oclusais de força.

O sensor é posicionado na arcada dentária e, quando o paciente oclui, produz-se alteração da condução eléctrica no receptor, a qual é registada pelo sistema electrónico e traduzida numa imagem no monitor.

Este sistema vem acompanhado de um *software* que permite controlar a realização das medidas, elaborar os relatórios e analisar os dados obtidos.

Quando um ortodontista termina o tratamento de um caso, a oclusão final diz-se ortodôntica. Esta oclusão é a que foi imposta pelos aparelhos ortodônticos, os quais conduziram os dentes para novas posições nos três planos do espaço de forma a que passem a ocluir de acordo com os conceitos de normalidade estética e funcional.

Ora esta oclusão ainda não contém o assentamento dentário proporcionado pela função, isto é, os dentes até este momento tinham uma posição imposta

pelo aparelho e a partir de agora vão sofrer pequenas alterações posicionais decorrentes da fisiologia mastigatória.

A acção músculo - esquelética vai obrigar os dentes a pequenos movimentos com origem no mecanismo “de cone funil”, ou seja, as vertentes cuspídeas vão constituir-se como pequenos planos inclinados que conduzem as pontas das cúspides para as fossas dos dentes antagonistas. Assim sendo, a presente pesquisa vem corroborar esse facto acontece. Na realidade, esse assentamento fisiológico dos dentes, o que vai tornar mais efectiva a força mastigatória.

SUMMARY

This study aimed to investigate the possible change in terms of occlusal force during the contention phase after an active orthodontic treatment, during which no active force is applied directly onto the teeth and bone remodeling which takes place as a result of the generated movements previously made by orthodontic treatment.

The research had as objective measurement of maximum occlusal pressure in patients undergoing orthodontic treatment at four different times: at the start of restraint (days on which the apparatus is withdrawn) after one month, six months and one year. Simultaneously measurements were also conducted in patients who had never undergone orthodontic treatment at four different times: a day set, one month, six months one year after the first measurement.

Subsequently we compared the results obtained between ages, gender, various facial types and the different groups (experimental and control).

As the measurement system was used computerized occlusal analysis system which is marketed under the name T-Scan ® III which consists of a processing unit, a monitor and a sensor that records obtained from occlusal force. The sensor is positioned in the dental arch, and when the patient occludes, it produces change in the electrical conduction in the recipient, which is registered by the electronic system and translated into an image on the monitor.

This system comes with software that lets you control the implementation of measures for reporting and analyzing data obtained.

When an orthodontist completes the processing of a case, the final occlusion is called orthodontics. This occlusion is the one imposed by braces, which leads the teeth for new positions in the three planes of space so that they begin to occlude according to the concepts of normality and functional aesthetics. Now this closure does not contain the settlement offered by dental function, the teeth up to now have a position imposed by the device and from now on will undergo slight positional changes resulting from masticatory physiology.

Action - skeletal teeth will force the small movements originating in the mechanism "cone funnel," ie, the slopes will be cusp as small slopes that lead

to the tips of the cusps of teeth cavities antagonists. Therefore, this research corroborates this fact occurs. In fact, this settlement physiological tooth will make the chewing force more effective.

RESUMEN

Este estudio tuvo como objetivo investigar el posible cambio en términos de la fuerza oclusal durante la fase de contención después de un tratamiento activo de ortodoncia, durante el cual se aplica ninguna fuerza activa directamente sobre los dientes y la remodelación ósea que tiene lugar como resultado de los movimientos generados previamente por un tratamiento de ortodoncia. La investigación tuvo como objetivo la medición de la presión oclusal máxima en pacientes sometidos a tratamiento de ortodoncia en cuatro momentos diferentes: en el inicio de retención (días en que se retira el aparato) después de un mes, seis meses y un año. Al mismo tiempo las mediciones se realizaron en pacientes que nunca se habían sometido a un tratamiento de ortodoncia en cuatro momentos diferentes: un conjunto de días, un mes, seis meses un año después de la primera medición.

Posteriormente se compararon los resultados obtenidos entre las edades, sexo, diversos tipos faciales y los diferentes grupos (experimental y control). A medida que el sistema de medición se utilizó el sistema computarizado de análisis oclusal, que se comercializa bajo el nombre de T-Scan ® III, que consiste en una unidad de proceso, un monitor y un sensor que los registros obtenidos de la fuerza oclusal.

El sensor se coloca en la arcada dental, y cuando el paciente ocluye, se produce el cambio en la conducción eléctrica en el receptor, que es registrado por el sistema electrónico y se traducen en una imagen en el monitor.

Este sistema viene con un software que le permite controlar la aplicación de medidas para informar y analizar los datos obtenidos.

Cuando un ortodoncista completa la tramitación de un caso, la oclusión final se dice que la ortodoncia. Esta obstrucción es la impuesta por los tirantes, que llevó a los dientes para nuevos puestos en los tres planos del espacio para que empiecen a ocluir de acuerdo a los conceptos de normalidad y de la estética funcional.

Ahora bien, este cierre no contiene la solución ofrecida por la función dental, es decir, los dientes hasta ahora una posición impuesta por el dispositivo ya partir

de ahora será sometido a ligeros cambios de posición resultante de fisiología de la masticación.

Acción - dientes del esqueleto obligará a los pequeños movimientos de origen en el mecanismo de "cono del embudo", es decir, las pistas se cúspide como pequeñas pendientes que conducen a las puntas de las cúspides de los dientes antagonistas cavidades. Por lo tanto, esta investigación corrobora este hecho se produce. De hecho, este diente de solución fisiológica, lo que hará que la fuerza más eficaz de mascar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

“Análise comparativa da pressão oclusal
em pacientes na fase de contenção do tratamento ortodôntico”

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **Maciel, Roberto Nascimento.** *Oclusão e Atm – Procedimentos Clínicos.* 1ª edição. São Paulo. : Santos Livraria Editora, 1996. p. 37.
2. **Black, G.V.** *Operative Dentistry.* s.l. : Ed. Chicago Médico-Dental V1, 1924. pp. 161-171.
3. **Klaffenbach, A.D.** *Gnathodynamic.* 1936. pp. 321-82. Vol. 23(3).
4. **Hildebrand, G.Y.** *Studies in Dental Prosthetics.* Stockholm Fahicrantz, 1937 V.I, 237 – APUD Tylman S.D. *Protesis de coronas y puentes*, trad, Honorato Villa México. Hispano - Americana, 1949. p. 181.
5. **Breklus, P.H., Armstrong, W.D., Simon, W.J.** *Stimulation of the muscles of mastication.* J. Dent.Res., 1941. pp. 87-92. Vol. 20(2).
6. **Howell, A.H., Manly, R.S.** *An eletronic stain gange for measuring oral forces.* J. Dent., 1948. pp. 705-12. Vol. 27(6).
7. **Tylman, S.D.** *Protesis de Coronas y puentes*, trad. Honorato Villa. México : Hispano-Americana, 1949. pp. 177-93.
8. **Proffit WR, Fields HW, Nixon WL.** *Occlusal forces in normal and long face adults.* J. Dent. Res. 1983. pp. 566-571. Vol. 62(5).
9. **Graf, H., Grassi, H., Aebelard, H.J.** *A Method for measurement of occlusal forces in three directions.* Acta Helv. Odontol. 1977. pp. 7-11. Vol. 18.
10. **Gibbs, C.H., Lundeon, H.** *Jaw movements and forces during chewing and swallowing and their clinical significance - Advances in Occlusion.* Boston : John Waigt, 1982. pp. 2-32.

11. **Gibbs, C.H. et al.** *Chewing movements in relation to border movements at the first molar.* J. Prosthet Dent. pp. 308-322. Vol. 46.
12. **Gibbs, C.H. et al.** *Occlusal forces during chewing and swallowing as measured by sound transmission.* J. Prosthet Dent. 1981. pp. 443-449. Vol. 46.
13. **Lund, J.P., Olsson, K.A.** *Importance of Reflexes and their control during Jaw movement trends neurosci.* 1983. pp. 458-463. Vol. 6.
14. **Lund, J.P., Rossignol, S.** *Modulation of the amplitude of the digastric Jaw opening reflex during the masticatory cycle neuroscience.* 1981. pp. 95-98. Vol. 6.
15. **Gibbs, C.H. et al.** *Limits of Human Bite Strength.* J. Prosthet Dent. 1986. pp.226-229. Vol. 56.
16. **Graf, H., Zander, H.A.** *Tooth contact patterns in mastication.* J. Prosthet Dent. 1963. pp. 1055-1066. Vol. 13.
17. **Molina, O.F.** *Fisiopatologia Craniomandibular - Oclusão e ATM.* São Paulo Ed. Pancast Lda, 1989. pp. 40-41.
18. **Guimarães, G. et al.** *Magnitude das Forças Mastigatórias no Planejamento das Restaurações e Próteses.* Revista Paulista de Odontologia. pp. 32-42.
19. **Mohl, N.D., Zarb, G.A. e Carlsson, G.E. et al.** *Fundamentos de Oclusão.* Quintessence books. 1991.
20. **Silva, Carlos.** *O movimento dentário ortodôntico.* Col. Fix. vol 1 Ed. Facies. Abril 2007.
21. **Okeson, J.P.** *Management of Temporomandibular Disorders and Occlusion.* St. Louis. Ed. Mosby, 5º ed.

22. **Neff, P.A.** *Occlusion and function*. 1º Ed. Washington, D.C. Georgetown University School of Dentistry, 1975. pp.45.
23. **Cartagena, A. Garcia, Sequeros, O. Gonzalez e Garcia, V.C. Garrido.** *Analysis of two methods for occlusal contact registration with the T-Scan system*. J. Oral Rehabilitation. 1996. pp.426-432. Vol. 24.
24. **Posselt, U.** *Fisiología de la oclusión y rehabilitación*. 1ª Ed. Barcelona : Jims, 1973. p. 189.
25. **Lauritzen, A.G.** *Atlas de Analisis oclusal*. 1ª Ed. Madrid : Martinez de Murguia, 1977. p. 67.
26. **Dawson, P.E.** *Evaluation, Diagnosis and treatment of Occlusal Problems*. 2ª Ed. St. Louis : The CV Mosby Company, 1989. p. 206.
27. **Dawson, P.E. & Arcan, M.** *Attaining harmonic occlusion through visualized strain analysis*. s.l. : Journal of Prosthetic Dentistry, 1981. p. 615. Vol. 46.
28. **Maness, W.L., et al.** *Computerized occlusal analysis: a new technology*. s.l. : Quintessence International, 1987. p. 287. Vol. 4.
29. **Reza, M. & Neff, P.A.** *Reproducibility of occlusal contacts utilizing a computerized instrument*. Quintessence International, 1991. p. 357. Vol. 22.
30. **Maness, A.G., & Podoloff, R.** *Distribution of occlusal contacts in maximum intercuspation..* Journal of Prosthetic Dentistry, 1989. p. 238. Vol. 62.
31. **Maness, W.L.** *Force Movie. Atime and force view of occlusion*. Compendium, 1989. pp. 404-408. Vol. 10.
32. **Yamamura, M. & Takahashi, A.** *A study on display and accuracy of occlusal contacts by means of T-Scan System*. Kanagawa Shigaku, 1990. p. 236. Vol. 24.

33. **Shirazi M, Nilforoushan D, Alghasi H, Dehpour AR.** *The role of nitric oxide in orthodontic tooth movement in rats.* s.l. : Angle Orthod, 2002. pp. 211-5. Vol. 72.
34. **Kohno S, Kaku M, Tsutsui K, Motokawa M, Ohtani J, Tenjo K, et al.** *Expression of vascular endothelial growth factor and the effects on bone remodeling during experimental tooth movement.* s.l. : J Dent Res., 2003. pp. 177-82. Vol. 82(3).
35. **Rygh, P.** *Ultrastructural changes in pressure zones of human periodontium incident to orthodontic tooth movement.* 1973. pp. pp.109-122. Vol. 31 (2).
36. **KK., Lew.** *Orthodontically induced microvascular injuries in the tension zone of the periodontal ligament.* J Nihon Univ Sch Dent., 1989. Vol. 31(3).
37. **Tang P, Sims MR, Sampson WJ, Dreyer CW.** *Evidence for endothelial junctions acting as a fluid flux pathway in tensioned periodontal ligament.* Arch Oral Biol.273-6., 1993. pp. 273-6. Vol. 38(3).
38. **A., Consolaro.** *Movimentação dentária induzida:biologia aplicada à prática clínica.* In: *Consolaro A.Reabsorções Dentárias nas Especialidades Clínicas.* s.l. : Maringá: Dental Press, 2002. pp. 221-57.
39. **Melsen, B.** *Tissue reaction to orthodontic tooth movement: a new paradigm.* EJO. 2001. pp. 671-681. Vol. 23(6).
40. **Proffit, WR.** *As bases biológicas da terapia ortodôntica.* In: *Proffit, WR; Fields JR, HW. Ortodontia Contemporânea.* 3ª ed. Rio de Janeiro : Guanabara Koogan, 2002. pp. 280-306.
41. **Stains JP, Civitelli R.** *Cell-to-cell interactions in bone.* Biochem Biophys Res Commun, 2005. pp. 721-7. Vol. 328(3).

42. **Moraes FF, Chaves VEA, Fava M.** *Fundamentos Histológicos Aplicados à Ortodontia.* In: *Interlandi S. Ortodontia: bases para iniciação.* 5ª ed. São Paulo : Artes Médicas, 2002. pp. 89-100.
43. **Ferreira, FAC.** *Biomecânica do Movimento Dental.* In: *Ferreira FV. Ortodontia: Diagnóstico e Planejamento Clínico.* 5ª ed. São Paulo : Artes Médicas, 2002. pp. 363-398.
44. **Provatidis, C.G.** *A comparative Fem-Study of tooth Mobility using isotropic and anisotropic Models of the Periodontal Ligament.* s.l. : Medical Engineering & Physis, 2000. pp. 359-370. Vol. vol.22.
45. **Langlade, M.** *Terapêutica Ortodontica.* 3ª Ed.1-25 . São Paulo : Ed. Livraria Santos, 1993.
46. **Proffit, W.R., Fields Jr, H.W.** *Ortodontia Contemporânea.* Rio de Janeiro : Ed. Guanabara Koogan, 1995. cap 09.
47. **Reitan, k.** *Tissue behavior during orthodontic tooth movement.* AJO. p. 881. Vol. 46.
48. **Graber, T.M. e Swain, B.F.** *Principios y recciones biomecánicas - Ortodontia . Principios generales y técnicas.* Buenos Aires : Ed. Panamericana, 1988.
49. **Wilhelm, R.S.** *Movimento dentário - Ortodontia.* Set.-Dez. 1975. pp. 261-273. Vol. 8 (3).
50. **Langlade, M.** *Terapêutica Ortodontica.* 3ª Ed.1-25 . São Paulo. Ed. Livraria Santos, 1993.
51. **Verna C, Dalstra M, Melsen B.** *The rate and the type of orthodontic tooth movement is influenced by turnover in a rat model. .* EJO, 2000. pp. 343-52. Vol. 22(4).

52. **Raisz, L.G. e B.E., Kream.** *Regulation of bone formation.* N. Engl. J. Med, 1983. pp. 83-9. Vol. 309 (2).
53. **Shirazi M, Khosrowshahi M., Dehpour AR.** *The effect of chronic renal insufficiency on orthodontic tooth movement in rats.* Angle Orthod., 2001. pp. 494-498. Vol. 71 (6).
54. **Hill, P.A.** *Remodelação óssea.* Rev.Dent. Press Ortodon Ortopedi Facial, 1999. pp. 56-60. Vol. 4 (2).
55. **Schutz, A.B.** *Movimentação dentária ortodôntica.* RGO, 1995. pp. 280-3. Vol. 43(5).
56. **Ferreira, F.Y.** *Ortodontia: diagnóstico e planejamento clínico.* 4ª Ed. São Paulo : Artes Médicas, 2001.
57. **A.A.C., Pereira e Taveira, L.A.A.** *Movimentação dentária induzida e ovariectomia: avaliação microscópica.* s.l. : Rev. FOB., 2000. pp. 1-7. Vol. 8 (3/4).
58. **W.E., Roberts, et al.** *Bone physiology and metabolism in dental implantology: risk factors for osteoporosis and other metabolic bone diseases.* s.l. : Implant Dent., 1992. pp. 11-21. Vol. 1(1).
59. **W.E., Roberts, et al.** *What are the risk factors of osteoporosis assessing bone health.* s.l. : J. Am. Dent. Assoc., 1991. pp. 59-61. Vol. 122(2).
60. **Gimenez, C.M., et al.** *Principais alterações sistêmicas relacionadas com a movimentação dentária induzida.* Abril/ Junho. Porto Alegre : RGO, 2007. pp. 191-195. Vol. 55(2).
61. **Nojima, Lincoln Issamu e Gonçalves, Matilde.** *Mudanças tecidulares decorrentes do movimento ortodôntico - trabalho apresentado na disciplina de Ortodontia do II do curso de mestrado em Ortodontia da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro.* Rio de Janeiro 1996.

62. **Atharton, J.D.** *The gengival response to orthodontic tooth movement.* AJO, 1970. p. 179. Vol. 58.
63. **DeAngelis, V.** *Observation on the response of alveolar bone to orthodontic force.* AJO, 1970. p. 284. Vol. 58.
64. **Henneman, S. Hoff, J.W. Von den e Maltha, J. C.** *Mechanobiology of tooth movement.* EJO, 2008. pp. 299-306. Vol. 30.
65. **Oppenheim, A.** *Tissue changes, particularly of the bone, incident to tooth movement.* 2007. pp.i2 - i15. Vol. vol. 29.
66. **Davidovitch, Z., Krishnam, V.** *Cellular, molecular, and tissue-level reactions to orthodontic force.* AJO, 2006. pp. 129: 469 e. 1- 460 32. v. Vol. 129 (4).
67. **Melsen, B.** *Biological reaction of alveolar bone of orthodontic tooth movement.* The Angle Orthodontics, 1999. pp. 151-158. Vol. 69 (2).
68. **Roberts, W. E., Huja, S. e Roberts, J.,A.** *Bone Modeling: Biomechanics, Molecular Mechanisms and Clinical Perspectives.* 2004. pp. 123 – 161. Vol. 10(2).
69. **Taylor, D., Lee, T.c.** *Microdamage and mechanical behavior: predicting failure and remodeling in compact bone.* J. Anat., 2003. pp. 203-211.
70. **Dolce, C., Malone, J.S., Wheeler, T.T.** *Current concepts in the biology of orthodontic tooth movement.* 2002. pp. 6-12. Vol. 8 (1).
71. **Rody, w.j., King, G.J., Gu, G.** *Osteoclast recruitment to sites of compression in orthodontic tooth movement.* 2001. pp. 477-89. Vol. 120.
72. **Bianchini, E.** *A cefalometria nas alterações miofuncionais orais: diagnóstico e tratamento fonoaudiológico.* 5ª Edição. São Paulo : Pró-Fono., 2002.

73. **Zemlin, WR.** *Princípios de Anatomia e Fisiologia em Fonoaudiologia*. 4. ed. Porto Alegre : Artmed, 2000.
74. **Athanasiou, A.E.** *Orthodontic Cephalometry*. London : Mosby-Wolfe., 1995.
75. **Throckmorton GS, Finn RA, Bell WH.** *Biomechanics of differences in lower facial height*. AJO, 1980. pp. 410–420. Vol. 77(4).
76. **Pereira LJ, Gavião MBD, Bonjardin LR, Castelo PM, van der Bilt A.** *Muscle thickness, bite force, and craniofacial dimensions in adolescents with signs and symptoms of temporomandibular dysfunction*. EJO, 2007. pp. 72–78. Vol. 29(1).
77. **Proffit WR, Fields HW, Nixon WL.** *Occlusal forces in normal and long face adults*. [ed.] J. Dent. Res. 1983. pp. 566-571. Vol. 62(5).
78. **Raadsheer M C, van Eijden T M G J, van Ginkel F C, Prahl-Andersen B.** *Contribution of jaw muscle size and craniofacial morphology to human bite force magnitude*. s.l. : J Dent Res., 1999. pp. 31-42. Vol. 78(1).
79. **Kiliaridis S, Kjellberg H, Wennberg B, Engstrom C.** *The relationship between maximal bite force, bite force endurance, and facial morphology during growth. A cross-sectional study*. 1993 : Acta Odontol Scand. pp. 323-331. Vol. 51(5).
80. **Shinkai RS, Lazzari FL, Canabarro SA, Gomes M, Grossi ML, Hirakata LM, et al.** *Maximum occlusal force and medial mandibular flexure in relation to vertical facial pattern: a cross-sectional study*. Head Face Med., 2007. pp. 1-6. Vol. 3.
81. **Van den Braber W, Van der Glas H, Van der Bilt A, Bosman F.** *Masticatory function in retrognathic patients, before and after mandibular advancement surgery*. J Oral Maxillofac Surg., 2004. pp. 549-554. Vol. 62(5).
82. **TMGJ., van Eijden.** *Jaw muscle activity in relation to the direction and point of application of bite force*. 1990 : J Dent Reserch. pp. 901-905. Vol. 69(3).

- 83. Bakke M, Michler L.** *Temporalis and masseter muscle activity in patients with anterior open bite and craniomandibular disorders.* s.l. : Scand J Dent Res., 1991. pp. 219-228. Vol. 99(3).
- 84. Farella M, Bakke M, Michelotti A, Rapuano A, Martina R.** **Masseter thickness.** *Endurance and exercise-induced pain in subjects with different vertical craniofacial morphology.* s.l. : EJO Sci., 2003. pp. 183-188. Vol. 111(3).
- 85. Neeman H, Mccall W, Plesh O, Bishop B.** *Analysis of jaw movements and masticatory muscle activity.* s.l. : Comput Methods Programs Biomed, 1990. Vol. 31(1).
- 86. Kuwahara T, Miyauchi S, Maruyama T.** *Clinical classification of the patterns of mandibular movements during mastication of the Sirognathograph.* s.l. : Int J Prosthodont., 1992. pp. 122-129. Vol. 5(2).
- 87. Sato S, Nasu F, Motegi K.** *Analysis of kinesiograph recordings and masticatory efficiency after treatment of non-reducing disk displacement of the temporomandibular joint.* s.l. : J Oral Rehabil., 2003. pp. 708–713. Vol. 30(7).
- 88. Abdel-Latif HH, Hobkirk JA, Kelleway JP.** *Functional mandibular deformation in edentulous subjects treated with dental implants.* s.l. : Int J Prosthodont.
- 89. Canabarro SA, Shinkai RS.** *Medial mandibular flexure and maximum occlusal force in dentate adults.* s.l. : Int J Prosthodont., 2006. pp. 177-182. Vol. 19(2).
- 90. Hobkirk JA, Schwab J.** *Mandibular deformation in subjects with osseointegrated implants.* s.l. : Int J Oral Maxillofac Implants., 1991. pp. 319-328. Vols. 6(3)319-328.
- 91. Chen DC, Lai YL, Chi LY, Lee SY.** *Contributing factors of mandibular deformation during mouth opening.* s.l. : J Dent., 2000. pp. 583-588. Vol. 28(8).

ANEXOS

“Análise comparativa da pressão oclusal
em pacientes na fase de contenção do tratamento ortodôntico”

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO I – Base de dados em Excell

ANEXO II – Consentimento Informado

ANEXO III – Relatório de análise de dados

ANEXO I – Base de dados em Excell

ANEXO II – Consentimento Informado

ANEXO III – Relatório de análise de dados