

ANÁLISE DA DIMENSÃO DO REBORDO ALVEOLAR ANTES E APÓS O TRATAMENTO ORTODÔNTICO NA AILS: ESTUDO PILOTO.

INSTITUTO UNIVERSITÁRIO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

GANDRA, 2016

Selma Patrícia Gomes Pascoal

**Análise da dimensão do rebordo alveolar antes e após o tratamento ortodôntico na
AILS: estudo piloto.**

Dissertação apresentada ao Instituto Universitário de Ciências da Saúde,
para obtenção do grau de Mestre em Ortodontia

Orientadora: Prof. Doutora Teresa Maria da Costa Pinho

Instituto Universitário de Ciências da Saúde

Gandra, 2016

Agradecimentos

À minha filha Leonor

Pelo sorriso tão puro que me deu toda a força para que eu conseguisse terminar esta etapa.

És a minha princesa, amo-te mais que tudo nesta vida!

Ao meu marido, Jorge

Pelo amor e companheirismo.

Pela cumplicidade em todos os momentos.

Pela ajuda incondicional ao longo deste trabalho.

Obrigada por existires, és o meu eterno amor!

Aos meus pais

Por estarem sempre presentes em todas as alturas e por apoiarem as minhas decisões.

Por terem feito de mim a pessoa que sou hoje.

São os melhores pais do mundo.

Aos meus sogros

Pelo caloroso laço familiar, pelo suporte e entusiasmo.

São como uns pais para mim.

Ao Huguinho

Pela boa disposição e pelo carinho.

És o melhor mano do mundo!

Aos meus cunhados e sobrinho

Pelo apoio, carinho e disponibilidade.

Adoro-vos.

À Prof. Doutora Teresa Pinho

Por quem expresso a minha gratidão, pela extrema competência profissional e firmeza com que conduz as atividades docentes.

Admiro a sua perseverança e a paixão que tem pela ortodontia.

Muito obrigada por todo o apoio e incentivo.

Ao Prof. Doutor Rui Pinto

Coordenador deste mestrado pela forma como geriu esta longa caminhada permitindo-nos uma maior aprendizagem e uma maior confiança na prática da ortodontia.

À Prof. Doutora Ana Paula Botto, às Mestres Aline Gonçalves e Asela Lavall

Por todos os ensinamentos, amizade e companheirismo.

Às assistentes da clínica

Pelo seu entusiasmo e simpatia.

Ao Jorge e ao Sr. Joaquim

Pela disponibilidade e pela simpatia.

Ao Dr. João Rufo

Pela paciência e pela força positiva que transmite.

Ao meu técnico de prótese, Nuno Peixoto

Pela disponibilidade manifestada ao longo deste tempo quando podia e mesmo quando não podia.

Aos meus amigos

Que sempre me apoiaram, e se mostraram disponíveis para ajudar.

Às minhas colegas e amigas Joana Paiva, Daniela Paiva e Joana Viveiros

Colegas e amigas desta longa jornada, tenho-vos no coração para a vida.

Desejo-vos todo o sucesso do mundo.

Resumo

A ausência congênita dentária é uma anomalia relativamente comum, daí que seja motivo de interesse de estudos científicos há várias décadas.

Sabe-se, que o movimento ortodôntico de dentes adjacentes através da crista alveolar edêntula pode desenvolver dimensões adequadas de osso alveolar, sem recorrer a procedimentos regenerativos. À medida que o dente se move ao longo da crista, o osso é depositado, corrigindo deficiências dimensionais.

Os **objetivos** do estudo foram, em primeiro lugar, comparar as alterações dimensionais do rebordo alveolar antes, no final e um ano após o tratamento ortodôntico (TO), nos casos de agenesia de incisivos laterais superiores (AILS), cuja opção foi a abertura do espaço e, em segundo, avaliar a possibilidade do uso do modelo de gesso e radiografias panorâmicas (RP) como substitutos da tomografia computadorizada Cone Beam (TCCB).

Material e Métodos: O estudo foi constituído por uma amostra de 18 modelos em gesso, correspondentes a 6 pacientes que apresentavam AILS, com mesialização dos caninos antes do TO. Realizaram-se 228 medições em modelos de gesso e RP recolhidas em três períodos distintos, antes (T1), final (T2) e pelo menos 1 ano após o TO (T3). Na fase T2 foi também analisada a TCCB.

Para o primeiro objetivo foram efetuadas medições da altura de osso e da abertura de espaço (largura) entre o canino superior e o incisivo central superior na RP e da abertura e espessura nos modelos de gesso, sendo esta última efetuada através de torqueis medidos a 1mm e a 6mm da altura do osso. Avaliou-se também a abertura de espaço com o nível da altura óssea na RP, e a abertura de espaço com a espessura dos modelos de gesso, ao longo do tempo estudado.

Para o segundo objetivo foram comparados os valores da altura do nível ósseo e largura na RP com a TCCB e da espessura dos modelos com a espessura da TCCB.

A análise estatística foi efetuada com recurso ao SPSS versão 20.0 (IBM), com a utilização de testes não-paramétricos.

Resultados: Não houve uma diferença estatisticamente significativa nos 3 períodos de tempo com: a espessura dos modelos (a 1 e a 6mm) no lado direito e esquerdo, nem com a altura do nível ósseo na RP ($p>0.05$; teste de Friedman).

Não existiu qualquer correlação estatisticamente significativa ao longo do tempo estudado entre: a abertura do espaço e a altura do nível do osso nas RP; nem entre a abertura de espaço nos modelos e a espessura nos mesmos modelos de gesso ($p>0.05$ para todos os casos, teste de correlação de Sperman).

No entanto, verificou-se uma diferença estatisticamente significativa na largura na RP, nos 3 períodos de tempo, tanto à direita como à esquerda (respectivamente $p=0.022$ e $p=0.018$; teste de Friedman).

A TCCB não teve uma correlação estatisticamente significativa no que diz respeito à altura do nível do osso com a da RP; na espessura com os modelos de gesso (a 1 mm e a 6mm) ($p>0.05$ lado direito e esquerdo); na largura com a RP ($p>0.05$ lado direito e esquerdo; teste de correlação de Sperman).

Conclusão: Não há variação significativa na espessura, altura e largura do osso ao longo do tempo, antes e um ano após o final do TO, tendo em conta a abertura inerente do espaço no caso de AILS. Muito provavelmente devido ao facto de, nos casos estudados, o canino apresentar-se numa posição mesializada antes do TO, mantendo assim as dimensões ósseas ao longo do tempo.

Ficou demonstrado que o modelo de gesso e a RP parecem não ser bons substitutos do TCCB, para estas medições específicas.

Palavras-Chave: Abertura de espaço, ausência congénita de incisivo lateral superior, crista alveolar, tomografia computadorizada cone beam.

Abstract

Dental congenital absence is a relatively common abnormality, impelling the interest of scientific studies for decades.

It is known that orthodontic movement of adjacent teeth through the edentulous alveolar ridge can develop appropriate alveolar bone dimensions without resorting to regenerative procedures. As the tooth moves along the crest, bone is deposited correcting dimensional deficiencies.

The **objectives** of the study were firstly to compare the dimensional changes in the alveolar ridge before, at the end and one year after orthodontic treatment (OT), in cases of maxillary lateral incisors agenesis (MLIA), with orthodontic space opening, and secondly, to assess the possibility of using plaster models and panoramic radiographs (PR) as substitutes for Cone Beam CT (CBCT).

Material and methods: The study consisted of a sample of 18 plaster models of 6 patients who presented MLIA with mesialization of the canines before OT between the ages of 13 and 14 years old. A total of 228 measurements were performed on plaster models and PR collected at three different stages: before (T1), at the end (T2) and 1 year after OT (T3). In stage T2, the CBCT was also analysed.

The statistical analysis of the data was performed using the SPSS programme, version 20.0 (IBM), by means of non-parametric tests.

Results: There was no statistically significant difference in all 3 stages regarding the thickness of the models (1 mm and 6 mm) on the right and left sides or the height of the bone in the PR, nor in the space opening and the height of the bone in the PR; or the space opening in the models and the thickness in the same plaster models ($P > 0.05$; the Friedman test). However, there was a statistically significant difference regarding the width in the PR, during the 3 stages, on both right and left (respectively, $p = 0.022$ and $p = 0.018$, the Friedman test).

The CBCT did not present a statistically significant correlation with regards to the height of the bone and that of the PR; the thickness when compared with the plaster models (1 mm and 6 mm) ($P > 0.05$ right and left sides) and the width with that of the PR ($p > 0.05$ left and right sides; the correlation test of Spearman).

Conclusion: There is no significant variation in thickness, height and width of the bone over time, before and at least one year after the end of OT, when taking into account the inherent space opening in the case of MLIA. This is probably due to the fact that, in the studied cases, the canine was mesialized before OT, thereby, maintaining the bone dimensions over time.

It has been demonstrated that the plaster models and the PR do not appear to be good substitutes of the CBCT for these specific measurements.

Key words: Space opening, congenitally missing maxillary lateral incisor, alveolar ridge, cone beam computed tomography (CBCT).

1. Introdução	1
2. Fundamentos teóricos	4
2.1. Embriologia e evolução dentária no homem.....	4
2.2. Prevalência	6
2.3. Etiologia	9
2.4. Diagnóstico	12
2.5. Repercussões das AILS.....	13
2.6. Abordagens terapêuticas	15
2.7. Formação óssea e a sua estabilidade	20
2.8. Meios auxiliares de diagnóstico	21
3. Hipóteses	26
4. Objetivos	28
5. Material e métodos	30
5.1. Tipo de estudo.....	30
5.2. População alvo	30
5.3. Critérios de inclusão.....	30
5.4. Critérios de exclusão	30
5.5. Elaboração das medições em modelos de gesso, RP e TCCB	31
5.6. Análise estatística.....	35
5.7. Verificação dos coeficientes de correlação entre as medições.....	36
6. Resultados	38
7. Discussão dos resultados	55
8. Conclusão	65
9. Bibliografia	67
10. Anexos	84
Anexo I - Medições em modelos de gesso, RP e TCCB	84
Anexo II - Projeto futuro	86
1. Objetivos	86
2. Hipóteses	87
3. Materiais e métodos	88
3.1. Amostra.....	88

3.2. Critérios de inclusão e exclusão	88
3.3. Avaliação clínica e recolha dos dados.....	89
3.4. Tipo de estudo	90
Anexo III - Artigo da tese	91
1. Introduction	93
2. Material and methods	95
3. Results	100
4. Discussion	102
5. Conclusion.....	108
6. References	109

Lista de abreviaturas

TO – Tratamento Ortodôntico

AILS – Agenesia de Incisivo Lateral Superior

TCCB – Tomografia Computorizada Cone Beam

VIU – Vida Intra Uterina

ILS – Incisivo Lateral Superior

PMI – Pré-molar Inferior

PMS – Pré-molar Superior

ICI – Incisivo Central Inferior

RP – Radiografia panorâmica

CS – Canino Superior

TC – Tomografia Computorizada

Índice de figuras

Figura 1 - Estratégia de tratamento da ausência de um incisivo lateral superior.	15
Figura 2 - Paquímetro digital (DigitalerMessschieber, Powerfix®)	31
Figura 3 - Medição de altura do nível do osso e largura na RP	32
Figura 4 - Análise dos modelos de gesso	33
Figura 5 - Medição da altura do nível do osso e da largura na TCCB	35
Figura 6 - Medição da espessura óssea desde vestibular até palatino, a 1 e a 6mm da crista óssea na TCCB	35

Índice de gráficos

Gráfico 1 - Correlação entre a largura e a espessura dos modelos a 1mm (1º Quadrante).....	38
Gráfico 2 - Correlação entre a largura e a espessura dos modelos a 6mm (1º Quadrante).....	39
Gráfico 3 - Correlação entre a largura e a espessura dos modelos a 1mm (2º Quadrante).....	40
Gráfico 4 - Correlação entre a largura e a espessura dos modelos a 6mm (2º Quadrante).....	41
Gráfico 5 - Correlação entre a abertura de espaço (largura) e a altura do nível do osso nas RP (1º Quadrante)	42
Gráfico 6 - Correlação entre a abertura de espaço (largura) e a altura do nível do osso nas RP (2º Quadrante)	43
Gráfico 7 - Correlação entre a altura do nível do osso da RP e da TCCB (1º Quadrante).....	46
Gráfico 8 - Correlação entre a altura do nível do osso da RP e da TCCB (2º Quadrante).....	47
Gráfico 9 - Correlação entre a espessura dos modelos de gesso e da TCCB a 1mm (1º Quadrante).....	48
Gráfico 10 - Correlação entre a espessura dos modelos de gesso e da TCCB a 6mm (1º Quadrante).....	49
Gráfico 11 - Correlação entre a espessura dos modelos de gesso e da TCCB a 1mm (2º Quadrante).....	50
Gráfico 12 - Correlação entre a espessura dos modelos de gesso e da TCCB a 6mm (2º Quadrante).....	51
Gráfico 13 - Correlação entre a largura da RP e da TCCB (1º Quadrante).....	52
Gráfico 14 - Correlação entre a largura da RP e da TCCB (2º Quadrante).....	53

Índice de tabelas

Tabela 1 - Espessura dos modelos de gesso (a 1 e a 6mm) no 1º e 2º quadrantes, nos 3 períodos de tempo estudados.	44
Tabela 2 - Altura do nível do osso na RP no 1º e 2º quadrantes, nos 3 períodos de tempo estudados.	44
Tabela 3 - Largura do espaço entre canino e incisivo central na RP no 1º e 2º quadrantes, nos 3 períodos de tempo estudados.....	45

Introdução

1. Introdução

Uma anomalia dentária refere-se a um desvio da normalidade, habitualmente associada ao desenvolvimento embrionário dos dentes, podendo resultar na ausência, no excesso ou na alteração de forma.¹

A hipodontia é o termo usado para a ausência congênita de dentes decíduos ou permanentes e descreve especificamente a ausência de um a seis dentes, excluindo os terceiros molares. A oligodontia refere-se à ausência de mais de seis dentes, também excluindo os terceiros molares. Enquanto a anodontia representa a ausência de todos os dentes.^{2,3}

Agenesia significa, em grego, ausência de geração.⁴ As agenesias dentárias constituem uma anomalia dentária de número e considera-se estar perante este quadro clínico quando, no exame radiográfico o dente se encontra ausente e com a realização de uma pormenorizada história clínica se despistou a extração dentária. A ausência congênita de dentes pode estar associada a um síndrome genético, quando relacionada a várias ausências, ou surgir como um fenómeno isolado.^{1,5}

A agenesia dentária afeta mais frequentemente a dentição definitiva em detrimento da dentição decídua.⁶

O impacto, a nível estético e funcional, que a agenesia destes dentes provoca é enorme, constituindo um fator de preocupação não só para os portadores da anomalia como também para os profissionais de saúde que veem no planeamento do seu tratamento, um grande desafio.

Existem três soluções para o tratamento ortodôntico da ausência congênita de incisivos laterais maxilares: fecho do espaço pela mesialização do canino, colocação de implantes endo-ósseos e restaurações dento-suportadas.^{7,8} A substituição dos elementos ausentes pela colocação de implantes endo-ósseos é uma opção viável, especialmente quando os dentes adjacentes estão saudáveis e não restaurados. Uma crista alveolar com dimensões adequadas é um pré requisito para uma reabilitação ideal com recurso a implantes dentários endo-ósseos numa zona estética anterior. Quando a altura e a largura da crista edêntula é inadequada, podem ser necessários enxertos ósseos.^{9,7}

A bibliografia sugere que o movimento ortodôntico de dentes adjacentes através da crista alveolar edêntula pode desenvolver dimensões adequadas de osso alveolar, sem recorrer a procedimentos regenerativos.^{10,11,9} À medida que o dente se move ao longo da crista, o osso é depositado corrigindo deficiências dimensionais. De acordo com alguns autores, se um incisivo lateral permanente está congenitamente ausente, será aconselhado que o canino permanente erupcione mesialmente no espaço do incisivo lateral. O canino pode, então, ser movimentado ortodonticamente para distal de forma a desenvolver um local com adequadas dimensões, capaz de receber um implante sem necessidade de enxerto.^{12,13,9}

Os resultados publicados relativamente à medição da crista alveolar em modelos de gesso, nos casos clínicos em que se fez abertura de espaço antes e após tratamento ortodôntico, divergem bastante entre eles, sendo unânime a dificuldade em registar um ponto de referência estável nos modelos de gesso perante uma situação de evolução complexa como a da remodelação óssea. A Tomografia Computorizada Cone Beam tem vindo a ser usada para produzir uma imagem digital 3D da anatomia dentária e da morfologia craniofacial, permitindo o acesso às alterações dimensionais do osso alveolar e resultados mais fiáveis.¹⁴

Quando fazemos um tratamento ortodôntico (TO) de abertura de espaço, na maioria das vezes terminado em idades de crescimento, tem de se aguardar alguns anos para poder reabilitar, particularmente com implantes. Com este estudo gostaríamos de tentar perceber como se comporta o espaço correspondente à agenesia do incisivo lateral superior (AILS), e até que ponto os modelos de gesso são fiáveis para perceber as alterações da crista óssea ao longo e após o TO, utilizando também como critério de avaliação a tomografia computadorizada cone beam (TCCB) no final do TO.

Fundamentos teóricos

2. Fundamentos teóricos

2.1. Embriologia e evolução dentária no homem

Há já muito tempo que a arqueologia nos tem apresentado com achados de elevada importância, contribuindo deste modo para uma melhor compreensão a respeito da evolução humana, desde os Australantrópos (três milhões de anos a.C.) até ao homem atual – *Homo sapiens sapiens*.¹⁵

As sucessivas adaptações do homem, alimentares, corporais e mentais, têm contribuído para uma evolução constante, resultando num ser mais inteligente e, obviamente, com modificações estruturais e fisiológicas, levando desta forma ao “desaparecimento” de algumas “peças” da sua estrutura como consequência da extinção de algumas funções.¹⁵

Os processos maxilares e mandibulares do embrião derivam do primeiro arco braquial que, conjuntamente com o processo frontonasal, contribuem para a formação da cavidade oral. Desta forma, num embrião de 4 semanas a boca primitiva está delimitada superiormente pelo processo frontonasal, lateralmente pelos processos maxilares, inferiormente pelo processo mandibular e profundamente pela membrana buco-faríngea.^{16,17}

Cada dente desenvolve-se a partir de um gérmen dentário, originado do revestimento da cavidade oral. O gérmen dentário é constituído por:

- 1 – Um órgão de esmalte, que é derivado da ectoderme oral,
- 2 – Uma papila dentária, originária do mesênquima,
- 3 – Um saco embrionário, que também deriva do mesênquima.¹⁸

O órgão de esmalte dá origem ao esmalte dentário, a papila é precursora da polpa dentária, e a dentina e o saco embrionário produzem o cimento e o ligamento periodontal.^{19,18}

Ao atingir as 6 semanas de vida intra uterina (VIU), é possível o aparecimento do primeiro sinal de desenvolvimento do dente. Determinadas células bucais, oriundas da ectoderme oral e que dão origem ao epitélio oral, iniciam a sua proliferação mais rápida do que as células que lhe são adjacentes. Este processo tem como consequência a formação de uma

faixa de epitélio ao longo da linha externa do futuro arco dentário, designado de lâmina dentária.²⁰

Os primeiros sinais de calcificação dos dentes temporários surgem no 4º mês de VIU e aproximadamente no 6º mês todos os dentes temporários já iniciaram o seu desenvolvimento. O incisivo lateral superior (ILS) inicia a sua formação por volta da 16ª semana de VIU, estando o folículo completamente concluído por volta da 39ª semana.^{16,17}

As interações que determinam a localização, a identidade, o tamanho e a forma dos dentes ocorrem durante os estágios precoces do desenvolvimento dentário.²¹

A odontogênese é um complexo mecanismo regulado sequencialmente e reciprocamente por interações epitélio-mesenquimatosas, controlada por ativadores e inibidores envolvidos em diversos mecanismos. Distúrbios nestas cascatas de sinais podem levar a anomalias na odontogênese, resultando em alterações na formação do número normal de dentes.²²

A ausência congênita de dentes resulta de um distúrbio durante os estágios iniciais da formação de um dente: iniciação e proliferação.¹⁷

A cronologia de erupção dentária está intimamente relacionada com vários fatores como a alimentação, grupo étnico, clima, sexo entre outros. No sexo feminino a erupção dentária dá-se mais cedo que no sexo masculino. A cronologia da erupção dentária não é consensual, havendo disparidades entre vários autores. Assim a erupção do ILS erupciona entre os 7 e 9 anos de idade.¹⁷

2.2. Prevalência

Estudos populacionais têm revelado que a prevalência da ausência congênita de dentes varia consoante o tipo de dentição (decídua e permanente), grupos dentários, padrões étnicos e características da amostra.^{23,24,25} Contudo, alguns estudos, mencionam um aumento da incidência desta anomalia, o que constitui uma evidência, porém limitada, de se tratar de uma tendência evolucionária no desenvolvimento da dentição humana.^{25,26}

As agenesias são anomalias relativamente frequentes na dentição definitiva e ocorre mais frequentemente nos indivíduos do sexo feminino, embora a distribuição por gêneros apresente variações de acordo com a localização geográfica das populações em estudo.^{27,28,23,29}

Apesar da prevalência ser aproximada em ambos os sexos, a hipodontia ocorre mais no sexo feminino, numa proporção de 3:2.³⁰

Segundo os grupos étnicos, a prevalência de agenesias dentárias variava cerca de 1,5%-3% nos caucasianos, 6%-9,2% nos asiáticos e 7,7% no caso dos Afro-Americanos.^{31,32}

Na população caucasiana, os dentes mais afetados, excluindo os 3^{os} molares, são os 2^{os} pré-molar inferior (PMI), e os incisivos laterais superiores.^{9,33}

Apesar de ser possível encontrar na literatura algumas diferenças, a maior parte dos estudos refere que o dente que mais frequentemente se encontra ausente, excluindo o 3^o molar, é o 2^o PMI, seguido do ILS, do 2^o pré-molar superior (PMS) e do incisivo central inferior (ICI). A agenesia dos 1^{os} e 2^{os} molares, do canino inferior e do incisivo central superior são relativamente raras,^{27,28,23,29} sendo que os menos frequentes são os caninos superiores permanentes.^{30,31}

Numa meta-análise sobre a prevalência de agenesias dentárias de dentes permanentes, realizada por Polder *et al.* (2004) conclui-se que a prevalência de agenesias dentárias na Europa e Austrália é maior que na América do Norte. E que a prevalência de agenesia no sexo feminino é 1,37 vezes maior que no sexo masculino em todos os três continentes. Mais ainda, demonstraram que os 2^{os} PMI eram os mais frequentemente afetados, seguidos dos ILS e dos 2^{os} PMSs.²³

Em Portugal, um estudo realizado por Leitão P. (1993) na zona sul, em crianças de 12 anos, demonstrou que 6,3% apresentava ausência congénita de pelo menos um dente, sendo o mais afetado o 2º PMI seguido do ILS. O ILS encontrava-se ausente em 1,8% no sexo feminino e 0,9% no sexo masculino.²⁸

Pinho T. *et al.* (2005), num estudo realizado na zona norte, em que se analisaram 16771 radiografias panorâmicas (RP) entre 1993 e 2000, conclui que 263 pacientes apresentavam ausência congénita do ILS (1,3%). Destes 67,1% afetavam o sexo feminino e 32,9% o sexo masculino. Em 55,2% dos casos a ausência era unilateral e em 44,7% era bilateral.²⁴

Posteriormente, foi realizado um estudo por Gonzáles-Allo *et al.* (2012) sobre a mesma população mas em anos distintos (2005 a 2009) e com o intuito de observar todo o tipo de agenesias (excluindo 3^{os} molares), no qual se observou uma prevalência de hipodontia de 6,1%. Dentro desta amostra, 73 casos apresentavam agenesia do ILS (24,5% do total das agenesias).³⁴

Em 2010, Pinho T. *et al.* conclui que em 57,1% de pacientes com agenesia unilateral do ILS, apresentavam também microdontia do ILS contra-lateral.³⁵

A agenesia do ILS ocorre com variações na população alvo de estudo, mas apresenta uma prevalência entre os 0,8% e 2% na dentição permanente, e de 0,1 a 0,7% na dentição temporária.²⁴

A ausência congénita na dentição e a conseqüente ausência do seu sucessor permanente, tem sido amplamente debatida na literatura, embora não seja consensual entre autores. Todavia, a maioria dos estudos afirma, que em 100% dos casos ocorre ausência do respetivo dente na dentição permanente.

Marinelli *et al.* (2012) afirma que a presença de uma anomalia na dentição decídua pode constituir um fator de risco para a recorrência da mesma na dentição permanente. Investigou a recorrência das anomalias dentárias (agenesias dentárias, supranumerários, fusão e germinação) da dentição decídua na dentição permanente, verificando que os casos de ausência congénita dentária e fusão na dentição decídua, se encontram associados à tendência de perpetuarem no sucessor permanente, em 95,6% dos casos para a ausência dentária, seguida de 88,7% dos casos de fusão.³⁶

Kim analisou 3055 pacientes em duas clínicas geograficamente distintas e observou que 10,8% dos pacientes apresentavam agenesia do ILS, mostrando frequências semelhantes para ausências uni e bilaterais.³³

Num estudo realizado na Turquia, verificou-se que a prevalência de agenesias nos pacientes ortodônticos era de 4,6% e que os ILS eram os mais afetados (46,5%), estando igualmente distribuídos pelo lado esquerdo e direito.³⁷

Polder *et al.* (2004) não encontrou grandes diferenças de agenesias dentárias entre a mandíbula e a maxila. Apenas a prevalência das agenesias unilaterais do ILS foi menor que as agenesias bilaterais.²³

De acordo com a teoria de Bolks, de redução terminal, à cerca da evolução filogenética da espécie humana, a redução de um elemento distal num grupo dentário ocorre com maior frequência do que um localizado mesialmente, desta forma os dentes mais frequentemente ausentes deveriam ser os últimos de cada grupo dentário, ou seja, os 3^{os} molares, os 2^{os} pré-molares e os incisivos laterais.³⁸

2.3. Etiologia

A ausência congênita de dentes resulta de distúrbios durante os estágios iniciais da sua formação: iniciação e proliferação.³¹

A etiologia da agenesia dentária ainda não está completamente esclarecida. Muitas hipóteses têm sido colocadas. Tem vindo a ser demonstrado que fatores genéticos têm um elevado grau de envolvimento e desempenham um papel fulcral na agenesia dentária.³⁹

Uma mutação nos genes humanos causa agenesias dentárias seletivas.^{40,41} A influência de fatores hereditários e ambientais na diminuição do número de dentes nos humanos foi ilustrada por uma prevalência de 36,5% numa população religiosa e geneticamente isolada da América do Norte.⁴²

Anomalias de desenvolvimento, distúrbios endócrinos, fatores locais, trauma facial e tratamentos médicos, são também referidos como fatores etiológicos.^{43,44}

Os fatores ambientais descritos que parecem estar envolvidos na etiologia das anomalias de número e tamanho dos dentes, para além dos diferentes tipos de trauma na região apical dos processos dento alveolares (como é o caso de fraturas, extrações de dentes decíduos),⁴⁵ são as infeções virais (rubéola),⁴⁶ as condições sistémicas, como é o caso da sífilis congénita e o raquitismo,⁴⁷ as substâncias químicas ou drogas (quimioterapia e talidomida),⁴⁸ a exposição à radioterapia,^{49,50} os distúrbios na inervação da mandíbula^{51,52} e os nascimentos prematuros e de baixo peso. Todavia, a maioria dos casos de agenesias pressupõe o rígido controlo genético.²⁶

Alguns estudos sugerem que a hipodontia está relacionada com uma transmissão autossómica dominante, com penetração incompleta e expressividade variável. No entanto, surgem teorias que ligam esta anomalia com uma transmissão autossómica recessiva e a uma ligada ao cromossoma X.^{31,35}

Muitos genes foram identificados como os que se expressam durante a odontogénese, e é sabido que mutações nos genes *MSX1*, *PAX9*, *AXIN2*, *EDA*, *SPRY2*, *TGFA*, *SPRY4* e *WNT10A* estão envolvidas de variadas formas nas agenesias dentárias, incluindo em síndromes em que estas são frequentes.⁵³

Estudos experimentais em animais, bem como mutações genéticas no homem, têm indicado que o desenvolvimento da dentição está sob o controle de diversos genes, e distúrbios nesse desenvolvimento podem acarretar várias anomalias dentárias, incluindo a agenesia. Dois genes estão particularmente envolvidos com o fenótipo tanto na ausência unitária, quanto da oligodontia – *PAX9* e *MSX1*. O gene *PAX9* está presente no cromossoma 14 e pertence à família de genes *PAX*, que engloba um grupo de fatores de transcrição que atuam durante o início do desenvolvimento do embrião. Expressa-se no mesênquima derivado da crista neural dos arcos mandibulares e maxilares, contribuindo para a formação do palato e dos dentes. A expressão ocorre antes das primeiras manifestações morfológicas da odontogênese. O gene *MSX1* está localizado no cromossoma 4 e está envolvido com múltiplas interações epitélio-mesenchimatosas durante a embriogênese dos vertebrados. Está altamente expresso no mesênquima dos germens dentários em desenvolvimento, particularmente durante os estágios iniciais da formação. Assim sendo, parece desempenhar um papel de elevada importância durante a fase inicial de desenvolvimento dos dentes. Uma falha na sua expressão reduz a manifestação de uma cascata de moléculas sinalizadoras, tal como a Proteína Morfogénica do Osso (BMP4) e alguns fatores de transcrição.^{53,54}

Vastardis *et al.* (1996) identificou uma mutação no gene *MSX1*, resultante da substituição de arginina por prolina na posição 31 da cadeia peptídica, em todos os membros afetados de uma família, com ausência congénita de 2^{os} pré-molares e 3^{os} molares como característica predominante. Alguns indivíduos afetados também apresentavam ausência congénita de 1^{os} pré molares, 1^{os} molares mandibulares, um ou ambos incisivos laterais superiores, ou um incisivo central inferior.⁵⁵

Indivíduos que possuem mutações nas regiões codificadas do *PAX9* resultam, geralmente, em agenesias de molares.⁵⁶

Num estudo realizado por Pinho *et al.* (2010) com o objetivo de encontrar mutações nos genes *PAX9* e *MSX1* e investigar a sua potencial associação com a AILS em 12 famílias portuguesas, não encontraram mutações no gene *MSX1* em indivíduos com AILS mas detetaram um polimorfismo no gene *PAX9*, porém a frequência não foi estatisticamente diferente relativamente à população controlo.⁵⁷

Vários investigadores identificaram polimorfismos no *AXIN2* que podem ser um fator de risco para os casos seletivos de agenesias dentárias.⁶

Apesar do recente desenvolvimento no estudo genético da hipodontia, os casos específicos de AILS são ainda controversos. Uma explicação plausível para isto, é que este caso concreto de hipodontia é o resultado de diferentes mutações em vários genes, dependendo muito possivelmente de uma interação gene/fatores ambientais.³⁵

Alves-Ferreira *et al.* (2014) estudaram um largo número de genes que codificam tanto os fatores de transcrição como os componentes chave nas vias de sinalização que demonstraram estar envolvidos na odontogênese dentária. Selecionaram 8 genes – *MSX1*, *PAX9*, *AXIN2*, *EDA*, *SPRY2*, *TGFA*, *SPRY4* e *WNT10A* – e realizaram um dos estudos de caso-controlo mais alargado, tendo em conta o número de genes e variáveis analisadas no sentido de identificar os fatores que influenciam a AILS. Demonstraram o envolvimento do *PAX9*, *EDA*, *SPRY2*, *SPRY4*, *WNT10A* como fatores de risco da AILS. Adicionalmente, identificaram três interações sinérgicas relevantes entre o par de genes *MSX1-TGFA*, *AXIN2-TGFA* e *SPRY2-SPRY4*, na AILS.²²

2.4. Diagnóstico

A detecção e o diagnóstico precoce das anomalias dentárias são essenciais na avaliação do paciente e na elaboração do plano de tratamento.⁵⁸

Esses procedimentos requerem, para além de uma história médica e dentária, um exame clínico e radiográficos completos.⁵⁹

Sugere-se que, na presença de uma história familiar de ausências dentárias congénitas, de esfoliação assimétrica de dentes decíduos (com uma diferença de 6 meses), de persistência de incisivos laterais temporários e de subdesenvolvimento da eminência canina deva ser investigada a possibilidade de agenesia de incisivos laterais.⁶⁰

Por outro lado, nas ausências congénitas múltiplas também se pode encontrar outros sinais tais como: a atrição acentuada dos incisivos temporários decíduos persistentes, a migração dentária atípica, a anquilose, a infra oclusão de molares decíduos, a supra-erupção dos molares permanentes ou a microdontia generalizada.⁶¹

O exame radiográfico deve ser usado como complemento do estudo do paciente, permitindo confirmar o número e a localização das ausências. A realização protocolar de uma RP foi defendida⁵⁸ como metodologia a adotar em crianças com 8 anos de idade (o ILS erupciona por volta desta idade), proporcionando o diagnóstico precoce das agenesias¹⁷ e tornando possível, por vezes, uma abordagem antecipada.

Assim sendo, para um correto diagnóstico de hipodontia será necessário um exame clínico e radiográfico, para saber se a ausência do dente na arcada se deve a extração, inclusão ou ausência congénita do mesmo.

2.5. Repercussões das AILS

As ausências congênitas dentárias, constituem um importante problema clínico e de saúde pública. Pacientes com agenesias na dentição permanente podem ver reduzida a sua capacidade de mastigação e desarticulação da pronúncia, e apresentarem uma aparência estética desfavorável, refletindo-se na sua autoestima, capacidade de comunicação e desempenho profissional.^{62,63}

As consequências inevitáveis da agenesia dentária incluem má oclusão devido à falta de dentes durante o crescimento, deficiência dos processos alveolares devido à falta de dentes e excesso de espaço dentro dos arcos dentários. A disponibilidade de espaço resulta em sobre erupção dos dentes adjacentes ou opostos.⁶⁴

Existem estudos que demonstram que, no caso de hipodontia a maxila é mais retrognática⁶⁵ e curta,⁶⁶ e que o ângulo ANB está diminuído.⁶⁵ Daí a tendência para Classe III em pacientes com ausência bilateral do incisivo lateral superior e também uma diminuição das alturas faciais anterior e posterior.⁶⁷

Num estudo de Pinho *et al.* (2011) em que se avaliou a influência da AILS na morfogénese facial, concluiu-se que a AILS pode interferir com o comprimento maxilar e a altura facial antero-superior, condicionando negativamente o seu potencial de crescimento. Não encontraram correlação com as alterações da inclinação do plano palatino, da altura maxilar, nem com o ajuste das dimensões da espinha nasal anterior com o plano de Frankfurt ou com a espinha nasal posterior e o plano de Frankfurt.⁶⁸

Woodworth *et al.* (1985) afirmou que nos casos de agenesia bilateral de incisivos laterais superiores, a base craniana anterior e o comprimento da maxila eram menores e que a maxila era mais retrognática. Apontou também que existe uma tendência de rotação anterior da mandíbula nos casos de agenesia bilateral do incisivo lateral superior.⁶⁷

Num estudo levado a cabo por Yüksel e Üçem (1997) concluiu-se que existia uma significativa protrusão dos incisivos superiores nos grupos com AILS relativamente ao SN, quando comparados com o grupo controlo. Isto pode ser explicado pelo facto da língua se adaptar na zona das agenesias.⁶⁹

Vários estudos sugerem que existe uma relação entre a posição ectópica do canino superior (CS) e variações no ILS.^{70,71,72}

Porém, Pinho T *et al.*, mostrou uma incidência de inclusão do CS em 4,76% dos casos de AILS, não tendo verificado neste estudo uma correlação entre estas anomalias.⁵

Celikoglu M. *et al.* (2010) concluiu que a má-oclusão mais vezes associada à hipodontia é a Classe III. No sentido vertical da análise maxilar, este estudo conclui que 45,5% dos casos de hipodontia são associados a um perfil hipodivergente, 54% a um perfil normodivergente e 47,7% a um perfil hiperdivergente, não havendo diferenças estatisticamente significativas.³⁷

Pinho *et al.* (2014) tentaram verificar a eventual relação entre a AILS e os biótipos faciais. Realizaram um estudo com três grupos de indivíduos: (i) pacientes com AILS; (ii) familiares dos pacientes com AILS; (iii) população controle (não afetada, definida como normal). Também compararam indivíduos em crescimento com os adultos. O biótipo dolicofacial foi descrito principalmente em crianças com AILS bilaterais, pelo contrário os pacientes com AILS unilaterais e o grupo controle apresentaram maioritariamente um padrão mesofacial. O padrão braquifacial foi prevalente em crianças sem agenesia, porém eram membros da família de pacientes afetados com agenesia. O mesmo se observou em todos os pacientes adultos, ainda que a prevalência do biótipo braquifacial tenha sido semelhante à do biótipo mesofacial em pacientes sem agenesia, porém com relação familiar a pacientes afetados. No entanto, a notável variabilidade descoberta tornou difícil estabelecer uma relação positiva entre AILS e um dos biótipos faciais.⁷³

O tratamento de pacientes com agnesias dentárias representa um desafio integrado numa equipa multidisciplinar, que mediante a elaboração de um protocolo de diagnóstico metódico e adequado, e baseado na análise conjunta de fatores funcionais, estéticos e económicos, poderá levar a uma atuação apropriada e conservadora, que satisfaça as necessidades e expectativas do paciente.^{74,75}

2.6. Abordagens terapêuticas

Existem várias opções de tratamento viáveis para pacientes com AILS (Fig.1). Estas incluem substituição desses dentes pelos caninos, restaurações protéticas (fixas, adesivas ou removível) e implantes. A escolha entre abrir ou fechar espaço assenta em diversos parâmetros a serem considerados antes do plano de tratamento.^{76,77,78,79,80,81,82}

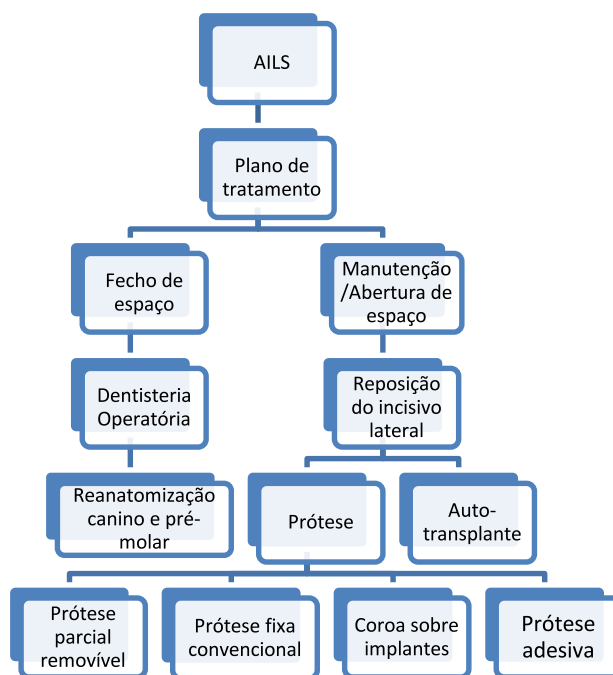


Figura 1 - Estratégia de tratamento da ausência de um incisivo lateral superior.

Adaptado de Pinho T. et al. 2001⁸³

Normalmente, a escolha está relacionada com a relação oclusal (*overjet* e *overbite*, relação molar), tipologia e perfil facial, comprimento da arcada, e discrepâncias no tamanho dos dentes. A morfologia do canino, em termos de tamanho e forma, e a sua cor, podem endereçar para diferentes estratégias de planeamento. Finalmente, a expectativa e a conformidade do paciente podem influenciar o plano de tratamento.⁸⁴

No caso de agenesia unilateral, a abertura de espaço é muitas vezes recomendada para melhorar a estética do paciente e preservar um sorriso simétrico. Pelo contrário, no caso de agenesia bilateral, tanto o fecho como a abertura de espaço poderão ser realizados.^{85,}

^{86,87}

A abertura de espaço é aconselhada em pacientes braquifaciais, enquanto que em pacientes dolicofaciais é preferível o fecho de espaço para preservar a ancoragem do arco mandibular e evitar a sua rotação horária.⁸⁸

Perfis retruídos deverão ser tratados com abertura de espaço e substituição por elementos dentários, de forma a melhorar a relação sagital labial. Esta estratégia de tratamento não deverá ser tida em conta em pacientes biprotrusos, nos quais resultaria um prejuízo para o perfil.⁸⁸

A relação molar também deverá ser considerada. Uma Classe I ou III molar deveriam ser tratadas com abertura de espaço de forma a preservar uma relação oclusão ideal anterior e posterior (canina e molar) e a estabelecer uma sólida Classe I de Angle. No caso de uma Classe II parcial ou total, o fecho do espaço poderá ser preferível, uma vez que facilita a mecânica de tratamento e pode diminuir a sua duração. Consegue-se assim uma estável Classe II molar e I canina. Porém, nos casos de discrepância do comprimento da arcada, deve-se considerar fazer extrações na mandíbula, conseguindo-se assim uma Classe II canina e I molar.⁸⁸

A relação anterior, *overjet* e *overbite*, também deve ser tido em conta de forma a facilitar a biomecânica. Um *overjet* reduzido e um *overbite* aumentado podem ser facilmente melhorados com uma mecânica de abertura de espaço, enquanto que um *overjet* aumentado e um *overbite* reduzido poderão beneficiar com um fecho de espaço.⁸⁴

A forma e o tamanho podem afetar uma possível escolha de reabilitação. Ao contrário dos casos em que os caninos são largos, em que é aconselhado abrir espaços, caninos pequenos podem ser facilmente transformados em laterais. A posição original do canino deve ser considerada. Dentes próximos da linha média são os melhores candidatos para servirem de substitutos.⁸⁴

Indivíduos jovens podem preferir ser tratados com fecho de espaços de forma a evitar uma reabilitação protética provisória durante a adolescência.⁸⁴

Zachrisson considera que, mesmo que o plano de tratamento inclua a abertura do espaço, os pacientes com sorriso gengival devem ser sempre tratados com fecho de espaço na zona estética. Em alternativa, este autor sugere tornar-se preferível abrir espaço e proceder à reabilitação protética na zona dos pré-molares. Zachrisson baseou-se em

estudos sobre o efeito de implantes dentários na zona estética, relacionando-os com diversos graus de infra oclusão (mesmo após cessação do crescimento), com a retração gengival, com a exposição do pilar e com a perda de osso marginal.⁸⁹

Segundo KoKich, se um incisivo lateral permanente se encontra congenitamente ausente, será aconselhável permitir que o canino permanente erupcione mesialmente, no espaço do incisivo lateral. O canino poderá ser tracionado ortodônticamente para distal, desenvolvendo um espaço com dimensões adequadas, capaz de receber um implante sem necessidade de enxerto.⁹ À medida que o canino erupciona no espaço edêntulo, estabelece a espessura do alvéolo. Após a erupção, ao realizar a distalização ortodôntica do canino, a sua raiz vai promovendo uma largura óssea alveolar vestibulo-lingual apropriada.^{6,86,90}

Quando a opção de tratamento passa pelo fecho do espaço, reposiciona-se o canino e o pré-molar numa posição mais mesial, e posteriormente faz-se a reanatomização através de desgastes de superfície dentária e restaurações a resina composta ou facetas laminadas em cerâmica. O torque do canino deve ficar de forma a assemelhar-se ao do incisivo lateral. Deve-se promover a extrusão do canino e intrusão do 1º pré-molar, ou então promover o aumento da coroa clínica através de pequena cirurgia.⁸⁹

Quando a alternativa terapêutica é o fecho bilateral do espaço, Robertsson e Molhlin concluíram que a discrepância de cor entre os caninos e os dentes adjacentes, constituiu a maior causa de insatisfação por parte dos pacientes.⁹¹ Assim sendo, devido ao tom mais escuro do canino pode também haver necessidade de o branquear ligeiramente.

As principais vantagens do fecho de espaço são a compatibilidade e estabilidade biológica dos resultados finais. A manutenção do contorno gengival mais próximo do ideal. O tratamento fica concluído após a intervenção ortodôntica.⁹²

Quando a opção de tratamento é a abertura de espaço, pode-se recorrer ao uso de restaurações protéticas (prótese removível, adesiva ou fixa), ou à colocação de um implante intraósseo seguido da colocação da coroa, ou auto transplante para a substituição do incisivo lateral superior.⁸³

O auto transplante poderá ser de um pré-molar, em casos em que seja necessária a extração do mesmo por motivos ortodônticos, e deverá ser realizado até ao final do crescimento dento-alveolar. O auto transplante de pré-molar para a região anterior da

maxila deverá ser realizado quando o desenvolvimento da raiz atinge dois terços ou três quartos do final do comprimento dentário.⁹³

A prótese removível é a que tem menor custo, mas também a opção que poderá criar maior desconforto ao paciente. A prótese adesiva exige uma técnica invasiva mínima e altamente conservadora, porém tem limitações a nível oclusal, e o número de dentes envolvidos deve ser mínimo para garantir maior estabilidade. Ambas as opções poderão ser usadas provisoriamente e como contenção pós-ortodôntica. As próteses fixas são estáveis e estéticas, porém perde-se a natureza conservadora do dente e por vezes é necessário recorrer a tratamentos mais invasivos como o tratamento endodôntico.⁸⁶

Para alguns autores, é consensual que os implantes constituem a solução protética mais conservadora para o tratamento destas anomalias.^{86,94}

Enquanto a quantidade de espaço necessário para a restauração de um ILS ausente é, em última análise, determinado pela estética, as dimensões que existem disponíveis dos implantes têm que ser consideradas. Olsen e Kokich (2010)⁹⁵ sugeriram que para minimizar o risco de movimento da raiz durante o período de contenção, que impediria posteriormente a colocação do implante, deveria existir um mínimo de 6,3mm entre as coroas e 5,7mm entre as raízes dos dentes adjacentes ao espaço edêntulo. Isto correlaciona-se bem com o espaço sugerido tradicionalmente para a colocação do implante de 1mm de cada lado. Se a opção de reabilitação for com implantes, estes autores aconselham a que estas *guidelines* sejam seguidas para reduzir o risco de um futuro retratamento ortodôntico. Estes autores não encontraram diferenças estatisticamente significativas na distância inter-radicular e inter-coronária desde o final de tratamento até ao momento da colocação do implante, porém observaram que alguns pacientes tinham perdido o espaço para a colocação do implante e que talvez se devesse ao facto de terem utilizado contenções removíveis no tempo de espera entre o término do TO e a altura da colocação com implante. Compararam o espaço existente para a colocação do implante com o tipo de contenção utilizada. Observaram que quando usavam contenções fixas, o espaço para a colocação de implante mantinha-se adequado, no entanto contenções removíveis não eram consistentes na manutenção do espaço. Concluíram assim que, em pacientes mais jovens que requerem um período de contenção maior, o ideal seria utilizar contenções fixas como próteses adesivas para manter o espaço entre os dentes adjacentes

e as posições radiculares. Uma das explicações que os autores sugerem para a alteração da posição radicular é que quando as contenções usadas são removíveis o pântico poderá manter o espaço entre o ILS e o canino mas, nos períodos em que a contenção está fora da boca estes dentes poderão ir um em direção ao outro. Quando o paciente volta a colocar a contenção, o pântico vai exercer força entre as coroas dos dentes adjacentes e forçá-las a ir para trás e as raízes podem aproximar-se ligeiramente. Este fenómeno repetido ao longo do tempo poderá alterar a angulação das raízes e o espaço tornar-se inadequado para a colocação de implantes. Outra explicação plausível é o continuado crescimento vertical do paciente. Muitos dos pacientes com AILS fazem o TO numa fase precoce da adolescência. A colocação do implante é atrasada até estar completa a cessação do crescimento vertical, e é possível que este crescimento vertical da mandíbula e a erupção compensatória dos dentes possam afetar a posição das raízes dos dentes.⁹⁵

O tratamento ortodôntico para distalização dos caninos não deve ser iniciado antes dos 13 anos de idade de forma a prevenir a recidiva e progressão da atrofia óssea. A idade de colocação dos implantes deve ser próxima do final do tratamento ortodôntico,⁹⁰ e somente quando o crescimento maxilar, mandibular e alveolar se encontrar completo.^{60,83,86}

2.7. Formação óssea e a sua estabilidade

Tem sido sugerido que o movimento ortodôntico de dentes adjacentes a um espaço ao longo da crista alveolar edêntula pode desenvolver uma dimensão adequada de crista alveolar de forma a não ser necessário recorrer a enxertos. O osso é depositado à medida que o dente se move na crista, minorando algumas deficiências dimensionais.^{9,11,10}

Se um incisivo lateral for extraído ou avulsionado, a espessura buco-lingual da crista alveolar diminui cerca de 23% nos primeiros 6 meses. Após 5 anos, a crista diminui adicionalmente 11%, portanto no total diminui cerca de 34%.⁹⁶ Porém, o movimento ortodôntico pode levar à formação do osso. À medida que o dente se move ortodonticamente ao longo do alvéolo, forma-se osso remodelado por trás da raiz,¹⁰ e este osso é mantido à largura do dente que está a ser movido.⁹ Este princípio serve mesmo quando o alvéolo é estreito.¹⁷

Spear *et al.* demonstraram que após ser criado espaço para o incisivo lateral, a dimensão buco-lingual alveolar diminuiu menos que 1% após 4 anos.¹³

Novácková *et al.* realizaram um estudo para determinar as alterações verticais e horizontais na substância óssea, durante o tratamento ortodôntico com abertura de espaço, as alterações da crista alveolar após um período de contenção, e se a inclinação do canino e a sua distância ao incisivo central antes do tratamento poderia afetar a estabilidade e a quantidade de osso formado ao longo do movimento distal do CS. Concluíram que o movimento distal do canino criou osso alveolar, e a espessura no meio do espaço edêntulo depois do movimento foi virtualmente a mesma que antes do movimento. O osso criado pela distalização do canino era relativamente estável. A diminuição da espessura alveolar após 2 e 5 anos foi relativamente pequena. Em pacientes com AILS, é possível mover os caninos distalmente durante a adolescência e depois esperar que o crescimento facial esteja completo sem preocupações relativamente à reabsorção de osso na crista edêntula.⁹⁷

2.8. Meios auxiliares de diagnóstico

Os avanços científicos e tecnológicos permitem aos profissionais desta área utilizar recursos antes inimagináveis, facilitando a elaboração do diagnóstico e planeamento, bem como a avaliação crítica prospetiva e retrospectiva do tratamento ortodôntico.⁹⁸

- **Radiografia Panorâmica**

A RP tem sido usada como ferramenta essencial de diagnóstico em medicina dentária há mais de meio século.^{99,100} Apesar de várias limitações como distorção e sobreposição de estruturas anatómicas, continua a ser muito utilizada nas várias áreas da medicina dentária.¹⁰¹

Tem como principais vantagens a pequena dose de radiação ionizante a que o paciente é exposto, e uma completa visualização do complexo maxilo-mandibular em apenas uma única radiografia.¹⁰²

A RP é obtida pela rotação de um fino feixe de radiação, através do plano horizontal, ao redor de um eixo de rotação invisível que se localiza dentro da boca. A RP está recomendada nas seguintes circunstâncias: parte da avaliação no tratamento ortodôntico, lesões apicais ou dentes inclusos que não se conseguem observar nas radiografias periapicais, previamente a uma cirurgia maxilo facial, avaliação generalizada do suporte ósseo periodontal, posição de terceiros molares, fraturas na mandíbula e maxila, lesões no seio maxilar e na articulação temporo-mandibular, e no planeamento cirúrgico pré-implantes.^{101,102}

- **Modelos de Gesso**

Os modelos de gesso, tradicionalmente, representam o registo tridimensional da má oclusão, fornecendo informações fundamentais ao clínico, muitas das quais não poderiam ser obtidas diretamente da boca do paciente. Estes permitem a avaliação da relação inter-arcada nos três planos do espaço, bem como a relação intra-arcos, na avaliação de apinhamentos ou diastemas, além dos aspetos morfológicos da cavidade oral. Como desvantagem existe o facto de não se conseguir visualizar determinadas estruturas

anatômicas importantes para um diagnóstico ortodôntico (raiz do dente, osso). O recente recurso à digitalização dos modelos ortodônticos, transformando-os em arquivo informático através de um scanner tridimensional, eleva as possibilidades de avaliação dos aspectos de má oclusão e morfologia dento alveolar, seja com propósitos clínicos ou de pesquisa. Somado a isso, a conversão do modelo físico em arquivo digital traz grandes vantagens relacionadas com o armazenamento, manipulação e troca de informação com outros profissionais e pacientes.^{103,104}

Leifert *et al.* (2009) compararam a análise de discrepância de 25 modelos convencionais com a realizada em 25 modelos digitais. Foram registradas a largura méso-distal dos dentes anteriores e o perímetro do arco utilizando um paquímetro digital e fio de latão nos modelos convencionais. Os modelos digitais foram analisados por meio das ferramentas do programa OrthoCad[®]. Os resultados demonstraram não haver diferença significativa entre os dois métodos, confirmando a adequada acurácia e reprodutibilidade das variáveis obtidas nos modelos digitais.¹⁰⁵

Santoro *et al.* (2003), após comparação de medições feitas em modelos de gesso e modelos digitais concluíram que, os modelos digitais são uma boa alternativa aos modelos de gesso para os procedimentos de rotina usados na prática ortodôntica.¹⁰⁶

- **Tomografia Computorizada Cone Beam**

Durante a última década, com a introdução da TCCB, a ortodontia ampliou as suas potencialidades clínicas para delinear diagnósticos e prognósticos mais precisos, bem como expandiu as suas perspectivas em pesquisas. De forma distinta das radiografias convencionais, que projetam apenas num plano as estruturas atravessadas pelos raios-X, a tomografia computadorizada evidencia as relações estruturais em profundidade.¹⁰⁷

No final da década de 90, um tomógrafo pequeno e de menor custo, comparado à tomografia computadorizada (TC) convencional, foi desenvolvido especialmente para o exame da região dentomaxilar.¹⁰⁸ Foi denominado de TCCB devido ao feixe de raios-X que apresenta forma cônica. A dose de radiação efetiva da TCCB é consideravelmente menor em comparação à tomografia computadorizada convencional.^{109,110} Na TCCB, o sistema tubo-detector realiza apenas uma volta de 360 graus em torno da cabeça do

paciente e, geralmente a cada 1 grau, o aparelho adquire uma imagem base da cabeça do paciente, muito semelhante a uma telerradiografia, sob diferentes perspectivas. No final do exame o computador reconstrói as várias imagens bidimensionais de forma a criar uma imagem tridimensional da cabeça do paciente, em formato cilíndrico ou cuboide.¹¹¹

Uma lista de vantagens associa-se à TCCB. A partir de um único exame, podem observar-se cortes sequenciais nos três planos ortogonais: axial, coronal e sagital. Além disso, a TCCB permite visualizar as reconstruções para-sagitais ou *cross sections* que representam cortes vestibulo-linguais, perpendiculares ao contorno do arco dentário. Os cortes para-sagitais evidenciam a altura e espessura das tábuas ósseas vestibular e lingual, estruturas que não se conseguem observar nas radiografias convencionais devido à sobreposição de imagens. Esses cortes também podem demonstrar a existência de fenestrações e deiscências ósseas.¹¹² Adicionalmente, os cortes para-sagitais indicam as inclinações dentárias, bem como, a inclinação e espessura do rebordo alveolar e da sínfise óssea.¹¹³ O seu uso é recomendado na prática clínica ortodôntica no caso de dentes impactados,¹¹⁴ avaliação da articulação temporo mandibular,¹¹⁵ imagem 3D das vias aéreas superiores¹¹⁶ e crescimento e desenvolvimento maxilofacial.¹¹⁷

A TCCB tem sido usada para reproduzir em 3D a anatomia dentária e a morfologia craniofacial, tendo como principal vantagem o facto de o fazer instantaneamente com o mínimo desconforto para o paciente.¹¹⁸ A sua preditibilidade está comprovada por exibir medições com elevada precisão, mostrando “1-to-1 image-to-reality ratio”. Além do mais, a sua capacidade para visualizar a morfologia radicular e reabsorções sem interposições e sem distorção faz desta técnica uma preciosa ajuda na informação do diagnóstico para o planeamento do tratamento ortodôntico.¹¹⁹

Porém, existe controvérsia no que diz respeito à dose de radiação e ao possível risco para o público pondo em causa o uso desta técnica de forma rotineira para o planeamento do tratamento.¹¹⁸

Sob esta perspectiva, respeitando-se o princípio ALARA (*As Low As Reasonably Achievable*) referente à dose de radiação, a TCCB deveria ser somente requisitada quando os seus benefícios suplantam os riscos de uma exposição mais elevada à radiação.^{120,121} Atualmente, a indicação conta mais com o bom senso clínico do que com normativas baseadas em evidências.

Tanto a TC convencional como a cone-beam mostraram precisão para avaliações quantitativas.^{122,123} Além disso, apresentam sensibilidade e especificidade superior às radiografias convencionais para avaliações qualitativas.^{124,125}

Kau *et al.* apresentam uma grande vantagem da TCCB relativamente aos modelos digitais, uma vez que estes oferecem várias informações de diagnóstico como níveis de osso, posições radiculares, e estado da articulação temporomandibular, que não é possível obter através dos modelos digitais.¹²⁶

No entanto, para a utilização da TC em ciência, o investigador tem que passar por algumas dificuldades metodológicas como: 1. Padronizar a posição da cabeça do paciente, tridimensionalmente; 2. Escolher estruturas anatómicas estáveis para utilizar como referência em avaliações seriadas; 3. Apresentar um critério para a seleção dos cortes que melhor prevê as informações de interesse, de entre as infinidades de cortes que podem ser visualizados num único exame. Além disso, a validação da TCCB para a avaliação de estruturas pequenas e delicadas, como a tábua óssea vestibular, continua a ser tema de debate.¹²⁷

A sua limitação na prática ortodôntica ainda fica mais exacerbada pelos fatores económicos e de conveniência associados ao equipamento.¹¹⁸

O desenvolvimento e a pesquisa de futuras aplicações, no que diz respeito à TCCB, como simulação, previsão de crescimento, aplicações forenses, modelagem e fabricação estão em curso.¹¹⁸

Hipóteses

3. Hipóteses

H1: Existem alterações dimensionais no espaço da AILS ao longo do tempo.

H2: Os modelos de gesso e a radiografia panorâmica podem ser usados como substitutos da tomografia computadorizada cone-beam, nos casos de medições realizadas no rebordo alveolar edêntulo na zona da AILS.

Objetivos

4. Objetivos

Gostaríamos de tentar perceber como se comporta o espaço correspondente à AILS, quando fazemos um TO de abertura de espaço, na maioria das vezes terminado em idades de crescimento, tendo que esperar alguns anos para poder reabilitar, particularmente com implantes.

Este estudo baseou-se na análise do rebordo alveolar do espaço edêntulo em casos de AILS.

1º - Comparar as alterações dimensionais do rebordo alveolar antes, no final e um ano após TO, nos casos de AILS, cuja opção foi a abertura do espaço.

2º - Avaliar a possibilidade de uso do modelo de gesso e RP, poderem ser usados como substitutos da TCCB, nos casos de medições realizadas no rebordo alveolar edêntulo na zona da AILS.

Materiais e métodos

5. Material e métodos

5.1. Tipo de estudo

Estudo piloto longitudinal observacional analítico.

5.2. População alvo

Neste estudo piloto longitudinal, a amostra compreendeu adolescentes com idades compreendidas entre os 13 e os 14 anos que apresentavam AILS, com mesialização dos caninos antes do TO e estes encontravam-se a menos 3mm do incisivo central. Foram utilizadas RP, modelos de estudo em gesso e TCCB, cedidos pela Prof. Doutora Teresa Pinho (orientadora deste estudo), pertencendo ao estudo de pacientes que recorreram à sua consulta. Este projeto tem o parecer positivo do conselho de ética do Instituto Universitário de Ciências da Saúde (IUCS).

5.3. Critérios de inclusão

- 1 - AILS bilateral, com modelos de estudo nas 3 fases T1,T2 e T3.
- 2 - Caninos em posição mesializada relativamente ao incisivo central.
- 3 - Canino ortodonticamente distalizado para criar espaço correspondente ao incisivo lateral ausente.
- 4 - TCCB no final do tratamento ortodôntico.

5.4. Critérios de exclusão

- 1 - Pacientes com fenda palatina ou outra deformidade dento facial.

5.5. Elaboração das medições em modelos de gesso, RP e TCCB

O estudo foi constituído por uma amostra de 18 modelos em gesso, correspondentes a 6 pacientes que apresentavam AILS, com mesialização dos caninos antes do TO.

Nos modelos de gesso e nas TCCB foram efetuadas as medidas nos 3 planos do espaço (altura, largura, espessura), no local da AILS. Devido à planificação da RP foi utilizada a altura do nível ósseo e largura.

As medições na RP e nos modelos de gesso foram efetuadas através de um paquímetro digital (Digitaler Messschieber, Powerfix®) (Fig.2)

Realizaram-se no total 228 medições (Anexo 1) em modelos de gesso e RP recolhidas em três períodos de tempo distintos, antes (T1), final (T2) e 1 ano após o TO (T3). Na fase T2 foi também analisada a TCCB.



Figura 2 - Paquímetro digital (Digitaler Messschieber, Powerfix®)

- **Medições em RP e Modelos de gesso – Método proposto por Novácková, Marek e Kamínek⁹³**

As radiografias panorâmicas foram todas realizadas como mesmo ortopantomógrafo (Cranex 3+ Ceph, SoredexX).

Através das RP, traçou-se uma linha desde o incisivo central e o canino, usando como referência a junção amelo-cementária, traçando-se uma linha perpendicular a meia distância até ao osso, para se obter a altura do nível de osso. (Fig.3)

Esta mesma linha do incisivo central ao canino serviu também para a largura. (Fig.3)

O índice de distorção da RP foi confirmado e calibrado a partir dos valores de referência do fabricante. Todos os valores obtidos por medição direta de imagem radiográfica ortopantomográfica foram multiplicados pelo índice de magnificação (1.3) obtido para a obtenção da escala real através de uma regra de três simples, usando como medida real o segmento vertical da letra “R” do chassi da cassete.

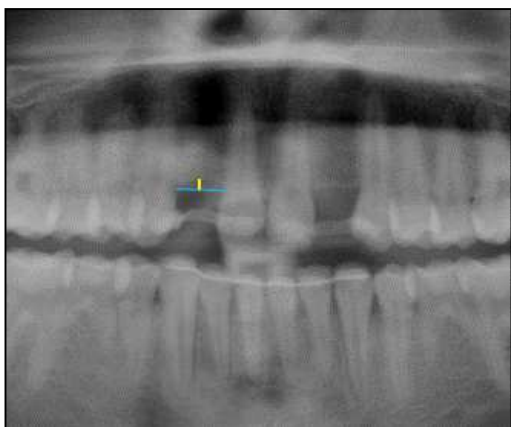


Figura 3 - Medição de altura do nível do osso e largura na RP

Para trabalhar os modelos de gesso, usaram-se os modelos originais e fez-se uma duplicação com silicone irreversível de adição 1:1 para duplicação (UGIFORM 25 – UGIN dentaire®), posteriormente fez-se a duplicação dos modelos com gesso extra duro para se proceder à torquelização da área das agenesias. Para a análise dos modelos de gesso, procedeu-se ao corte dos mesmos perpendicularmente ao plano oclusal no local da agenesia, no ponto médio entre o incisivo e o canino. Marcou-se a altura do nível do osso através dos valores de altura obtidos na RP. E a largura foi obtida pela mesma linha desde o incisivo ao canino. A partir desse ponto, marcou-se por vestibular e por palatino o ponto A₀ a 1mm do osso, e o ponto B₀ a 6mm, obtendo-se assim os valores para a espessura. (Fig.4)

Figura 4 - Análise dos modelos de gesso:

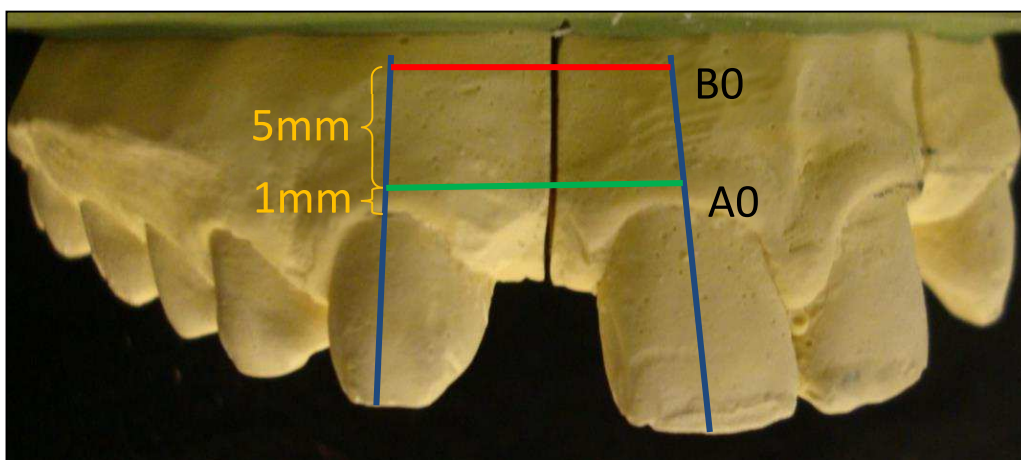


Figura 4.1 - Ponto A e B, nível do osso alveolar a 1mm e a 6mm da crista alveolar

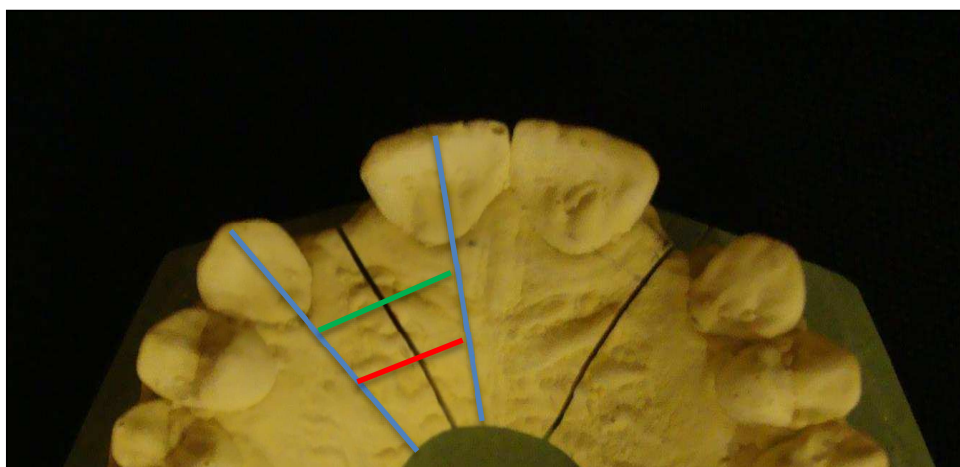


Figura 4.2 - Ponto A e B pelo lado palatino

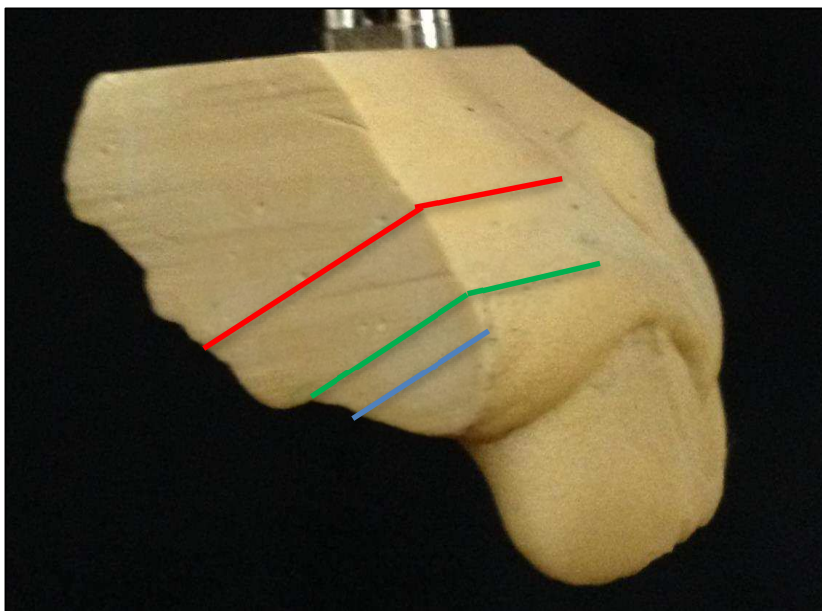


Figura 4.3 - Linhas que unem desde vestibular até palatino os pontos A e B para aferir a espessura óssea.

- **Medições em TCCB**

As TCCB foram realizadas todas no mesmo aparelho (*i-CATCone Beam 3D Dental Imaging sistem*[®]) e as medições foram realizadas com o software *iCATVision*[™] (V.1.8.1.10; Copyright ©2004-2008 Imaging Sciences International[®]).

Na TCCB avaliamos a altura do nível do osso através de uma linha marcada desde a junção amelo cementária do incisivo central até canino, dividindo-se a medida em metade e traçando-se uma linha perpendicular até ao osso, obtendo assim a altura do nível do osso. Esta mesma linha serviu para o valor da largura. (Fig.5).

Nesse mesmo ponto observou-se o corte para-axial e mediu-se a partir da crista óssea a 1mm e a 6mm, a espessura. (Fig.6)

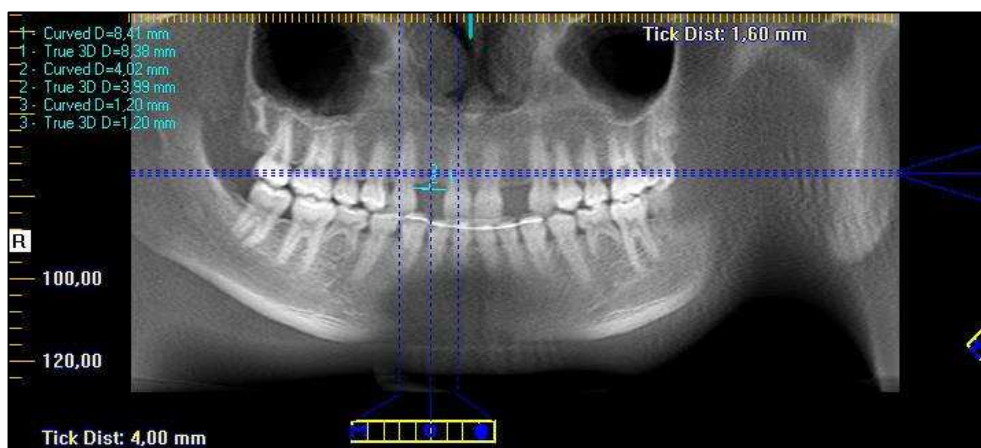


Figura 5 - Medição da altura do nível do osso e da largura na TCCB

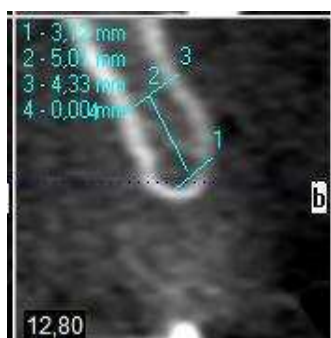


Figura 6 - Medição da espessura óssea desde vestibular até palatino, a 1 e a 6mm da crista óssea na TCCB

5.6. Análise estatística

Para o tratamento dos dados estatísticos, utilizou-se o programa *Statistical Package for the Social Sciences* – Versão 20.0 (SPSS Statistics 20.0, Chicago, Estados Unidos da América). O nível de significância para rejeição da hipótese nula em todos os testes estatísticos foi fixado em $\alpha=0.05$ (intervalo de confiança de 95%).

Para caracterizar a amostra relativamente às características das variáveis contínuas, foram utilizadas medidas de tendência central (média e mediana) e de dispersão (desvio padrão e percentis 25 e 75).

Tendo em conta o número de casos da amostra, utilizou-se o teste Skapiro-Wilk para verificar a normalidade da distribuição das variáveis contínuas. Visto que se encontrou uma distribuição não-Gaussiana, foram utilizados testes não-paramétricos para a estatística inferencial. O teste de correlação de Spearman foi utilizado para verificar os coeficientes de correlação entre as diferentes variáveis em períodos de medição semelhantes. O teste de Friedman foi utilizado para analisar estatisticamente as diferenças entre os diferentes tempos de medição (T1, T2 e T3) para a mesma variável.

5.7. Verificação dos coeficientes de correlação entre as medições

O teste de Friedman entre as diferentes medições não apresentou diferenças significativas ($p > 0.05$). Para além disso, os coeficientes de correlação de Spearman entre as 3 medições em tempos diferentes variaram entre 0.7 e 1.0, sugerindo uma boa correlação entre as medições. Desta forma, usaram-se os valores da primeira medição para a análise estatística.

Resultados

6. Resultados

- Correlação entre a abertura de espaço (largura) dos modelos de gesso com a espessura dos modelos de gesso ao longo das 3 fases do tratamento.

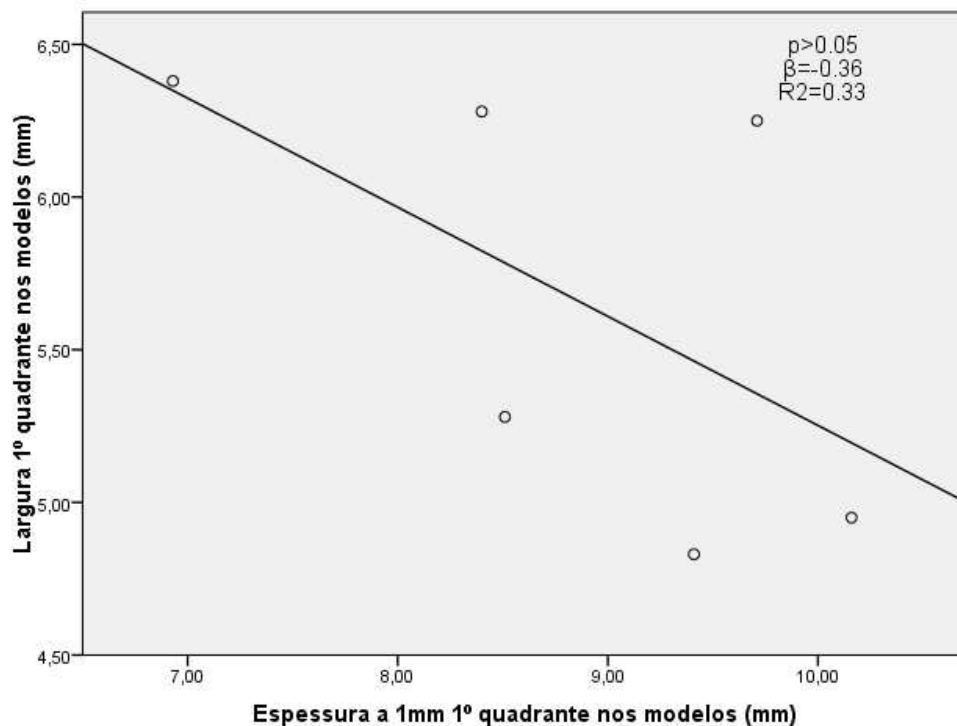


Gráfico 1 - Correlação entre a largura e a espessura dos modelos a 1mm (1º Quadrante)

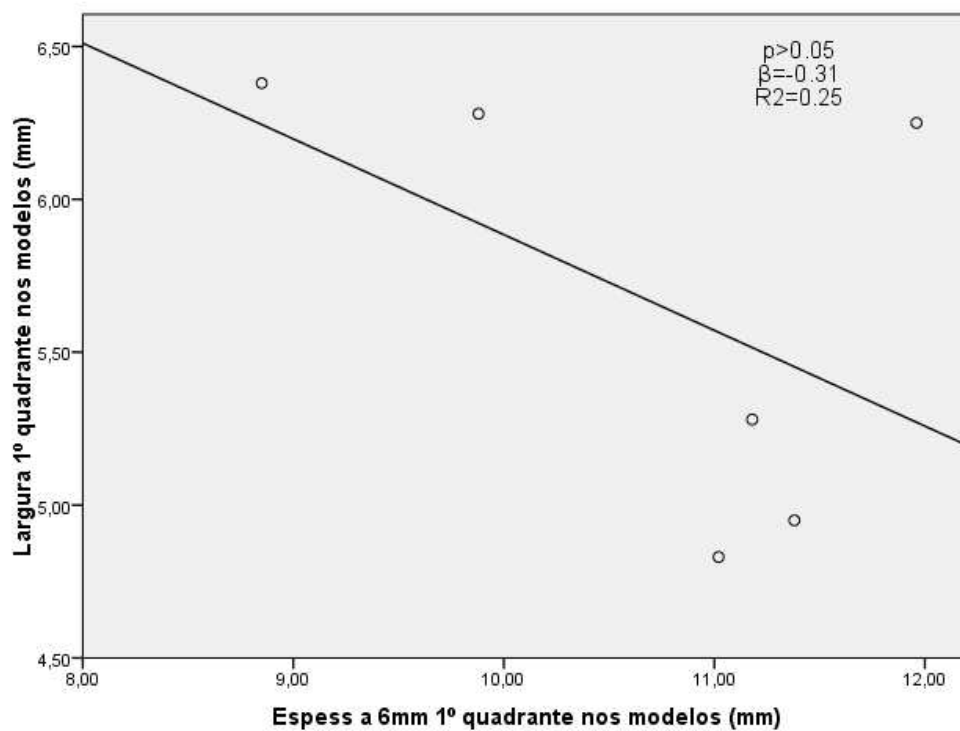


Gráfico 2 - Correlação entre a largura e a espessura dos modelos a 6mm (1º Quadrante)

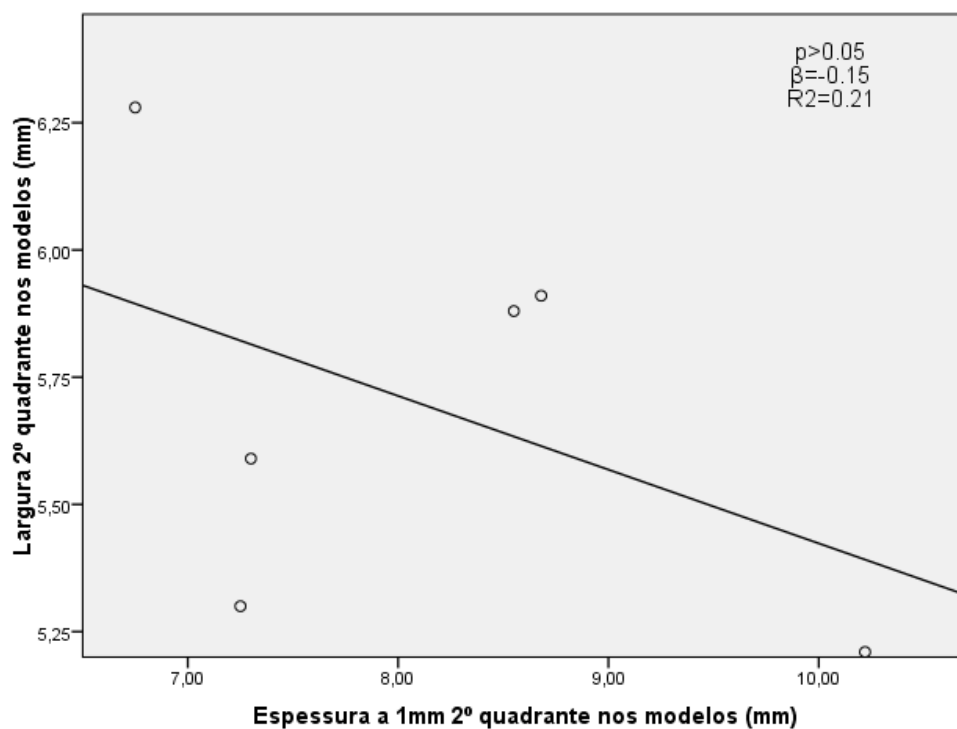


Gráfico 3 - Correlação entre a largura e a espessura dos modelos a 1mm (2º Quadrante)

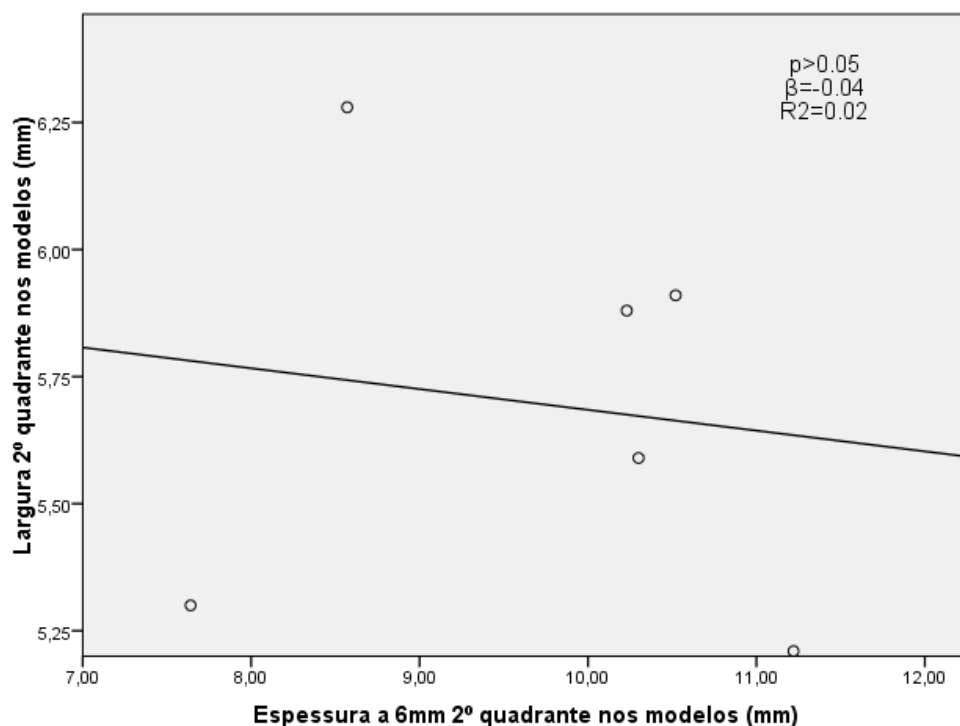


Gráfico 4 - Correlação entre a largura e a espessura dos modelos a 6mm (2º Quadrante)

Nos modelos de gesso não existem correlações estatisticamente significativas entre a abertura de espaço quando comparados com a espessura nos mesmos ($p > 0.05$ para todos os casos, teste de correlação de Serman).

- Correlação entre a abertura de espaço (largura) nas RP com a altura do nível do osso das RP ao longo das 3 fases do tratamento.

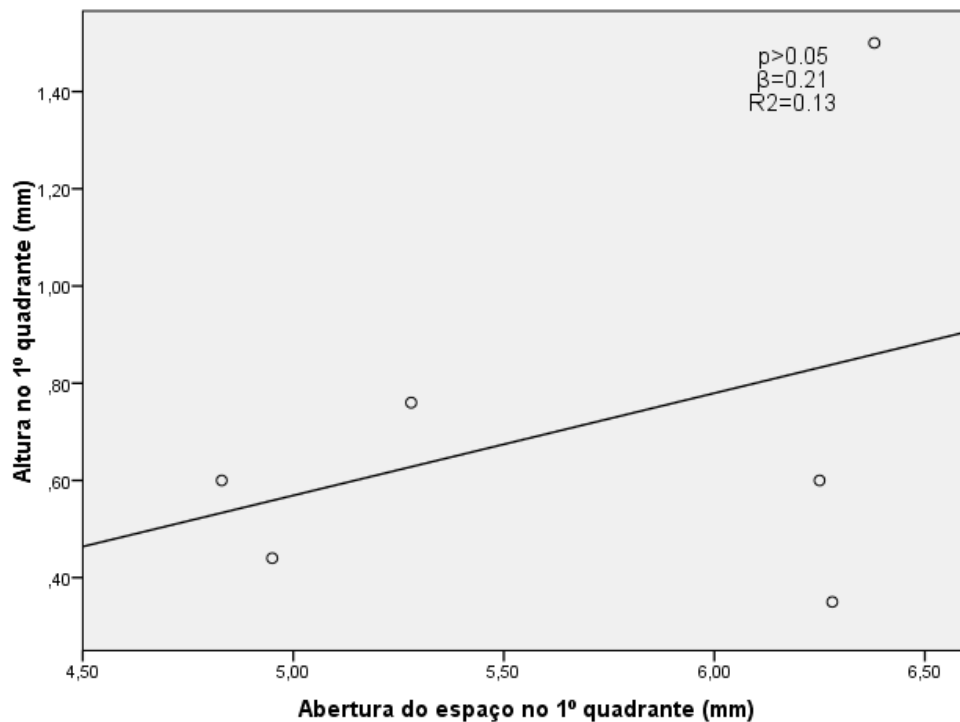


Gráfico 5 - Correlação entre a abertura de espaço (largura) e a altura do nível do osso nas RP (1º Quadrante)

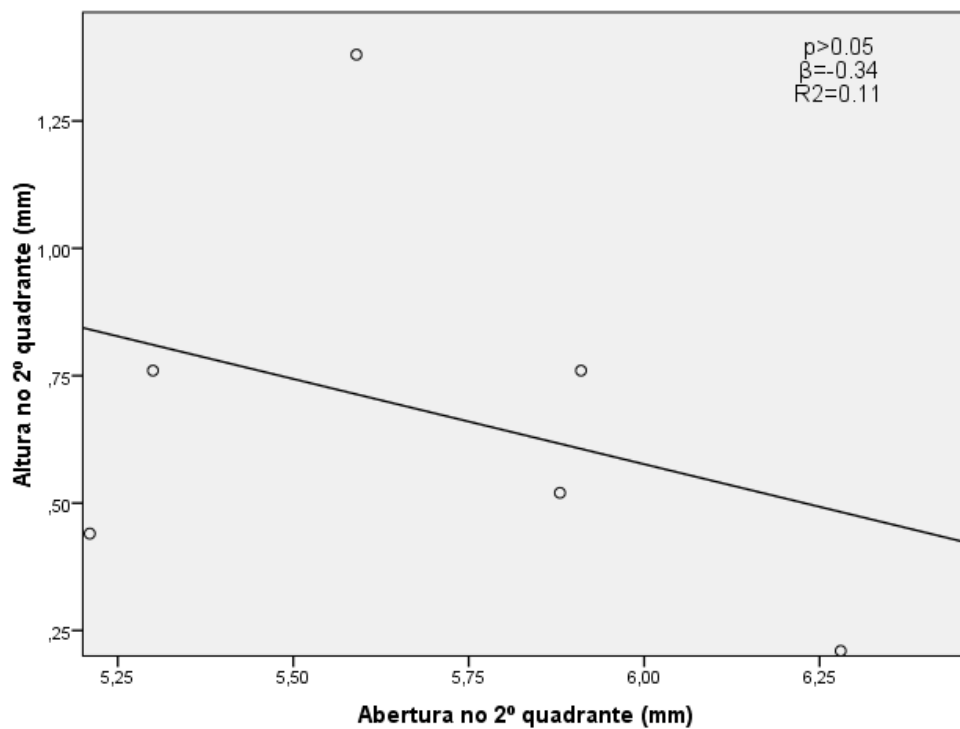


Gráfico 6 - Correlação entre a abertura de espaço (largura) e a altura do nível do osso nas RP (2º Quadrante)

Não houve qualquer correlação estatisticamente significativa entre a abertura do espaço e a altura do nível do osso nas RP ($p > 0.05$ para todos os casos, teste de correlação de Spearman).

- **Análise da espessura dos modelos de gesso ao longo do tempo estudado.**

Tabela 1 - Espessura dos modelos de gesso (a 1 e a 6mm) no 1º e 2º quadrantes, nos 3 períodos de tempo estudado.

Espessura nos modelos																
	1º Quadrante								2º Quadrante							
	1 mm				6 mm				1 mm				6 mm			
	T1	T2	T3	p	T1	T2	T3	p	T1	T2	T3	p	T1	T2	T3	p
Média	10,03	8,85	7,33		11,51	10,71	10,55		8,74	8,13	7,64		11,52	9,75	9,49	
Desvio padrão	1,42	1,16	3,69		2,24	1,14	1,65		0,86	1,28	0,94		1,47	1,35	1,61	
Mediana	10,88	8,96	8,77	>0,05	12,86	11,1	11,23	>0,05	8,38	7,93	7,45	>0,05	12,11	10,27	10,09	>0,05
25%	8,24	8,4	7,29		9,36	9,88	9,88		8,38	7,25	6,75		10,02	8,57	8,57	
75%	11,02	9,71	9,41		13	11,38	11,51		8,88	8,68	8,55		12,72	10,52	10,3	

Não houve uma diferença estatisticamente significativa entre a espessura dos modelos (a 1 e a 6mm) no lado direito e esquerdo, nos 3 períodos de tempo (**p>0.05; teste de Friedman**).

Ao longo das várias fases do tratamento, a variação da espessura não sofre grandes alterações. Existe diminuição da espessura mas que se mantém estável ao longo do tempo. Como se pode observar na tabela, o valor de p demonstra que não existe uma diferença estatisticamente significativa tanto à direita como à esquerda.

- **Análise da altura do nível do osso na RP ao longo do tempo estudado**

Tabela 2 - Altura do nível do osso na RP no 1º e 2º quadrantes, nos 3 períodos de tempo estudado.

Altura na RP								
	1º Quadrante				2º Quadrante			
	T1	T2	T3	p	T1	T2	T3	p
Média	0,98	0,71	0,84		0,6	0,68	0,86	
Desvio padrão	0,46	0,41	0,57		0,3	0,4	0,45	
Mediana	1,07	0,6	0,59	>0,05	0,76	0,64	1,1	>0,05
25%	0,59	0,44	0,44		0,55	0,44	0,52	
75%	1,38	0,76	1,32		0,76	1,07	1,34	

Relativamente à altura do nível do osso na RP, não se verificou diferenças estatisticamente significativas, nos 3 períodos estudados (**p>0.05; teste de Friedman**).

Ao avaliarmos na RP a altura do nível do osso ao longo do tratamento, podemos observar que se mantém estável uma vez que não se observaram diferenças significativas nos valores obtidos tanto à esquerda como à direita.

- **Análise da largura nas RP ao longo do tempo estudado**

Tabela 3 - Largura do espaço entre canino e incisivo central na RP no 1º e 2º quadrantes, nos 3 períodos de tempo estudados.

Largura na RP								
	1º Quadrante				2º Quadrante			
	T1	T2	T3	p	T1	T2	T3	p
Média	0,91	5,66	5,52	0,003	0,94	5,7	5,65	0,003
Desvio padrão	0,71	0,72	0,95		0,77	0,41	0,47	
Mediana	0,57	5,77	5,77		0,82	5,74	5,74	
25%	0,36	4,95	4,83		0,58	5,3	5,3	
75%	1,71	6,28	6,28		0,82	5,91	5,91	

Verificou-se uma diferença estatisticamente significativa na largura na RP, nos 3 períodos de tempo, tanto à direita como à esquerda (**respectivamente $p=0.022$ e $p=0.018$; teste de Friedman**).

É inerente ao objetivo do tratamento, que é a abertura de espaço, que o valor da largura nas RP ao longo do tempo vá aumentando e que por isso os valores sejam estatisticamente significativos.

- Correlação entre a altura do nível do osso na RP e da TCCB, no 1º e 2º quadrantes.

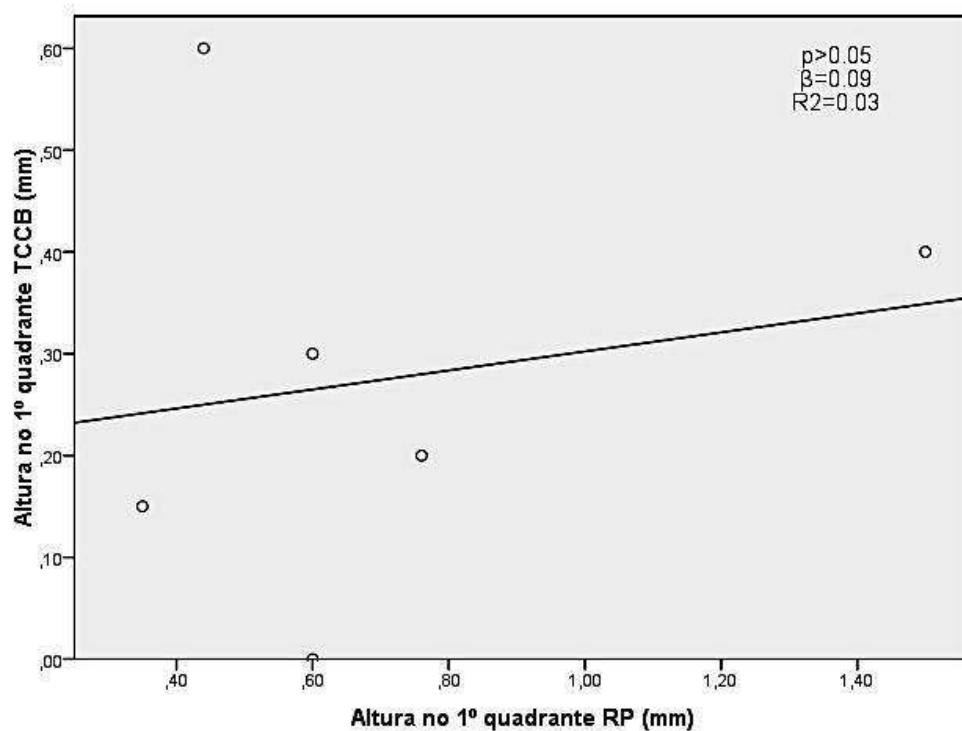


Gráfico 7 - Correlação entre a altura do nível do osso da RP e da TCCB (1º Quadrante)

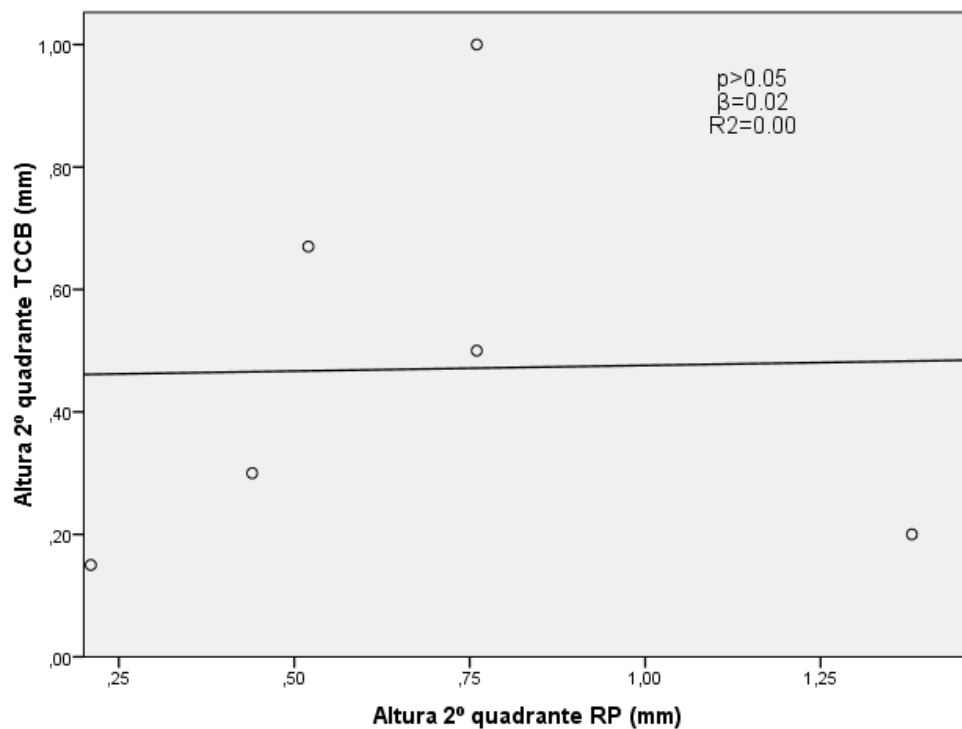


Gráfico 8 - Correlação entre a altura do nível do osso da RP e da TCCB (2º Quadrante)

Não houve uma correlação estatisticamente significativa entre a altura do nível do osso da RP e da TCCB para ambos os quadrantes ($p > 0.05$ tanto para o 1º como para o 2º quadrantes; teste de correlação de Spearman).

- Correlação entre a espessura nos modelos de gesso e na TCCB

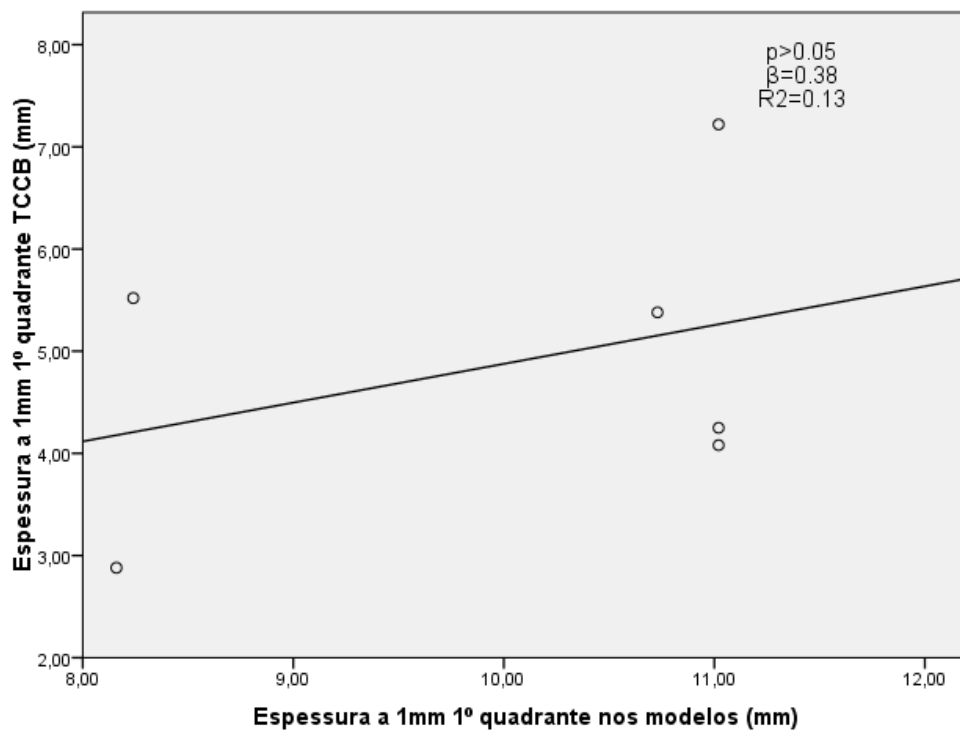


Gráfico 9 - Correlação entre a espessura dos modelos de gesso e da TCCB a 1mm (1º Quadrante)

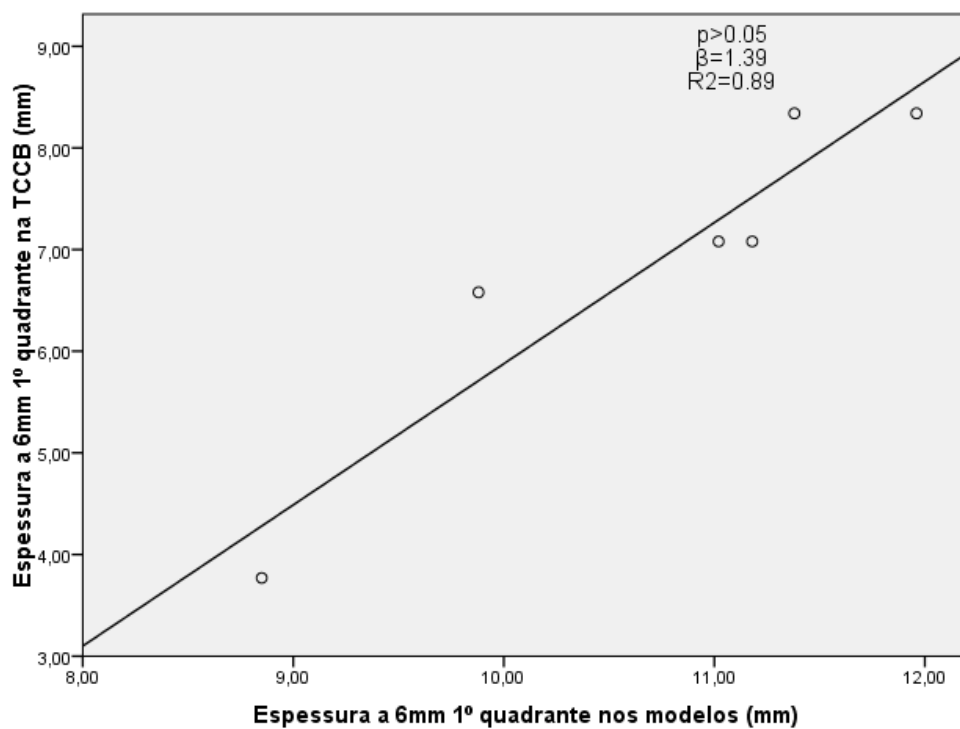


Gráfico 10 - Correlação entre a espessura dos modelos de gesso e da TCCB a 6mm (1º Quadrante)

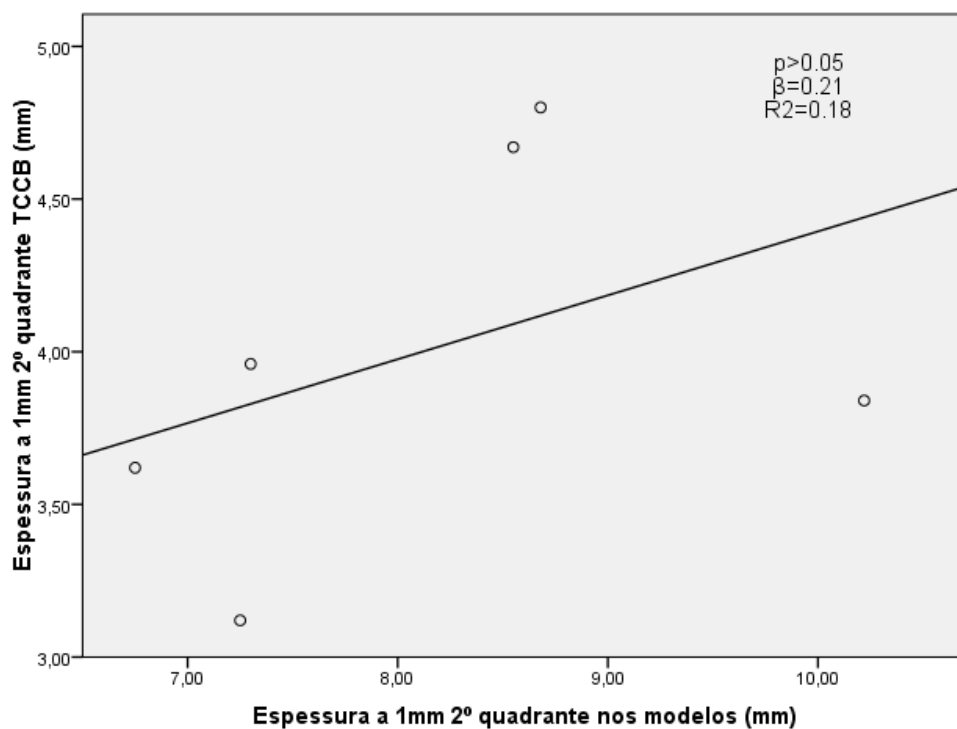


Gráfico 11 - Correlação entre a espessura dos modelos de gesso e da TCCB a 1mm (2º Quadrante)

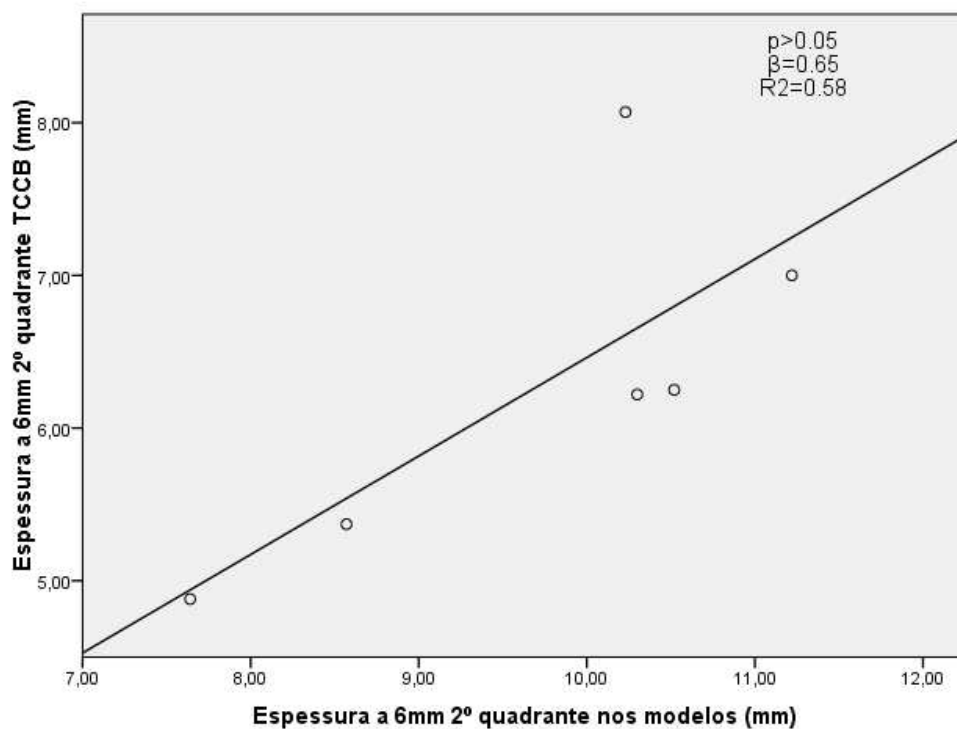


Gráfico 12 - Correlação entre a espessura dos modelos de gesso e da TCCB a 6mm (2º Quadrante)

Da mesma forma, não houve uma correlação estatisticamente significativa entre a espessura dos modelos (a 1 mm e a 6mm) e da TCCB ($p > 0.05$ tanto para o 1º como para o 2º quadrantes; teste de correlação de Spearman).

- Correlação entre a largura da RP e da TCCB

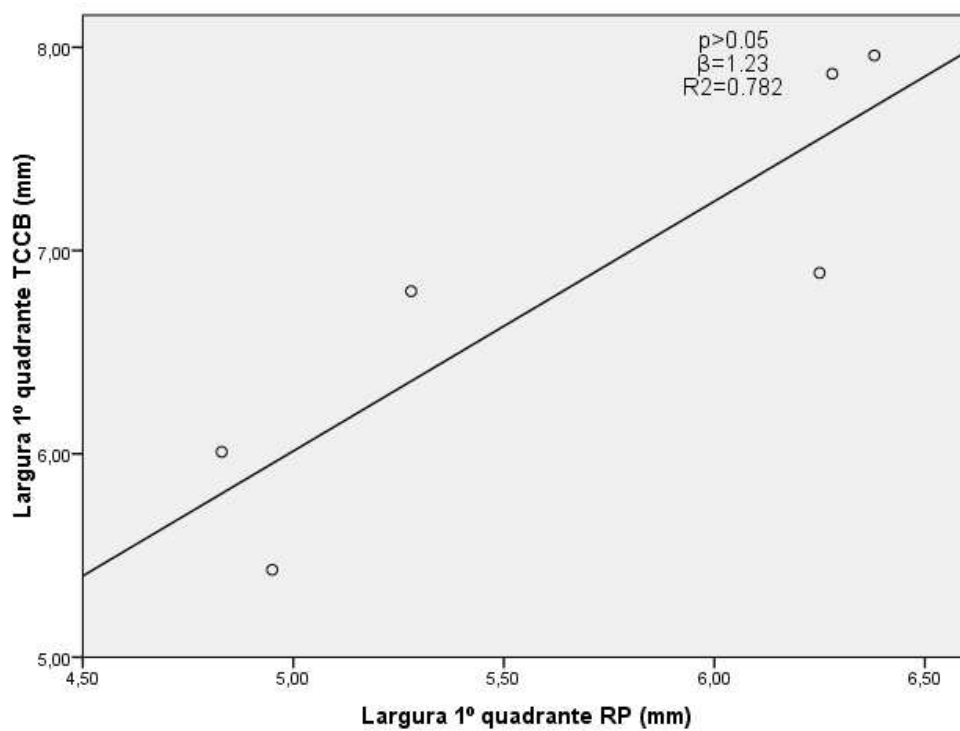


Gráfico 13 - Correlação entre a largura da RP e da TCCB (1º Quadrante)

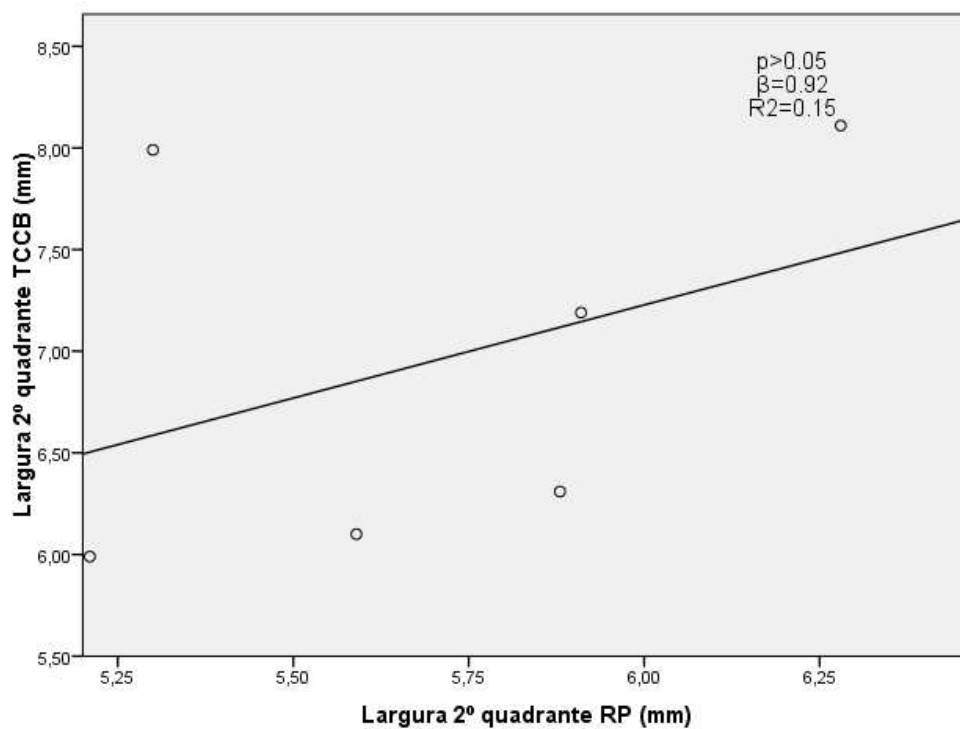


Gráfico 14 - Correlação entre a largura da RP e da TCCB (2º Quadrante)

Não houve uma correlação estatisticamente significativa entre a largura da RP e da TCCB ($p > 0,05$ lado direito e esquerdo; teste de correlação de Spearman).

Discussão dos resultados

7. Discussão dos resultados

A AILS é uma anomalia de desenvolvimento que tem repercussões estéticas e funcionais, constituindo um fator de preocupação não só para os portadores da anomalia como também para os profissionais de saúde que veem no planeamento do seu tratamento, um grande desafio.¹²⁸

Existem três soluções para o tratamento ortodôntico da AILS: fecho do espaço com mesialização do canino, colocação de implantes endo-ósseos e restaurações dento-suportadas.^{7,8}

Existem opiniões que preconizam sempre o fecho do espaço anterior com remodelação dentária e gengival do canino e 1º pré-molar superior, alegando ter como vantagens: estética; resultado final na adolescência e tratamento concluído após intervenção ortodôntica.^{8,129} Referem como desvantagens a abertura do espaço, alertando para as possíveis complicações relacionadas com implantes e o ato deste tratamento só poder ser concluído após a adolescência. Para estes autores, nos casos em que a opção é abrir espaço, o planeamento para a colocação de implantes é a nível posterior, distalmente aos segundos pré-molares.^{8,130}

Pelo contrário, outros defendem a abertura do espaço e posterior colocação de implantes dentários no lugar dos ILS, afirmando que tem como vantagens a estética e a função canina que é preservada. Estes referem também, que com o fecho do espaço, se perde a natureza conservadora devido às múltiplas facetas sobre os dentes anteriores e ao facto da redução da (s) coroa (s) poder ser excessiva.⁷

No presente estudo, o tratamento ortodôntico foi sempre de abertura do espaço, no entanto, a opção pelo fecho do espaço tem sido classicamente optada pelo ortodontista, entre múltiplas causas, pelo facto de este trabalhar de forma isolada na sua clínica. Num estudo de 2007 realizado no Reino Unido por Louw *et al.*,¹³¹ as opções de tratamento avaliadas em casos de AILS dependem dos ortodontistas que trabalham sozinhos na sua clínica ou integrados numa equipa multidisciplinar. Aqueles que trabalham sozinhos tendem a recomendar mais a opção do fecho do espaço, enquanto os outros preferem a abertura do espaço com a colocação de restaurações com mínima preparação dos dentes

adjacentes. Na análise do procedimento, realizado para examinar a necessidade de colocação de um implante na área do espaço do incisivo lateral, também foram observadas diferenças entre os grupos: os profissionais que trabalham em equipas multidisciplinares fazem uma radiografia periapical para ver a quantidade de espaço necessário simplesmente medindo a distância entre as coroas do incisivo central e canino. Este facto, tem de fazer-nos pensar que, apesar de estarmos na área da ortodontia, temos que ter conhecimentos das outras áreas para oferecer aos nossos pacientes a melhor opção de tratamento. Desta forma, temos de procurar estabelecer uma comunicação mais próxima possível com os outros especialistas, particularmente da área da reabilitação para alcançar os melhores resultados.

Reconhecidamente, nestes casos que englobam equipas multidisciplinares, nem sempre o resultado final depende inteiramente do ortodontista, assim, temos de ser capazes de saber o que a medicina dentária pode fazer para resolver um caso corretamente, mesmo saindo fora da nossa área de especialidade, permitindo também dialogar com os nossos colegas e dar aos pacientes expectativas realistas de tratamento.¹³

Num artigo recente, Pinho *et al.* (2014) comparando fotos de casos tratados de AILS, antes e após o tratamento, com a finalidade de avaliar a perceção estética do sorriso por ortodontistas, médicos dentistas generalistas e leigos, revelou que vários fatores influenciam a perceção estética. No entanto, o que teve mais pontuação por parte dos grupos foi a abertura de espaços, criando um sorriso simétrico, substituindo o incisivo ausente por soluções protéticas, tal como os casos utilizados na nossa amostra.¹³² Contudo, os leigos foram os menos exigentes uma vez que, para esta população, desde que se criem situações simétricas, são consideradas esteticamente aceitáveis, quer no fecho quer na abertura do espaço.^{132,133}

Efetivamente, tem que se ter em conta que a substituição dos elementos ausentes pela colocação de implantes endo-ósseos é uma opção viável, especialmente quando os dentes adjacentes estão saudáveis e não restaurados.^{9,7}

Com uma história de quase 50 anos, os implantes dentários ganharam uma grande reputação por causa da sua alta taxa de sucesso.¹³⁴ Numa recente revisão sistemática de implantes unitários, Jung (2008)¹³⁵ descreve uma taxa de sucesso de 96,8% em 5 anos. No entanto, foram encontradas periimplantites com conseqüentes complicações no tecido

mole adjacente ocorrendo em 9,7% das coroas unitárias; 6,3% tinham mais de 2 mm de perda óssea após 5 anos de período de observação e uma percentagem de mobilidade do parafuso da restauração ou do pilar de 12,7%.

Somando-se todos estes problemas, uma das maiores críticas do uso de implantes na área de pré-maxila é o resultado, muitas vezes desagradável, do tecido mole em torno do implante.¹³⁶

Uma crista alveolar com dimensões adequadas é um pré requisito para uma reabilitação ideal com recurso a implantes dentários endo-ósseos numa zona estética anterior. Não nos podemos esquecer que, a área óssea vestibular na zona do incisivo é geralmente fina, e uma reabsorção progressiva pode ocorrer mesmo que exista um suporte ósseo suficiente no momento da colocação do implante.^{137,138} Além disso, um dos maiores erros que o cirurgião e / ou responsável pela restauração cometem é não respeitarem uma espessura de 1,5 mm na zona vestibular ao redor do implante. Com efeito, quando a prótese está ligada ao mesmo, a formação do espaço biológico é fundamental. Muitas vezes, isso leva à reabsorção óssea de tábuas finas, que irá produzir translucidez dos componentes de metal do implante, ou pior, recessão gengival e aumento do comprimento da coroa clínica.⁸ Portanto, o nível do tecido ósseo peri-implante, que influencia a altura da coroa, é crucial para uma aparência natural da coroa unitária.⁸⁶ Estes factos, demonstram a importância deste presente estudo, com a pretensão de avaliar o rebordo alveolar na AILS ao longo do tempo, quando se abre espaço com a distalização do canino.

É contudo, importante fazer o planeamento do local para a colocação do futuro implante. Na literatura^{83,139,85, 51, 52} tem-se encontrado registos que relatam que tanto nos casos cuja opção de tratamento é a abertura do espaço ou o fecho de espaço da AILS, a erupção mesial do CS é vantajosa. No caso de abertura do espaço vários estudos advogam que a erupção mesial do canino promove um aumento da espessura óssea na zona do ILM. Desta forma, a erupção do canino deve ser sempre orientada para que ocorra com uma direção mesial, tendo muitas vezes que recorrer à extração precoce do IL decíduo, de forma a promover a referida mesialização, aquando da AILS.^{94,140} Podemos assim, minimizar os problemas inerentes à falta de osso na zona da agenesia, e a consequente implicação da colocação dos implantes após o término do crescimento. Para além de

conseguirmos uma maior fisiologia / fisionomia, reduzimos a necessidade de enxerto ósseo prévio à colocação de um implante.⁹⁴

Na presente investigação, em todos os casos o canino encontrava-se a menos de 3 mm do incisivo central, sendo assim necessária a movimentação distal do canino para abrir o espaço inter-radicular e coronal para a reabilitação protética, nomeadamente com implantes. Sabe-se, que o movimento ortodôntico de dentes adjacentes através da crista alveolar edêntula pode desenvolver dimensões adequadas de osso alveolar, sem recorrer a procedimentos regenerativos.^{10,11,9} À medida que o dente se move ao longo da crista, o osso é depositado corrigindo deficiências dimensionais.

Tal como já referido, de acordo com alguns autores, se um incisivo lateral permanente está congenitamente ausente, será aconselhado que o canino permanente erupcione mesialmente no espaço do incisivo lateral, podendo então este mesmo canino ser movimentado ortodonticamente para distal de forma a desenvolver um local com adequadas dimensões, capaz de receber um implante.^{12,13,9}

Kokich (2004)⁹ foi um dos primeiros investigadores a explorar as alterações dimensionais da crista óssea após a distalização de caninos em pacientes com AILS, e a aferir a estabilidade a longo prazo no novo osso formado. Num estudo populacional de 20 pacientes observados durante 5 anos após o final do TO, a dimensão da perda óssea vestibulo-lingual foi menor que 1%.

Também, Novácková *et al.* (2011)⁹⁷ avaliaram a quantidade de osso formado com a distalização do canino e a sua estabilidade ao longo do tempo. Observaram 80 pacientes com AILS antes e no final do TO, 2 e 5 anos pós contenção. Realizaram medidas através de modelos de gesso e radiografias apicais, e concluíram que o osso criado no espaço edêntulo com a distalização do canino é relativamente estável, tanto em altura como em espessura, sendo que a perda óssea após 2 e 5 anos do TO é bastante pequena (vertical e V-P), tal como no presente estudo, apesar da avaliação ter sido efetuada apenas 1 ano após o final do TO.

Beyer *et al.* (2007)⁹⁰ publicaram um estudo com 14 pacientes com 26 agenesias de incisivos laterais. Mediram toda a superfície da crista óssea necessária para a colocação de um implante. Demonstraram que o aumento da deficiência do volume da crista óssea

foi de 0,4% em T1 (antes do TO) a 2,7% em T2 (final do TO), e 5,2% no momento do implante. Estes autores concluíram que o tempo desempenha um papel importante na terapia ortodôntica e que os implantes deveriam ser colocados logo após o tratamento devido à perda óssea.

Também Uribe *et al.*¹⁴¹ avaliaram as alterações da dimensão da crista após a distalização do canino, através da comparação da altura e espessura da crista óssea edêntula antes e após a abertura de espaço entre o incisivo central e o canino. Observaram 45 locais edêntulos em 31 pacientes através de modelos de gesso e 2 técnicas de medição diferentes. A perda óssea foi de 4% a 8% (0,3mm em média) e 13% a 15% (1.4mm em média), e a perda em altura foi de 6% a 12% durante o tratamento (analisaram antes e logo após o tratamento).

Estes resultados de Beyer *et al.* (2007)⁹⁰ e Uribe *et al.* (2013)¹⁴¹ não são consistentes com os estudos referido anteriormente realizados por Kokich⁹ e por Novácková *et al.*⁹⁷, assim como no presente estudo que indicaram que o osso criado pela distalização do canino é estável, até pelo menos 1 ano após a finalização do TO.

No entanto, embora a diminuição da dimensão da crista seja muito maior que a reportada por Kokich⁹ ou Novácková *et al.*⁹⁷, o Uribe *et al.*¹⁴¹ indicam que a quantidade de massa óssea formada é suficiente para se proceder à colocação de um implante sem recorrer a técnicas de aumento ósseo.

Na presente investigação não houve uma diferença estatisticamente significativa na altura do osso nas RP e espessura dos modelos (a 1 e a 6mm) no lado direito e esquerdo, nos 3 períodos de tempo analisados (antes após e 1 ano pós-TO). Refere-se no entanto, que no período de contenção os casos utilizados apenas foram avaliados 1 ano após a finalização do TO, contrariamente aos estudos mencionados,^{9,97} que estão em concordância relativamente à estabilização das dimensões ósseas ao longo do tempo, mas foram observados 2 e 5 anos pós contenção.

É, no entanto, fundamental perceber qual a posição do canino antes do TO nos casos de AILS, uma vez que tal como mencionado anteriormente, se o canino permanente erupcionar mesialmente, ao ser movimentado ortodonticamente para distal, desenvolve um local com adequadas dimensões ósseas,^{12,13,9} sendo muito provavelmente este fator o responsável pela estabilidade nas dimensões ósseas no local da agenesia.

Nos estudos ortodônticos, a RP e os modelos de gesso para o pré e pós tratamento são por norma os meios de diagnóstico utilizados e desempenham um papel fundamental no plano de tratamento há décadas.^{142,143} No entanto, a distorção considerável que existe na RP tem sido relatada, mais especificamente na região de caninos e pré-molares.¹⁴⁴⁻¹⁴⁶ Por esse motivo, na atualidade o uso da TCCB tem aumentado a possibilidade de determinar medições de forma mais fidedigna em 3D nas arcadas dentárias.^{147,148} Também, pelo facto de o TCCB não ser um meio de diagnóstico de fácil obtenção, quer pelo elevado custo, quer pela dose de radiação inerente, a radiografia periapical tem sido utilizada como substituto para observar o espaço inter-coronário e inter-radicular para a colocação de implantes entre o incisivo central e o canino.⁹⁵

Olsen e Kokich (2010)⁹⁵ analisaram o potencial de distorção inerente à RP no local de colocação de um implante, compararam medidas realizadas em RP e radiografias periapicais no final do TO e detetaram uma variação de magnificação significativa que variava entre 8% a 21% em diferentes locais na RP. Esta tendência de aumento e alteração da magnificação na RP demonstra a importância da utilização de radiografias periapicais. Os ortodontistas que usam na sua prática privada RP antes do TO para determinarem o espaço para os implantes irão consistentemente aumentar o espaço avaliado devido à magnificação. Assim sendo, estes autores recomendam que os ortodontistas e os cirurgiões usem radiografias periapicais para analisarem o espaço de colocação de implantes entre o incisivo central e o canino, antes de removerem a aparatologia ortodôntica.

No sentido de minimizar o erro inerente à distorção das RP, no nosso estudo foram utilizados casos com Cone Beam, embora apenas no final do tratamento ortodôntico, uma vez que a TCCB é à escala real. Este facto, também teve o intuito de avaliar se os modelos de gesso e a RP poderão ser bons substitutos da TCCB, nas outras fases avaliadas.

As medições realizadas entre a RP e a TCCB (altura da crista óssea e largura da abertura de espaço), no final do TO nos casos do presente estudo não tiveram correlação estatisticamente significativa, o que nos leva a deduzir que a distorção da RP afeta a medição. Contudo, o facto de termos efetuado as medições na RP nos 3 tempos estudados, assume-se o mesmo grau de distorção, podendo-se assim efetuar a comparação das medidas com a mesma escala de distorção. É de salientar novamente, que as dimensões

ósseas na RP não sofreram alterações significativas nas dimensões em altura, contrariamente à largura nos 3 períodos de tempo estudados, tanto à direita como à esquerda. Esta alteração na dimensão em largura é inerente, pelo que vai aumentando ao longo do tempo, uma vez que este é um dos objetivos principais do TO, que é a abertura de espaço, justificando assim a razão dos valores da largura serem estatisticamente significativos.

Contrariamente ao presente estudo, num realizado por Janson *et al.* (2002)¹⁴⁹ os autores reportam uma moderada concordância entre as medições realizadas em imagens de TCCB e RP, apesar de entre as imagens de TCCB a concordância ser mais elevada. O que seria de esperar uma vez que a TCCB oferece imagens mais precisas e realistas do volume quando comparadas com as imagens em 2D da RP. Referem também, que a geometria da imagem na RP pode influenciar as medidas angulares e que a posição do paciente no ortopantomógrafo pode influenciar o plano oclusal.

Quando comparados modelos de gesso e modelos digitais com TCCB, as diferenças são maiores do que quando se comparam modelos de gesso com modelos digitais. Este resultado seria o esperado uma vez que a TCCB é uma técnica imagiológica direta, eliminando efetivamente erros que podem advir da impressão com alginato e da passagem dos moldes a gesso.^{150,151}

Refere-se no entanto, que para trabalhar os modelos de gesso usaram-se os modelos originais que foram vazados a gesso tipo IV extra-duro, logo após a impressão. Para a duplicação usou-se um silicone irreversível de adição 1:1 (UGIFORM 25 – UGIN dentaire)[®], que apresenta um elevado grau de fiabilidade, para posteriormente se proceder à torquelização da área das agenesias. Esta metodologia foi também utilizada na maioria dos estudos similares na literatura que medem modelos de gesso.^{106,14}

Apesar de sabermos que poderão sempre existir erros inerentes ao manuseamento dos materiais para a realização dos modelos de gesso,^{12,11} no presente estudo não existiu uma correlação estatisticamente significativa entre as medições em modelos de gesso (sem subtração da gengiva aderida) e na TCCB (com análise apenas da componente óssea), quando foram analisadas as dimensões da altura, espessura e largura da crista óssea.

O rebordo alveolar é composto por tecidos moles e duros. Assim, nos modelos de gesso não conseguimos determinar a quantidade exata de osso, uma vez que não foi possível fazer a subtração da gengiva, como já mencionado. Uma das formas de ultrapassar este facto seria fazer a medição da gengiva aderida diretamente no local, quer por vestibular, quer por palatino.¹⁵² Contudo, o ideal seria termos a TCCB em todas as fases do estudo e assim podermos subtrair a gengiva aderida por vestibular e palatino nos modelos de gesso. Porém não podemos esquecer que um dilema ético pode emergir no uso da tecnologia da TCCB usado por rotina para pacientes com AILS, principalmente antes do TO. No nosso estudo, o facto de termos no final do TO (T2) a TCCB, vai-nos permitir perceber nos casos em estudo da investigação, se efetivamente as dimensões ósseas sofrem ou não alterações significativas, uma vez que como já referido, por norma, nestes casos o TO termina em fase de crescimento.

Também no presente estudo, pelo facto de termos a TCCB no final do TO, pode-se fazer a subtração dos modelos, obtendo o valor aproximado de gengiva aderida nos diferentes tempos analisados. A literatura sugere^{153,154} que, ao longo do tempo não existe uma alteração significativa da gengiva aderida no mesmo indivíduo, no mesmo local. Tendo como base este princípio, pode-se assim ter uma noção aproximada da medida da gengiva utilizando o modelo de gesso, e dessa forma avaliar as dimensões no rebordo alveolar em termos de espessura ao longo do tempo, utilizando os modelos de gesso.

Por definição, o estudo piloto é um teste em pequena escala dos procedimentos, materiais e métodos propostos para determinada pesquisa.¹⁵⁵ Ou seja, é uma versão reduzida do estudo completo, que envolve a realização de todos os procedimentos previstos na metodologia de modo a possibilitar alteração/melhoria dos instrumentos na fase que antecede a investigação em si.

De acordo com Mackey A *et al.*, e Canhota C, a importância de conduzir um estudo piloto está na possibilidade de testar, avaliar, rever e aprimorar os instrumentos e procedimentos de pesquisa. Administra-se um estudo piloto com o objetivo de descobrir pontos fracos e problemas em potencial, para que sejam resolvidos antes da implementação da pesquisa propriamente dita.^{155,156}

O presente estudo foi intitulado piloto, porque estamos cientes de todas as limitações inerentes, nomeadamente a amostra ser reduzida, não pela prevalência na população

portuguesa (1,3%)²⁴ destas anomalias e respetivo tratamento ortodôntico, mas essencialmente por limitarmos a amostra aos pacientes que tinham pelo menos numa das fases analisadas a TCCB. O que se pretende é efetivamente tentar calibrar a técnica para um estudo futuro.

Assim, num projeto futuro (ver anexo 2), tendo em conta que neste estudo piloto não houve uma correlação significativa nem da altura nem da espessura do osso com a abertura do espaço ao longo do tempo estudado, talvez devido ao facto dos caninos superiores se encontrarem inicialmente todos a menos de 3mm do incisivo central superior, seria interessante termos vários grupos com o canino em diferentes posições. Assim como, casos cujo canino se encontrasse numa posição bastante distalizada (mais de 6mm), e que fosse sujeito a mesialização ortodôntica e posterior distalização, no sentido de averiguar a formação óssea com a movimentação sequencial do canino primeiro para mesial e depois para distal. Relativamente ao 2º objetivo deste estudo piloto, assim como a conclusão de que o modelo de gesso e a RP não são bons substitutos da TCCB, seriam utilizadas em todos os momentos antes, final e período de contenção a TCCB. No entanto, e no sentido de consolidar as nossas conclusões, seriam também utilizados estudos comparativos com modelos de gesso, uma vez que estes fazem parte integrante do estudo ortodôntico, mas retirando o valor da gengiva aderida (medida diretamente em boca). Relativamente à RP, não faria tanto sentido devido à radiação acrescida e porque os dados a obter seriam mais fidedignos com a TCCB.

E para sermos mais ambiciosos, seguiríamos estes casos após a reabilitação protética com implantes ou com próteses adesivas, no sentido de perceber o comportamento do osso e da gengiva ao longo do tempo. Assim, para além dos parâmetros funcionais e estéticos avaliados pelos profissionais da área da medicina dentária, poderíamos fazer questionários para determinar a perceção estética para a população geral, utilizando a documentação feita por fotos intraorais.

Conclusões

8. Conclusão

- Não há variação significativa da espessura medida nos modelos e da altura medida na RP, ao longo do tempo estudado. Assim como, também não há variação significativa da altura e espessura do osso com a abertura de espaço ao longo do tempo estudado. Houve relativamente à largura, tendo em conta a abertura inerente do espaço.
- O modelo de gesso e a RP não são bons substitutos da TCCB, para estas medições específicas.

Bibliografia

9. Bibliografia

- 1 - Cobourne MT. Familial human hypodontia--is it all in the genes? *British Dental Journal*. 2007;203(4):203–8.
- 2 - Goya HA, Tanaka S, Maeda T, Akimoto Y. An orthopantomographic study of hypodontia in permanent teeth of Japanese pediatric patients. *Journal of Oral Science*. 2008;50:143-50.
- 3 - Stockton DW, Das P, Goldenberg M, D’Souza RN, Patel PL. Mutation of PAX9 is associated with oligodontia. *Nature Genetics*. 2000; 24:18-9.
- 4 - Langlade, M. Diagnostic étiopathogénique. Diagnostic orthodontique. Editeure Paris. Cap V 133-39. 1981.
- 5 - Pinho T, Maciel P, Pollmann C. Developmental disturbances associated with agenesis of the permanent maxillary lateral incisor. *British Dental Journal*. 2009;207(12):E25.
- 6 - Shimizu T, Maeda T. Prevalence and genetic basis of tooth agenesis. *Japanese Dental Science Review*. 2009;45(1):52–8.
- 7 - Kokich VO, Jr., Kinzer GA, Janakievski J. Congenitally missing maxillary lateral incisors: restorative replacement. Counterpoint. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2011;139(4):435,437,439.
- 8 - Zachrisson BU, Rosa M, Toreskog S. Congenitally missing maxillary lateral incisors: canine substitution. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2011;139(4):434,436,438.
- 9 - Kokich VG. Maxillary lateral incisor implants: planning with the aid of orthodontics. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2004; 62:48–56.
- 10 - Zachrisson BU. Orthodontic tooth movement to regenerate new alveolar tissue of bone for improved single implant aesthetics. *European Journal of Orthodontics*. 2003; 25:442.

- 11 - Gündüz E, Rodríguez-Torres C, Gahleitner A, Heissenberger G, Bantleon HP. Bone regeneration by bodily tooth movement: Dental computed tomography examination of a patient. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2004;125(1):100–6.
- 12 - Kokich VG. Single-tooth implants in young orthodontic patients. *Information Orthodontics Kieferorthop*. 1994;1:45–62.
- 13 - Spear FM, Mathews DM, Kokich VG. Interdisciplinary management of single-tooth implants. *Seminars In Orthodontics*. 1997;3:45–72.
- 14 - Kim J, Heo G, Lagravère MO. Accuracy of laser-scanned models compared to plaster models and cone-beam computed tomography. *The Angle orthodontist*. 2014;84(3):443–50.
- 15 - Edey M., Cap. 4: O Primeiro Homem: Homo Erectus, in *O Homem Pré-Histórico*, F.C. Howell, Editor. Livraria José Olympio: Rio de Janeiro. 1973.
- 16 - Ferreira FV. *Ortodoncia: Diagnóstico e Planificación Clínica*. 1ª ed. São Paulo: Editora Artes Médicas, Lda. 2002.
- 17 - Proffit. *Ortodoncia Contemporânea*. 4ªed. Barcelona: Elsevier España. 2008.
- 18 - Persaud M. *Embriologia Básica*. São Paulo: Elsevier editor. 2004.
- 19 - Larry R. *Atlas de Embriologica Humana de Netter*. Porto Alegre: Artmed. 2003.
- 20 – Garcia S, Fernandez C. *Embriologia*. São Paulo: Artmed. 2001.
- 21 - Thesleff I. Genetic basis of tooth development and dental defects. *Acta Odontologica Scandinavica*. 2000; 58(5):191-4.
- 22 - Alves-Ferreira M, Pinho T, Sousa a, Sequeiros J, Lemos C, Alonso I. Identification of genetic risk factors for maxillary lateral incisor agenesis. *Journal of Dental Research*. 2014;93(5):452–8.

- 23 - Polder BJ, Van't Hof M a., Van Der Linden FPGM, Kuijpers-Jagtman AM. A meta-analysis of the prevalence of dental agenesis of permanent teeth. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*. 2004;32(3):217–26.
- 24 - Pinho T, Tavares P, Maciel P, Pollmann C. Developmental absence of maxillary lateral incisors in the Portuguese population. *European Journal of Orthodontics*. 2005;27(5):443–9.
- 25 - Chung CJ, Han JH, Kim KH. The pattern and prevalence of hypodontia in Koreans. *Oral Diseases*. 2008;14(7):620-5.
- 26 - De Coster PJ, Marks L a., Martens LC, Huysseune a. Dental agenesis: Genetic and clinical perspectives. *Journal of Oral Pathology and Medicine*. 2009;38(1):1–17.
- 27 - Cruz JP. Prevalência da Oligodontia numa amostra da clínica ortodôntica privada. *Revista Portuguesa de Estomatologia e Cirurgia Maxilofacial*. 1989;30:71-4.
- 28 - Leitão P. Prevalência da má oclusão em crianças de 12 anos da cidade de Lisboa. *Revista Portuguesa de Estomatologia e Cirurgia Maxilofacial*. 1993;33:193-201.
- 29 - Carvalho S, Mesquita P, Afonso A. Prevalência das anomalias de número numa população portuguesa. Estudo radiográfico. *Revista Portuguesa de Estomatologia Medicina Dentária e Cirurgia Maxilofacial*. 2011;52:7-12.
- 30 - Diaz-Perez R, Echaverry-Navarrete RA. Agenesis in permanent dentition. *Revista de salud publica*. 2009;11(6):961-9.
- 31 - Fekonja A. Hypodontia in orthodontically treated children. *European Journal of Orthodontics*. 2005;27:457-60.
- 32 - Gomes RR, Da Fonseca J a C, Paula LM, Faber J, Acevedo AC. Prevalence of hypodontia in orthodontic patients in Brasilia, Brazil. *European Journal of Orthodontics*. 2010;32(3):302–6.
- 33 - Kim YH. Investigation of hypodontia as clinically related dental anomaly: prevalence and characteristics. *ISRN Dentistry*. 2011;2011:246135.
- 34 - Gonzalez-Allo A, Campoy MD, Moreira J, Ustrell J, Pinho T. Tooth agenesis in a Portuguese population. *International Orthodontics*. 2012;10(2): 198-210.

- 35 - Pinho T, Maciel P, Lemos C, Sousa A. Familial aggregation of maxillary lateral incisor agenesis. *Journal of Dental Research*. 2010;89(6):621–5.
- 36 - Marinelli A, Giuntini V, Franchi L, Tollaro I, Baccetti T, Defraia E. Dental anomalies in the primary dentition and their repetition in the permanent dentition: a diagnostic performance study. *Odontology*. 2012;100(1):22-7.
- 37 - Celikoglu M, Kazanci F, Miloglu O et al. Frequency and characteristics of tooth agenesis among an orthodontic patient population. *Medicina Oral, Patologia Oral y Cirugia Bucal*. 2010;15(5):3–7.
- 38 - Rózsa N, Nagy K, Vajó Z, Gábris K, Soós A., Alberth M. Prevalence and distribution of permanent canine agenesis in dental paediatric and orthodontic patients in Hungary. *European Journal of Orthodontics*. 2009;31(4):374–9.
- 39 - Grahnén H. Hypodontia in the permanent dentition. A clinical and genetic investigation. *Odontology Review*. 1956;7(3):1-100.
- 40 - Vastardis H, Karimbux N, Guthua SW et al. A human MSX1 homeodomain missense mutation causes selective tooth agenesis. *Nature Genetics*. 1996;13:417-21.
- 41 - Kurisu K, Tabata MJ. Human genes for dental anomalies. *Oral Diseases*. 1997;3:223-8.
- 42 - Mahaney MC, Fijiwara TM, Morgan K. Dental agenesis in the Dariusleut Hutterite Brethren: comparisons to selected Caucasoid population surveys. *American Journal of Physical Anthropology*. 1990;82:165-77.
- 43 - Werther R, Rothenberger F. Anodontia, a review of its etiology with presentation of a case. *American Journal of Orthodontics and Oral Surgery*. 1939;25:61-81.
- 44 - Brook AH. A unifying aetiological explanation for anomalies of human tooth number and size. *Archives of Oral Biology*. 1984;29:373-8.
- 45 - Schalk-van der Weide Y, Steen WH, Bosman F. Distribution of missing teeth and tooth morphology in patients with oligodontia. *ASDC Journal of Dentistry for Children*. 1992;59(2):133-40.

- 46 - Guliksson JS. Tooth morphology in rubella syndrome children. *ASDC Journal of Dentistry for Children*. 1975;42:479-82.
- 47 - Graber LW. Congenital absence of teeth: a review with emphasis on inheritance patterns. *The journal of the American Dental Association*. 1978;96(2):266-75.
- 48 - Axrup K, D'Avignon M, Hellgren K. Children with thalidomide embryopathy: odontological observations and aspects. *Acta Odontologica Scandinavica*. 1966;24:3-21.
- 49 - Maguire A, Amineddine H, Manifestations HE. The Long-Term effects of treatment on the dental condition of children surviving malignant disease. *Cancer* 1987;2570-5.
- 50 - Näsman M, Forsberg CM, Dahllöf G. Long-term dental development in children after treatment for malignant disease. *European Journal of Orthodontics*. 1997;19(2):151-9.
- 51 - Kjaer I, Kocsis G, Nodal M. Aetiological aspects of mandibular tooth agenesis: focusing on the role of nerve, oral mucosa, and supporting tissues. *The European Journal of Orthodontics*. 1994;16:371-5.
- 52 - Andersen E, Skovgaard LT, Poulsen S. The influence of jaw innervation on the dental maturation pattern in the mandible. *Orthodontics & Craniofacial Research*. 2004;7:211-5.
- 53 - Nieminen P. Genetics basis of tooth agenesis. *Journal of Experimental Zoology Part B Molecular and Developmental Evolution*. 2009;312B:320-42.
- 54 - Klein ML, Nieminen P, Lammi L. Novel Mutation of the Initiation Codon of *PAX9* Causes Oligodontia. *Journal of Dental Research*. 2005;84(1):43-7.
- 55 - Vastardis H. The genetics of human tooth agenesis: new discoveries for understanding dental anomalies. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2000;117:650-56.
- 56 - Nieminen P, Arte S, Tanner D, Paulin L, Alaluusua S, Thesleff I, et al. Identification of a nonsense mutation in the *PAX9* gene in molar oligodontia. *European Journal of Human Genetics*. 2001;9(10):743-6.

- 57 - Pinho T, Silva-Fernandes A, Bousbaa H, Maciel P. Mutational analysis of MSX1 and PAX9 genes in Portuguese families with maxillary lateral incisor agenesis. *European Journal of Orthodontics*. 2010;32(5):582–8.
- 58 - Pilo R, Kaffe I, Amir E, Sarnat E, Sarnat H. Diagnosis of developmental dental anomalies using panoramic radiographs. *ASDC Journal of Dentistry for Children*. 1987;54(4):267-72.
- 59 - Kuhlberg AJ, Norton LA. Pathologic findings in orthodontic radiographic images. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1996;110(4):441-43.
- 60 - Kennedy DB. Orthodontic Management of Missing Teeth. *Journal Canadian Dental Association*. 1999;65:548-50.
- 61 - Dhanrajani PJ. Hypodontia: etiology, clinical features and management. *Quintessence International*. 2002;33(4):294-302.
- 62 - Muller TP, Hill IN, Peterson AC, Blayney JR. A survey of congenitally missing permanent teeth. *Journal of American Dental Association*. 1970;81(1):101-7.
- 63 - Nunn JH, Carter NE, Gillgrass TJ, Hobson RS, Jepson NJ, Meechan JG, et al. The interdisciplinary management of hypodontia: background and role of pediatric dentistry. *British Dental Journal*. 2003;194(5):245–51.
- 64 - Kapadia H, Mues G, D’Souza R. Genes affecting tooth morphogenesis. *Orthodontic & Craniofacial Research*. 2007;10(4):237-44.
- 65 - Sarnäs KV, Rune BJ. The facial profile in advanced hypodontia: a mixed longitudinal study of 141 children. *European Journal of Orthodontics*. 1983;5:133-43.
- 66 - Wisth PJ, Thunold K, Bøe OE. Frequency of hypodontia in relation to tooth size and dental arch width. *Acta Odontologica Scandinavica*. 1974;32:201-6.
- 67 - Woodworth DA, Sinclair PM, Alexander RG. Bilateral congenital absence of maxillary lateral incisors: a craniofacial and dental cast analysis. *American Journal of Orthodontics*. 1985;87:280-93.

- 68 - Pinho T, Pollmann C, Calheiros-Lobo MJ, Lemos C, Sousa A. Craniofacial repercussions of maxillary lateral incisors agenesis. *International Orthodontics*. 2011;9(3):274-85.
- 69 - Yüksel S, Uçem T. The effect of tooth agenesis on dentofacial structures. *European Journal of Orthodontics*. 1997;19(1):71-8.
- 70 - Ramazanzadeh B-A, Ahrari F, Hajian S. Evaluation of tooth size in patients with congenitally-missing teeth. *Journal of Dental Research, Dental Clinics, Dental Prospects*. 2013;7(1):36-41.
- 71 - Peck S, Peck L, Kataja M. Prevalence of tooth agenesis and peg-shaped maxillary lateral incisor associated with palatally displaced canine (PDC) anomaly. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1996;110(4):441-3.
- 72 - Garib DG, Alencar BM, Lauris JR, Baccetti T. Agnesis of maxillary lateral incisors and associated dental anomalies. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2010;137(6):1-6.
- 73 - Pinho T, Carvalho P, Tallón V, Manzanares MC. Facial Biotype and Mandibular Growth Adaptation in Maxillary Lateral Incisors Agnesis. *International Journal of Morphology*. 2004;32(3):962-67.
- 74 - Behr M, Proff P, Leitzmann M, Pretzel M, Handel G, Schmalz G, et al. Survey of congenitally missing teeth in orthodontic patients in Eastern Bavaria. *European Journal of Orthodontics*. 2011;33(1):32-6.
- 75 - Morszeck C, Schmalz G, reichert TE, Völlner F, Gallor K, et al. Somatic stem cells for regenerative dentistry. *Clinical Oral Investigation*. 2008;12:113-18.
- 76 - McNeill RW, Joondeph DR. Congenitally absent maxillary lateral incisors: treatment planning considerations. *Angle Orthodontist*. 1973.p. 24-9.
- 77 - Thordarson A, Zachrisson BU, Mjör IA. Remodeling of canines to the shape of lateral incisors by grinding: a long-term clinical and radiographic evaluation. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1991;100(2):123-32.

- 78 - Rosa M, Zachrisson BU. Integrating space closure and esthetic dentistry in patients with missing maxillary lateral incisors. *Journal of Clinical Orthodontics*. 2007;41(9):563–73.
- 79 - Czochrowska EM, Skaare AB, Stenvik A, Zachrisson BU. Outcome of orthodontic space closure with a missing maxillary central incisor. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2003;123(6):597–603.
- 80 - Marek L, Novácková S. Agenesis of lateral incisors. Part 1. Diagnostics and esthetic aspects of canine mesialization. *Ortodoncie*. 2007;16:33-49.
- 81 - Marek L, Novácková S. Agenesis of lateral incisors. Part 2. Orthodontics and implantology aspects of treatment. *Ortodoncie*. 2007;16:36-53.
- 82 - Kinzer GA, Kokich VO Jr. Managing congenitally missing lateral incisors, part II. Tooth-supported restorations. *Jornal of Esthetic and Restorative Dentistry* 2005;17:76-84.
- 83 - Pinho T, Neves M. Tratamento da ausência congênita de incisivos maxilares quando a opção é manter ou abrir o espaço. *Dental Sapiens*. 2001;1(1):9-18.
- 84 - Paduano S, Cioffi I, Rongo R, Cupo A, Bucci R, Valletta R. Orthodontic management of congenitally missing maxillary lateral incisors: a case report. *Case reports in dentistry*. 2014;2014:731074.
- 85 - Rosa M, Zachrisson BU. The space-closure alternative for missing maxillary lateral incisors: an update. *Journal of Clinical Orthodontics*. 2010;44(9):540–9.
- 86 - Richardson G, Russell A. Congenitally missing maxillary lateral incisors and orthodontic treatment considerations for the single-tooth implant. *Journal of the Canadian Dental Association*. 2001;67(1):25-28.
- 87 - Millar BJ, Taylor NG. Lateral thinking: the management of missing upper lateral incisors. *British Dental Journal*. 1995;179(3):99-106.
- 88 - Pinho T. Maxillary Lateral Incisor Agenesis, Principles in Contemporary Orthodontics. SilvanoNaretto (Ed.). Cap. 12, 277-308. 2011.

- 89 - Zachrisson BU. Single implant-supported crowns in the anterior maxilla-potential esthetic long-term (>5 years) problems. *World Journal of Orthodontics*. 2006;7(3):306-12.
- 90 - Beyer A, Tausche E, Boening K, Harzer W. Orthodontic space opening in patients with congenitally missing lateral incisors. *Angle Orthodontics*. 2007;77(3):404-9.
- 91 - Robertsson S, Mohlin B. The congenitally missing upper lateral incisor. A retrospective study of orthodontic space closure versus restorative treatment. *European Journal of Orthodontics*. 2000;22:697-710.
- 92 - Rosa M, Zachrisson BU. Integrating esthetic dentistry and space closure in patients with missing maxillary lateral incisors. *Journal of Clinical Orthodontics*. 2001;35:221-34.
- 93 - Zachrisson BU, Stenvik A, Haanaes HR. Management of missing maxillary anterior teeth with emphasis on autotransplantation. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2004;126(3):284-8.
- 94 - Kokich V, Kinzer G. Managing Congenitally Missing Lateral Incisors. Part III: Single-Tooth Implants. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. 2005;17:202-10.
- 95 - Olsen TM, Kokich VG. Postorthodontic root approximation after opening space for maxillary lateral incisor implants. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2010;137(2):158.e1-158.e8.
- 96 - Carlson G. Changes in contour of the maxillary alveolar process under immediate dentures. *Acta Odontologica Scandinavica*. 1967;25:1-31.
- 97 - Novácková S, Marek I, Kamínek M. Orthodontic tooth movement: Bone formation and its stability over time. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2011;139(1):37-43.
- 98 - Machado AWS, Souki BQ. Simplificando a obtenção e a utilização de imagens digitais - scanners e câmeras digitais. *Revista Dental Press de Ortodontia e Ortopedia Facial*. 2004;9(4):133-56.

99 - Paatero Y. The use of a mobile source of light in radiography. *Acta Radiologica*. 1948;29:221.

100 - Paatero Y. A new tomographic method for radiographing curved outer surfaces. *Acta Radiologica*. 1949;32:177.

101 - Wyatt DL, Farman AG, Orbell GM, Silveira AM, Scarfe WC. Accuracy of dimensional and angular measurements from panoramic and lateral oblique radiographs. *Dentomaxillofacial Radiology*. 1995;24:225-31.

102 - Loubele M, Bogaerts R, Van Dijck E. Comparison between effective radiation dose of CBCT and MSCT scanners for dentomaxillofacial applications. *European Journal of Radiology*. 2009;71:461-468.

103 - Redmond WR. Digital models: a new diagnostic tool. *Journal of clinical orthodontics*. 2001;35(6):386-7.

104 - Harrell WE, Hatcher DC, Bolt RL. In search of anatomic truth: 3- dimensional digital modeling and the future of orthodontics. *American Journal of Dentofacial and Orthopedics*. 2002;122(3):325-30.

105 - Leifert MF, Leifert MM, Efstratiadis SS, Cangialosi TJ. Comparison of space analysis evaluations with digital models and plaster dental casts. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2009;136:16.e1-4.

106 - Santoro M, Galkin S, Teredesai M, Nicolay OF, Cangialosi TJ. Comparison of measurements made on digital and plaster models. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2003;124(1):101–5.

107 - Garib DG, Raumundo R, Raymundo MV, Raymundo DV, Ferreira SN. Tomografia computadorizada de feixe cônico (Cone beam): entendendo este novo método de diagnóstico por imagem com promissora aplicabilidade na Ortodontia. *Revista Dental Press de Ortodontia e Ortopedia Facial*. 2007;12(2):139–56.

108 - Mozzo P, Procacci C, Tacconi A, Martine PT, Andreis IA. A new volumetric CT machine for dental imaging based on the cone-beam technique: preliminary results. *European Radiology*. 1998;8:1558-64.

109 - Schulse D, Heiland M, Thurmann H, Adam G. Radiation exposure during midfacial imaging using 4- and 6-slice computed tomography, cone beam computed tomography systems and conventional radiography. *Dentomaxillofacial radiology*. 2004;33:83-6.

110 - Silva MA, Wolf U, Heinicke F, Bumann A, Visser H, Hirsch E. Cone-beam computed tomography for routine orthodontic treatment planning: a radiation dose evaluation. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2008; 133:640-45.

111 - Scarfe WC, Farman AG, Sukovic P. Clinical applications of cone-beam computed tomography in dental practice. *Journal of the Canadian Dental Association*. 2006;72:75-80.

112 - Evangelista K, Vasconcelos K, Bumann A, Hirsch E, Nitka M, Silma MA. Dehiscence and fenestration in patients with Class I and Class II division 1 malocclusion assessed with cone-beam computed tomography. *American Journal of Orthodontics Dentofacial Orthopedics*. 2010;138:133-5.

113 - Tsunori M, Mashita M, Kasai K. Relationship between facial types and tooth and bone characteristics of the mandible obtained by CT scanning. *Angle Orthodontist*. 1998;68:557-62.

114 - Nakajima A, Sameshima GT, Arai Y, Homme Y, Shimizu N, Dougherty H. Two- and three-dimensional orthodontic imaging using limited cone beam-computed tomography. *Angle Orthodontist*. 2005;75:895-903.

115 - Honda K, Larheim TA, Matsumoto K, Iwai K. Osseous abnormalities of the mandibular condyle: diagnostic reliability of cone beam computed tomography compared with helical computed tomography based on an autopsy material. *Dentomaxillofacial Radiology*. 2006;35:152-7.

116 - Aboudara CA, Hatcher D, Nielsen IL, Miler A. A three dimensional evaluation of the upper airway in adolescents. *Orthodontics Craniofacial Research*. 2003;6(1):173-5.

117 - Yang F, Jacobs R, Willems G. Dental age estimation through volume matching of teeth imaged by cone-beam CT. *Forensic Science International*. 2006;159(1):S78-83.

118 - Mah JK, Huang JC, Choo H. Practical applications of cone-beam computed tomography in orthodontics. *Journal of American Dental Association*. 2010;141(3):7S-13S.

119 - Kapila S, Conley RS, Harrell WE Jr. The current status of cone beam computed tomography imaging in orthodontics. *Dentomaxillofac Radiology*. 2011;40:24-34.

120 - Scarfe WC, Farman AG. What is cone-beam CT and how does it work? *Dental Clinics of North America*. 2008;52:707-30.

121 - Brooks SL. CBCT dosimetry: orthodontic considerations. *Seminars in Orthodontics* 2009;15:14-8.

122 - Damstra J, Fourie Z, Huddleston Slater JJ, Ren Y. Accuracy of linear measurements from cone-beam computed tomography-derived surface models of different voxel sizes. *American Journal of Orthodontic and Dentofacial Orthopedics*. 2010;137:16-7.

123 - Sun Z, Smith T, Kortam S, Kim DG, Tee BC, Fields H. Effect of bone thickness on alveolar bone-height measurements from cone-beam computed tomography images. *American Journal of Orthodontic Dentofacial Orthopedics*. 2011;139:117-27.

124 - Ericson S, Kurol PJ. Resorption of incisors after ectopic eruption of maxillary canines: a CT study. *Angle Orthodontist*. 2000;70:415-23.

125 - Mostafa YA, El-Beialy AR, Oman GA, Fayed MS. Four curious cases of cone-beam computed tomography. *American Journal of Orthodontic Dentofacial Orthopedics*. 2010;137:136-40.

126 - Kau CH, Littlefield J, Rainy N, Nguyen JT, Creed B. Evaluation of CBCT digital models and traditional models using the Little's Index. *Angle Orthodontist*. 2010;80:435-9.

127 - Molen AD. Considerations in the use of cone-beam computed tomography for buccal bone measurements. *American Journal of Orthodontic Dentofacial Orthopedics*. 2010;137:130-5.

128 - Kavadia S, Papadiochou S, Papadiochos I, Zafiriadis L. Agenesis of maxillary lateral incisors: a global overview of the clinical problem. *Orthodontics*. 2011;12:296-317.

129 - Brough E, Donaldson AN, Naini FB. Canine substitution for missing maxillary lateral incisors: The influence of canine morphology, size, and shade on perceptions of smile attractiveness. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2010;138(6):705.e1–e9.

130 - Machado AW, Moon W, Gandini LG. Influence of maxillary incisor edge asymmetries on the perception of smile esthetics among orthodontists and laypersons. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2013; 143:658-64.

131 - Louw JD, Smith BJ, McDonald F, Palmer RM. The management of developmentally absent maxillary lateral incisors – a survey of orthodontists in the UK. *British Dental Journal*. 2007;203:654-5.

132 - Pinho T, Bellot-Arcis C, Montiel-Company JM, Neves M. Esthetic Assessment of the Effect of Gingival exposure in the smile of patients with unilateral and bilateral maxillary incisor agenesis. *Journal of Prosthodontics*. 2014;24(5):366-72.

133 - Mota A, Pinho T. Aesthetic perception of maxillary lateral incisors agenesis treatment with mesialization of the canine using a digital model. *International Orthodontics*. 2015 (in press).

134 - Belser UC, Grütter L, Vailati F, Bornstein MM, Weber HP, Buser D. Outcome evaluation of early placed maxillary anterior single-tooth implants using objective esthetic criteria: a cross-sectional, retrospective study in 45 patients with a 2- to 4-year follow-up using pink and white esthetic scores. *Journal of Periodontology*. 2009;80(1):140-51.

135 - Jung UW, Choi JY, Kim CS, Cho KS, Chai JK, Kim CK, Choi SH. Evaluation of mandibular posterior single implants with two different surfaces: a 5-year comparative study. *Journal of Periodontology*. 2008;79(10):1857-63.

136 - Mangano F, Pozzi-Taubert S, Zecca PA, Luongo G, Sammons RL, Mangano C. Immediate restoration of fixed partial prostheses supported by one-piece narrow-diameter

selective laser sintering implants: a 2-year prospective study in the posterior jaws of 16 patients. *Implant Dentistry*. 2013;22(4):388-93.

137 - Thilander B, Odman J, Lekholm U. Orthodontic aspects of the use of oral implants in adolescents: a 10-year follow-up study. *European Journal of Orthodontics*. 2001;23(6):715-31.

138 - Jemt T, Lekholm U. Single implants and buccal bone grafts in the anterior maxilla: measurements of buccalcrestal contours in a 6-year prospective clinical study. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*. 2005;7(3):127-35.

139 - kokich VO, Jr. Early management of Congenitally Missing teeth. *Seminars in Orthodontics*. 2005;11:146-51.

140 - Pinho T. Maxillary Lateral Incisor Agenesis (MLIA). In Tech, editor. *Principles in Comtemporary Orthodontics*. 2011;277-308.

141 - Uribe F, Padala S, Allareddy V, Nanda R. Cone-beam computed tomography evaluation of alveolar ridge width and height changes after orthodontic space opening in patients with congenitally missing maxillary lateral incisors. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2013;144(6):848–59.

142 - Redlich M, Weinstock T, Abed Y, Schneor R, Holdstein Y, Fischer A. A new system for scanning measuring and analyzing dental casts based on a 3D holographic sensor. *Orthodontics and Craniofacial Research*. 2008;11:90-5.

143 - Wiranto MG, Engelbrecht WP, TuteinNolthenius HE, van der Meer WJ, Ren Y. Validity, reliability, and reproducibility of linear measurements on digital models obtained from intraoral and cone-beam computed tomography scans of alginate impressions. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2013;143:140-7.

144 - Samawi SS, Burke PH. Angular distortion in the orthopantomogram. *British Journal of Orthodontics*. 1984;11:100-7.

145 - Peck JL, Sameshima GT, Miller A, Worth P, Hatcher DC. Mesiodistal root angulation using panoramic and cone beam CT. *The Angle Orthodontist*. 2007;77:206-13.

146 - Owens AM, Johal A. Near-end of treatment panoramic radiograph in the assessment of mesiodistal root angulation. *The Angle Orthodontist* 2008;78:475-81.

147 - Cevidanes LH, Styner MA, Proffit WR. Image analysis and superimposition of 3-dimensional cone-beam computed tomography models. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2006;129:611-18.

148 - Wang Y, He S, Yu L, Li J, Chen S. Accuracy of volumetric measurement of teeth in vivo based on cone beam computed tomography. *Orthodontics and Craniofacial Research*. 2011;14:206-12.

149 - Janson G, Bombonatti R, Brandão AG, Henriques JF, De Freitas MR. Comparative radiographic evaluation of the alveolar bone crest after orthodontic treatment. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2003;124(2):157-64.

150 - Watanabe-Kanno GA, Abrão J, Miasiro Junior H, Sánchez-Ayala A, Lagravère MO. Reproducibility, reliability and validity of measurements obtained from Ceph3 digital models. *Brazil Oral Research*. 2009;23:288-95.

151 - El-Zanaty HM, El-Beialy AR, Abou El-Ezz AM, Attia KH, El-Bialy AR, Mostafa YA. Three-dimensional dental measurements: an alternative to plaster models. *American Journal of Orthodontics Dentofacial Orthopedics*. 2010;137:259-65.

152 - Uribe F, Chau V, Padala S, Neace P, Cutrera A, Nanda R. Alveolar ridge width and height changes after orthodontic space opening in patients congenitally missing maxillary lateral incisors. *European Journal of Orthodontics*. 2013;35(1):87-92.

153 - Eger T, Muller HP, Heinecke A. Ultrasonic determination of gingival thickness. Subject variation and influence of tooth type and clinical features. *Journal of Clinical Periodontology*. 1996;23:839-45.

154 - Busschop, J. L. *et al.* The width of the attached gingiva during orthodontic treatment: A clinical study in human patients. *American Journal of Orthodontics*. 1985;87(3):224-29.

155 - Mackey A, Gass S. Second Language Research. London: Lawrence Erlbaum. 2005.

156 - Canhota C. Qual a importância do estudo piloto? In: Silva E E. Investigação Passo a Passo: perguntas e respostas essenciais para a investigação clínica. Lisboa: APMCG. 2008.

Anexos

10. Anexos

Anexo I - Medições em modelos de gesso, RP e TCCB

• CBCT

	Altura		Espessura				Largura	
	1 ^o Q	2 ^o Q	1mm		6mm		1 ^o Q	2 ^o Q
			1 ^o Q	2 ^o Q	1 ^o Q	2 ^o Q		
Caso 1	0,40mm	0,1mm	2,88mm	3,12mm	3,77mm	4,88mm	7,96mm	7,99mm
Caso 2	0,20mm	0,50mm	5,38mm	4,80mm	7,08mm	6,25mm	6,8mm	7,19mm
Caso 3	0,00mm	0,20mm	4,25mm	3,96mm	7,08mm	6,22mm	6,01mm	6,1mm
Caso 4	0,60mm	0,30mm	4,08mm	3,84mm	8,34mm	7,00mm	5,43mm	5,99mm
Caso 5	0,30mm	0,67mm	7,22mm	4,67mm	8,34mm	8,07mm	6,89mm	6,31mm
Ana Caso 6	0,15mm	0,15mm	5,52mm	3,62mm	6,58mm	5,37mm	7,87mm	8,11mm

• Nível do osso nas RP

	Inicial		Final		Pós-contenção	
	1 ^o Q	2 ^o Q	1 ^o Q	2 ^o Q	1 ^o Q	2 ^o Q
Caso 1	0,38mm	0,00mm	1,50mm	0,76mm	1,76mm	0,88mm
Caso 2	0,76mm	0,76mm	0,76mm	0,76mm	0,44mm	0,88mm
Caso 3	1,38mm	0,76mm	0,60mm	1,38mm	0,58mm	1,35mm
Caso 4	1,38mm	0,76mm	0,44mm	0,44mm	1,32mm	1,32mm
Caso 5	1,38mm	0,76mm	0,6mm	0,52mm	0,6mm	0,52mm
Caso 6	0,59mm	0,55mm	0,35mm	0,21mm	0,35mm	0,21mm

• Espessura de osso nos modelos

	Inicial				Final				Pós-contenção			
	1mm		6mm		1mm		6mm		1mm		6mm	
	1 ^o Q	2 ^o Q	1 ^o Q	2 ^o Q	1 ^o Q	2 ^o Q	1 ^o Q	2 ^o Q	1 ^o Q	2 ^o Q	1 ^o Q	2 ^o Q
Caso 1	8,16mm	8,01mm	7,98mm	9,47mm	6,93mm	7,25mm	8,85mm	7,64mm	7,29mm	6,68mm	7,50mm	6,69mm
Caso 2	10,73mm	10,40mm	12,71mm	11,49mm	8,51mm	8,68mm	11,18mm	10,52mm	9,14mm	7,59mm	11,44mm	9,95mm
Caso 3	11,02mm	8,38mm	13mm	12,72mm	9,41mm	7,30mm	11,02mm	10,30mm	9,41mm	7,30mm	11,02mm	10,30mm
Caso 4	11,02mm	8,38mm	13mm	12,72mm	10,16mm	10,22mm	11,38mm	11,22mm	10,41mm	8,98mm	11,51mm	11,17mm
Caso 5	11,02mm	8,38mm	13mm	12,72mm	9,71mm	8,55mm	11,96mm	10,23mm	9,71mm	8,55mm	11,96mm	10,23mm
Caso 4	8,24mm	8,88mm	9,36mm	10,02mm	8,40mm	6,75mm	9,88mm	8,57mm	8,40mm	6,75mm	9,88mm	8,57mm

Análise da dimensão do rebordo alveolar antes e após o tratamento ortodôntico na AILS: estudo piloto.

- **Distância de abertura de espaço nas RP**

	Inicial		Final		Pós-contenção	
	<i>1°Q</i>	<i>2°Q</i>	<i>1°Q</i>	<i>2°Q</i>	<i>1°Q</i>	<i>2°Q</i>
Caso 1	4,38mm	2,63mm	6,13mm	7,00mm	7,87mm	8,75mm
Caso 2	4,38mm	5,25m	7,00mm	7,00mm	8,75mm	7,87mm
Caso 3	2,63mm	3,5mm	6,13mm	7,00mm	7,00mm	7,75mm
Caso 4	2,63mm	3,5mm	6,13mm	6,56mm	6,13mm	7,00mm
Caso 5	2,63mm	3,5mm	7,83mm	8,09mm	7,83mm	8,09mm
Caso 4	2,76mm	1,7mm	10,59mm	10,67mm	10,67mm	10,67mm

- **Distância de abertura de espaço nos modelos de gesso**

	Inicial		Final		Pós-contenção	
	<i>1°Q</i>	<i>2°Q</i>	<i>1°Q</i>	<i>2°Q</i>	<i>1°Q</i>	<i>2°Q</i>
Caso 1	1,71mm	0,58mm	6,38mm	5,30mm	6,38mm	5,30mm
Caso 2	1,88mm	2,42mm	5,28mm	5,91mm	5,28mm	5,91mm
Caso 3	0,36mm	0,82mm	4,83mm	5,59mm	4,83mm	5,59mm
Caso 4	0,36mm	0,82mm	4,95mm	5,21mm	4,07mm	4,96mm
Caso 5	0,36mm	0,82mm	6,25mm	5,88mm	6,25mm	5,88mm
Caso 4	0,77mm	0,15mm	6,28mm	6,28mm	6,28mm	6,28mm

Anexo II - Projeto futuro

1. Objetivos

1º - Relacionar as várias posições do canino antes do TO, com as dimensões ósseas da crista alveolar no local da AILS, nos 3 planos do espaço, após a abertura do espaço, no final do TO e em vários períodos de contenção (de 2 em 2 anos, tendo em conta que o TO seria finalizado por volta dos 14 anos e a colocação dos implantes não se deve efetuar antes dos 18 anos).

2º - Analisar as dimensões ósseas nos casos de abertura ampla (mais de 6mm), com e sem mesialização do canino.

3º - Averiguar o comportamento do osso e da gengiva peri-implantar nos vários grupos formados.

4º - Determinar a ordem na qual se seleciona os cinco fatores que afetam a estética do sorriso (forma, tamanho, posição, cor do dente e cor da gengiva) no padrão de avaliação feita por Ortodontistas, Prostodontistas, Implantologistas, Médicos Dentistas e Leigos nos diferentes tratamentos efetuados (incluindo casos de abertura e fecho de espaço), ao longo do tempo.

2. Hipóteses

H1: Quanto mais mesializado o canino antes do TO, mais quantidade de osso no final do TO, com manutenção das dimensões ósseas nos 3 planos do espaço ao longo da fase de contenção.

H2: Nos casos em que o canino se encontra distalizado (mais de 6mm), a mesialização e consequente distalização ortodôntica, promove ganho de osso nos 3 planos de espaço, com estabilização das dimensões, quando comparado com os casos em que o canino permanece distalizado (sem movimentação mesial).

H3: Quanto mais mesializado o canino estiver antes do TO, mais sucesso funcional e estético após a colocação de implantes.

3. Materiais e métodos

3.1. Amostra

1ª parte do estudo (avaliação da dimensão óssea).

Grupos de estudo: indivíduos com AILS com diferentes posicionamento do canino no sentido mesio-distal, com modelos de estudo em diferentes fases: T0 (antes do tratamento ortodôntico-TO), T1 (final do TO), T2 (1 ano em fase de contenção), T3 (2 anos pós-TO), T4 (mais de 2 anos pós-TO) incluindo um grupo específico em que os caninos se encontram numa posição bastante distalizada (mais de 6mm),e que sofreriam mesialização ortodôntica e posterior distalização.

Grupo controle: Casos de caninos completamente distalizados, sem movimentação ortodôntica no espaço edêntulo.

3.2. Critérios de inclusão e exclusão

Critérios de inclusão:

- 1- AILS bilateral ou unilateral, com todos os dados de diagnóstico nas fasesT0,T1,T2,T3 e T4. Moldes de estudo; fotos intra e extra-orais e orto e tele (apenas nas fases de não efetuar o TCCB).
- 2- Caninos com diferente posicionamento no sentido mesio-distal.
- 3- Canino ortodonticamente distalizado para criar espaço correspondente ao incisivo lateral ausente.
- 4- TCCB antes (T0) e final (T1) do tratamento ortodôntico, e 2 anos após o final do TO; antes da reabilitação com implantes (T4).

Critérios de exclusão:

- 1 - Pacientes com fenda palatina ou outra deformidade dentofacial.

3.3. Avaliação clínica e recolha dos dados

Nos modelos de gesso e nas TCCB serão efectuadas as medidas nos 3 planos do espaço (altura, largura, espessura), no local da AILS.

As medições nos modelos de gesso serão efectuadas através de um paquímetro digital baseadas no método descrito por Hom e Turley (1984), e as da TCCB através de um software informático 3D.

As medições em modelos de gesso e TCCB serão recolhidas em quatro períodos de tempo distintos, antes (T0), final (T1), período de contenção pelo menos 2 anos pós reabilitação definitiva (T4). Em todas as fases seriam também efetuados registos fotográficos.

Para trabalhar os modelos de gesso, serão usados os modelos originais para posteriormente se fazer a duplicação dos modelos com gesso extra duro para se proceder à torquelização da área das agenesias através de um silicone de duplicação. Para a análise dos modelos de gesso, proceder-se-á ao corte dos mesmos perpendicularmente ao plano oclusal no local da agenesia no ponto médio entre o incisivo e o canino.

A altura do osso será marcada através dos valores de altura obtidos na TCCB. E a largura obtida pela mesma linha desde o incisivo ao canino.

A partir desse ponto irá ser marcado por vestibular e por palatino o ponto A₀ a 1mm do osso, e o ponto B₀ a 6mm obtendo-se assim os valores para a espessura.

Na TCCB vai-se avaliar a altura do osso através de uma linha marcada desde a junção amelo cementária do incisivo central até canino, dividindo-se a medida em metade e traçando-se uma linha perpendicular até ao osso, obtendo assim a altura do osso. Esta mesma linha servirá para o valor da largura.

Nesse mesmo ponto observa-se o corte para-axial e mede-se a partir da crista óssea a 1mm e a 6mm, a espessura.

Para realizar a TCCB serão efetuadas goteiras impregnadas com um material de contraste para confecção de uma guia radiológica que permitirá por um lado afastar os tecidos moles e assegurará a separação entre as peças dentárias superiores e inferiores.

Ir  avaliar-se clinicamente e com fotos intra-orais os parâmetros est ticos após a reabilita o com implantes, através de um questionário para a avalia o da percep o estética por profissionais e por leigos pelo menos 1 ano após a reabilita o.

3.4. Tipo de estudo

Longitudinal experimental observacional analítico.

Anexo III - Artigo da tese

**STUDY OF ALVEOLAR RIDGE DIMENSION BEFORE AND AFTER
ORTHODONTIC TREATMENT IN MAXILLARY LATERAL INCISOR
AGENESIS: PILOT STUDY**

Pascoal SELMA, Teresa PINHO *

Original article

Summary

The objective of this study was to compare the dimensional changes in the alveolar ridge before, at the end, and one year after orthodontic-treatment in cases of Maxillary-Lateral-Incisor-Agenesis and the possibility of using plaster models and panoramic radiographs as substitutes for cone-beam-computed-tomography.

Material and Methods: A total of 228 measurements were performed on plaster models and panoramic radiographs: before (T1), at the end (T2), and 1 year after orthodontic-treatment (T3). In stage T2, the cone-beam-computed-tomography was also analysed.

Non-parametric tests were used.

Results: In all 3 stages there was no statistically significant difference regarding the thickness of the models, the height of the bone in the panoramic radiographs, the space opening and the height of the bone in the panoramic radiographs; or the space opening in the models and the thickness in the same plaster models. A statistically significant difference was though observed for the width in the panoramic radiograph during all the 3 stages.

The Cone-Beam-computed-tomography did not present a statistically significant correlation regarding the height and width of the bone when comparing with the panoramic radiographs, nor the thickness when compared with plaster models.

Conclusion: There is no significant variation in thickness, height and width of the bone over time. It has been demonstrated that the plaster models and the panoramic radiograph do not appear to be good substitutes of the cone-beam-computed-tomography for these specific measurements.

Key words

- Space opening
- Congenitally missing maxillary lateral incisor
- Alveolar ridge
- Cone beam computed tomography (CBCT)

1. Introduction

Tooth agenesis or hypodontia is one of the most common dental anomalies. This clinical condition is considered when during a radiographic examination the patient has a missing tooth, and after a detailed clinical history it is confirmed that this is not the result of an extraction. The congenital absence of a tooth can be associated with a genetic syndrome, when related to various absences, or it can occur as an isolated phenomenon [1,2].

The absence of just the lateral incisor is often accompanied by the malformation of the lateral incisor of the counter lateral side, and microdontia is the most frequent dental anomaly [2-4]. This phenomenon suggests the influence of genetic factors in these dental anomalies [5,6].

Pinho et al. (2005) studied the frequency of agenesis of maxillary lateral incisor agenesis (MLIA) in the Portuguese population and concluded that 1.3% of the individuals involved in the study presented this anomaly, female gender being the most affected [4].

On an aesthetic and functional level the impacts caused by teeth agenesis are vast, not only for the individuals affected by this anomaly but also for the health professionals who experience a great challenge in planning their treatment [7,8].

There are three solutions for the orthodontic treatment of congenitally missing maxillary lateral incisors: i) closure of the space with mesialization of the canine, ii) placement of dental implants; and iii) fixed dental prostheses [9,10]. The substitution of absent elements by placing dental implants is a viable option, especially when the adjacent teeth are healthy and not restored. An alveolar ridge with the adequate dimensions is a prerequisite for an ideal rehabilitation by resorting to dental implants on an anterior aesthetic area. When the height and the width of the edentulous ridge is inadequate, bone grafts are required.

The literature suggests that orthodontic movement of adjacent teeth through the edentulous alveolar ridge can develop adequate dimensions of alveolar bone, without resorting to regenerative procedures [11-13]. As the tooth moves along the ridge, the bone is deposited correcting dimensional deficiencies. According to some authors, if a permanent lateral incisor is congenitally absent, it is advised that the permanent canine erupt mesially in the space of the lateral incisor [11]. The canine can then be orthodontically moved to the distal area in order to develop a space with adequate dimensions able to receive an implant without the need of a graft [14,15].

The published results on alveolar ridge measurement in plaster models in clinical cases with space opening before and after orthodontic treatment differ immensely. The difficulty in registering a stable reference point in plaster models with a complex evolution situation known as bone remodelling is unanimous [16]. The cone beam computed tomography (CBCT) has been used to produce a 3D digital image of dental anatomy and craniofacial morphology, allowing access to dimensional alterations of the alveolar bone and producing more reliable results [16].

Concerning the MLIA it would be precious to understand how the relevant space evolves, when orthodontic treatment (OT) for space opening is carried out that in most cases ends during a child's development and there is the need to wait for a few years in order to be able to rehabilitate, particularly with implants.

This study analysis the alveolar ridge at the edentulous space in cases of MLIA, with the objectives of: i) to compare the dimensional alterations of the alveolar ridge before, at the end, and a year after OT in cases of MLIA with orthodontic space opening; and ii) to evaluate the possibility of using plaster models and panoramic radiographs (PR) as substitutes for CBCT in cases where measurements were made on the edentulous alveolar ridge in the MLIA area.

2. Material and methods

A pilot study composed of a group of 6 patients aged 13 and 14 years, who presented bilateral MLIA with mesialization of the canines with less than 3 mm from the central incisor in all cases before OT. A total of 228 measurements were performed in plaster models (n=18) and PR (n=18) collected at three different stages: before (T1), at the end (T2), and 1 year after OT (T3); in stage T2, the CBCT was also analysed (n=6).

Measurements were conducted on 18 plaster models and 6 CBCT on 3 spatial dimensions (height, width, thickness) in the MLIA area. Due to planning, only the height and width from the PR were used.

The measurements from the PR and the plaster models were made using a digital pachymeter (Digitaler Messschieber, Powerfix®).

A line from the central incisor and the canine was traced through the PR using cemento-enamel junction as a reference, and tracing a perpendicular line at half distance from the bone in order to obtain the height of the bone. This same line was also used from the central incisor to the canine for the width (fig. 1).

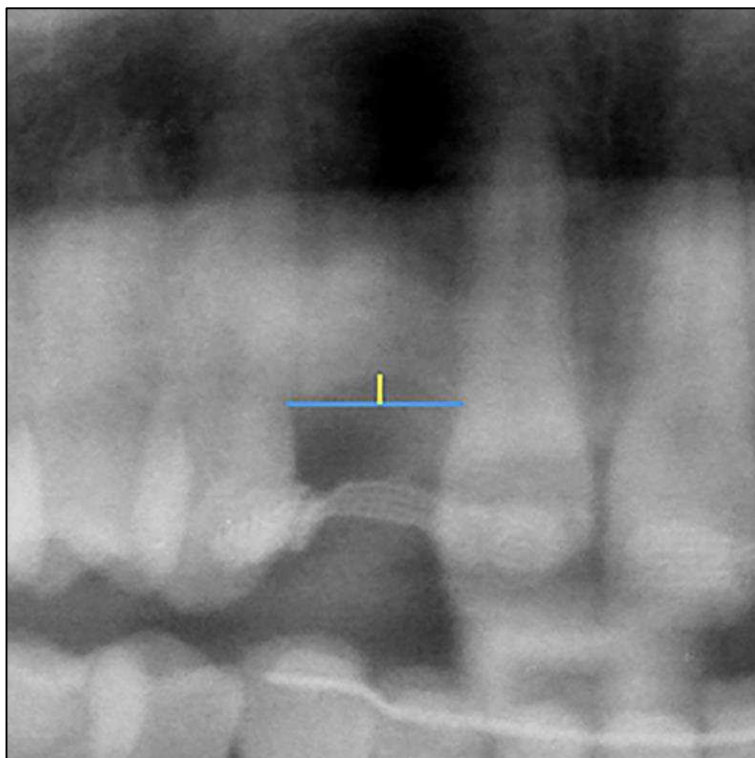


Figure 1 – Bone height and width measurements from the PR

The distortion index of the PR was confirmed and calibrated by using the reference values from the manufacturer. All values obtained by direct measurement of the orthopantomographic radiography image were multiplied by the magnification index (1.3) that was obtained in order to achieve the real scale through a simple rule of three using as a real measurement the vertical segment of the letter “R” of the film chamber's chassi.

In order to work with the plaster models, the original models were used and a duplicate was made in irreversible silicone of 1:1 addition for duplication (UGIFORM 25 – UGIN dentaire®), subsequently duplicates of the plaster models were made with extra hard plaster in order to obtain a working model with removable dies of the area of agenesis. A cut was done perpendicularly to the occlusal plane at the agenesis area, in the middle point of the incisor and the canine. A mark was made at the height of the bone using the height values obtained in the PR and the width was obtained by the same line from the incisor to the canine. From that point, a mark was made in the vestibular and palatal regions at the A0 point, 1 mm from the bone, and the B0 point, 6 mm, thus obtaining the values for the thickness (fig. 2:a,b,c).

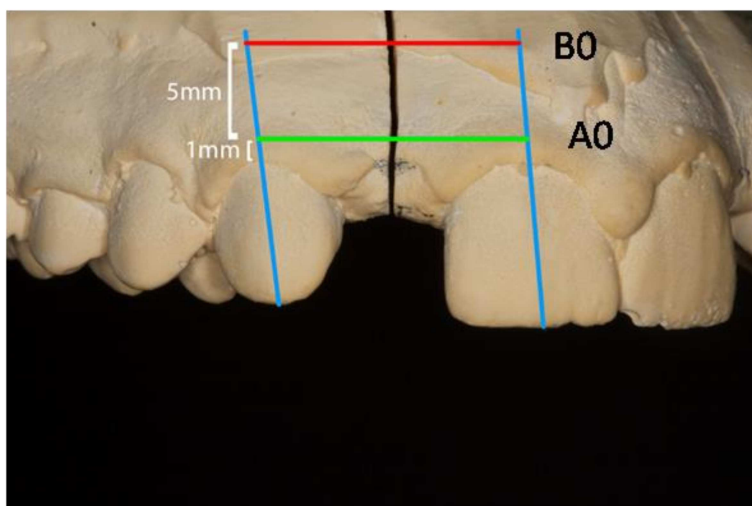


Figure 2 – a: Point A and B, alveolar bone level at 1 mm and 6 mm from the alveolar ridge

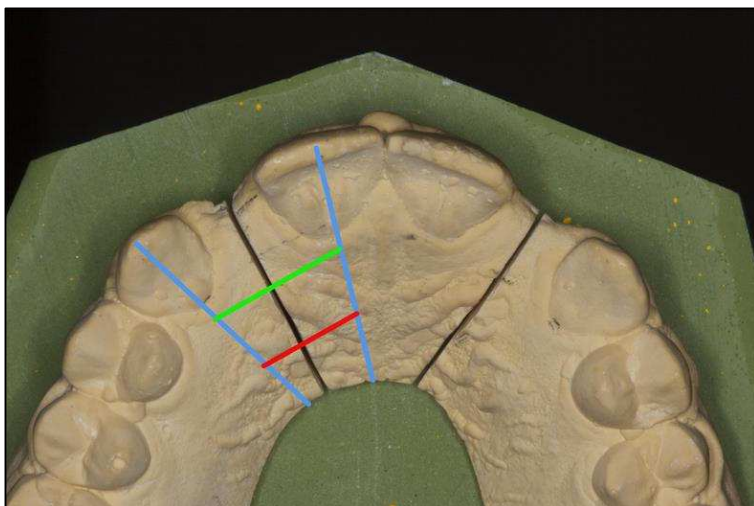


Figure 2 – b: Point A and B on the palatal side

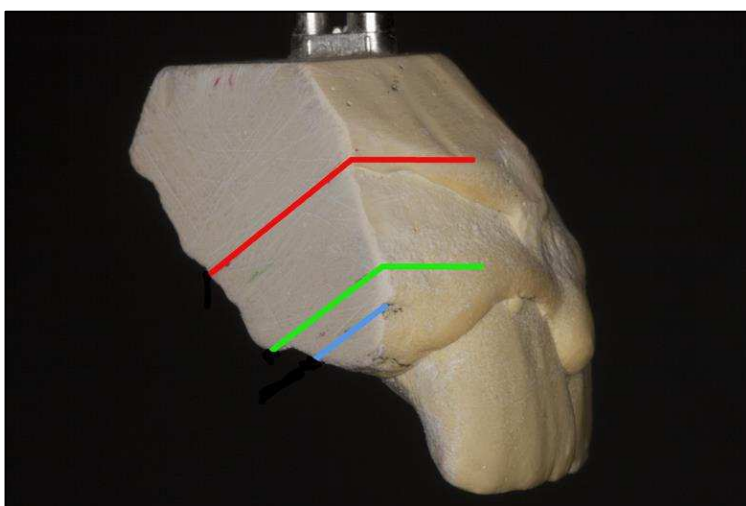


Figure 2 – c: Lines that join point A and B from the vestibular to the palatal region in order to assess bone thickness.

The CBCT were all performed on the same device (*i-CAT*[®] Cone Beam 3D Dental Imaging System) and the measurements made on iCATVision[™] software (V.1.8.1.10; Copyright ©2004-2008 Imaging Sciences International[®]).

With the CBCT we evaluated the height of the bone through the marked line from the cementoenamel junction of the central incisor to the canine, dividing the measurement in half and tracing the perpendicular line to the bone, thus obtaining the height of the bone. This same line was used for the width value (fig. 3).

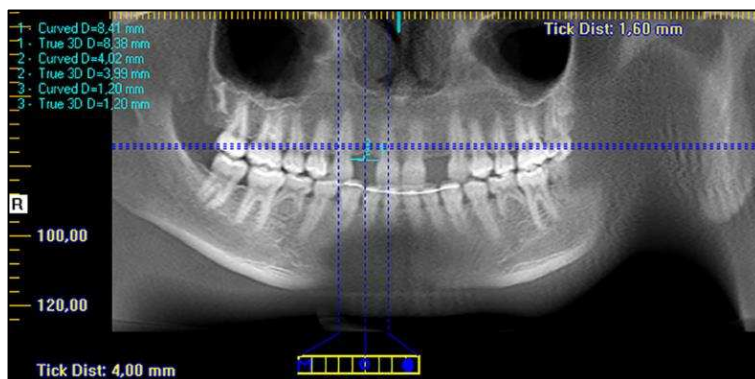


Figure 3 – Bone height and width measurements in CBCT

At that same point, the image from the paraxial cut was observed and the bone thickness was measured at 1 mm and 6 mm from the bone ridge (Figure 4).

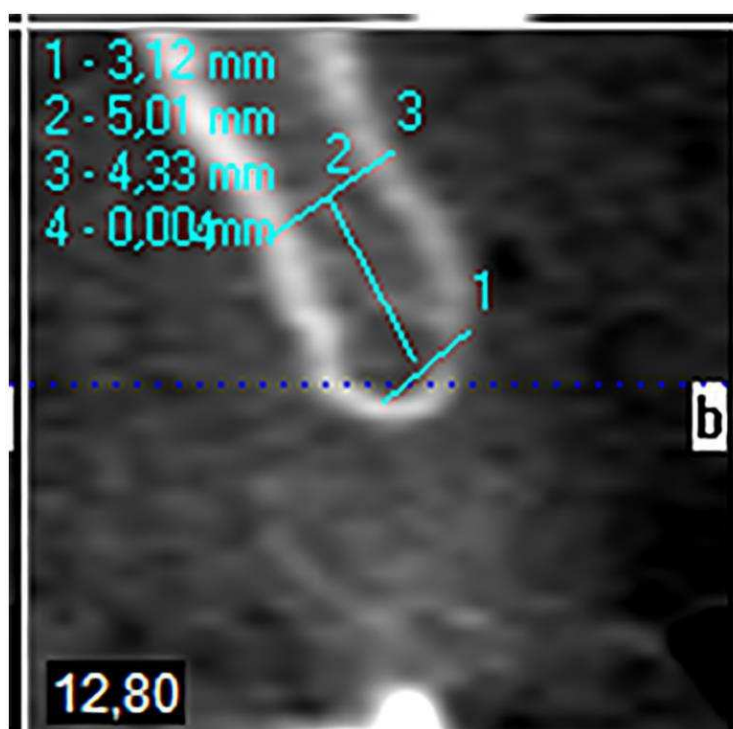


Figure 4 – Measurement of bone thickness from the vestibular to the palatal region at 1 mm and 6 mm from the bone ridge in the CBCT

This is a longitudinal pilot study in which the SPSS programme (*Statistical Package for the Social Science*, version 20.0) was used in order to statistically process the obtained data. The level of significance for rejection of the null hypothesis in all the statistical tests was fixed at $\alpha=0.05$ (confidence interval of 95%).

To characterise the sample in regards to the characteristics of continuous variables, measurements of central tendency (mean and median) and of dispersion (standard deviation and percentile 25 and 75) were used.

Taking into account the number of cases of the sample, the Skapiro-Wilk test was used to verify the normality of the distribution of the continuous variables. Since a non-Gaussian distribution was found, non-parametric tests were used for inferential statistics. The correlation test of Spearman was used to verify the correlation coefficients between the different variables in periods of similar measurements. The Friedman test was used to statistically analyse the differences between the different measurement times (T1, T2 and T3) for the same variable.

3. Results

There are no statistically significant correlations between the space opening when compared to the thickness of the same plaster models, or between the space opening and the height of the bone in the PR ($p > 0.05$ for all cases, the correlation test of Spearman).

In general, there is a reduction of thickness in the models (at 1mm and at 6mm) on the right and left sides of T1 and T2, which remains stable over time, however, there was no statistically significant difference when the 3 stages were considered ($p > 0.05$; the Friedman test) (tab. I).

	Thickness of models															
	1° Quadrant								2° Quadrant							
	1 mm				6 mm				1 mm				6 mm			
	T1	T2	T3	p	T1	T2	T3	p	T1	T2	T3	p	T1	T2	T3	p
Mean	10,03	8,85	7,33		11,51	10,71	10,55		8,74	8,13	7,64		11,52	9,75	9,49	
Standard deviation	1,42	1,16	3,69		2,24	1,14	1,65		0,86	1,28	0,94		1,47	1,35	1,61	
Median	10,88	8,96	8,77	>0,05	12,86	11,1	11,23	>0,05	8,38	7,93	7,45	>0,05	12,11	10,27	10,09	>0,05
25%	8,24	8,4	7,29		9,36	9,88	9,88		8,38	7,25	6,75		10,02	8,57	8,57	
75%	11,02	9,71	9,41		13	11,38	11,51		8,88	8,68	8,55		12,72	10,52	10,3	

Table 1 - Thickness of plaster models (1 mm and 6 mm) in the 1st and 2nd quadrant during the 3 stages studied.

Evaluating the height of the bone during treatment in the PR it is observed that it remains stable as no significant differences were found for the values obtained on the left and on the right side (tab. II). However, a statistically significant difference was observed for the width of the PR during the 3 stages on the right and on the left side (tab. III) (respectively, $p = 0.022$ and $p = 0.018$; the Friedman test), and can be considered inherent to the purpose of treatment, once the space opening will increase the width value in the PR over time and so the values are statistically significant.

Análise da dimensão do rebordo alveolar antes e após o tratamento ortodôntico na AILS: estudo piloto.

Height in PR								
	1° Quadrant				2° Quadrant			
	T1	T2	T3	p	T1	T2	T3	p
Mean	0,98	0,71	0,84	>0,05	0,6	0,68	0,86	>0,05
Standard deviation	0,46	0,41	0,57		0,3	0,4	0,45	
Median	1,07	0,6	0,59		0,76	0,64	1,1	
25%	0,59	0,44	0,44		0,55	0,44	0,52	
75%	1,38	0,76	1,32		0,76	1,07	1,34	

Table 2 - Bone height in PR in the 1st and 2nd quadrant during the 3 stages studied.

Width in PR								
	1° Quadrant				2° Quadrant			
	T1	T2	T3	p	T1	T2	T3	p
Mean	0,91	5,66	5,52	0,003	0,94	5,7	5,65	0,003
Standard deviation	0,71	0,72	0,95		0,77	0,41	0,47	
Median	0,57	5,77	5,77		0,82	5,74	5,74	
25%	0,36	4,95	4,83		0,58	5,3	5,3	
75%	1,71	6,28	6,28		0,82	5,91	5,91	

Table 3 - Width of space between canine and central incisor in the PR in the 1st and 2nd quadrant during the 3 stages studied.

There was no statistically significant correlation between the height of the bone of the PR and the CBCT for both quadrants, or between the thickness of the models (1mm and 6mm) and the CBCT, nor between the width of the PR and the CBCT ($p > 0.05$ for the 1st and 2nd quadrant, the correlation test of Spearman).

4. Discussion

MLIA is a developmental anomaly that has aesthetic and functional repercussions, being a concern not only for the individuals with this anomaly but also for the health professionals who experience a great challenge in planning their treatment [17].

There are three solutions for the orthodontic treatment of MLIA, namely closure of the space with mesialization of the canine, placement of dental implants, and fixed dental prostheses [9,10]. In the present study, space opening was the chosen orthodontic treatment; however, the option of space closure has been typically used by orthodontists, amongst others namely due to the fact that he or she works in an isolated manner at the respective clinic.

In a recent article, Pinho et al. (2014) compared digital images of MLIA cases before and after treatment, with the objective to evaluate the aesthetic perception of the smile by orthodontists, general dentists and the laypeople. The authors concluded that various factors influence the aesthetic perception [7]. However bilateral space opening, which created a symmetrical smile, replacing the absent incisor for prosthetic solutions, scored the highest evaluation for all three groups, as the cases used in the present study sample [7]. It is important to mention, that the laypeople were the most demanding type of evaluator; for this population, as long as symmetrical situations are created both space closure and opening are considered aesthetically acceptable [7,8].

In effect, we have to take into account that replacing absent elements by means of dental implant placement is a viable option, especially when the adjacent teeth are healthy and unrestored dentition [9,11].

An alveolar ridge with the adequate dimensions is a prerequisite for an ideal rehabilitation resorting to intrabony dental implants on an anterior aesthetic area. It cannot be forgotten that the vestibular bone area in the incisor area is generally thin and that progressive reabsorption can occur even if there is sufficient bone support when placing the implant [18,19]. Besides, one of the major surgical errors is disrespect of the 1.5mm thickness in the vestibular area around the implant [10]. Indeed, when the prosthesis is connected to it, the formation of biological space is essential. This often leads to bone reabsorption of thin bone plates, which will produce a translucency of the metal components of the implant, or worse, gingival recession and increase the length of the clinical crown [10].

Therefore, the level of the peri-implant bone tissue, which influences the height of the crown, is crucial for a natural appearance of the single crown [20]. These facts demonstrate the importance of the present study with the aim of evaluating the alveolar ridge in MLIA over a time when a space is opened with the distalization of the canine.

In all cases of the present research, the canine was mesialized at least 3mm from the central incisor, and thus the distal movement of the canine to open the inter-radicular and coronal space for prosthetic rehabilitation, namely with implants, was necessary. It is known that orthodontic movement of adjacent teeth through the edentulous alveolar ridge can develop adequate dimensions of alveolar bone, without resorting to regenerative procedures [11-13]. As the tooth moves along the ridge, the bone is deposited thus correcting dimensional deficiencies.

As previously referred, according to some authors, if a permanent lateral incisor is congenitally absent it is advised that the permanent canine erupts mesially in the space of the lateral incisor, so that the canine can be orthodontically moved to the distal area in order to develop a place with adequate dimensions, and be able to receive an implant [11,14].

Kokich (2004) was one of the first researchers to explore the dimensional changes of the bone ridge after distalization of the canine in patients with MLIA, and to assess the long-term stability in the newly formed bone. He reported the size of vestibular-lingual bone loss lower than 1% in a study population of 20 patients observed during 5 years after the end of OT [11].

Also, Novácková et al. (2011) evaluated the amount of bone formed with the distalization of the canine and its stability over the time. They observed 80 patients with MLIA before and at the end of OT, 2 and 5 years after retention. The measurements were performed through plaster models and apical radiographs. These authors concluded that bone created in the edentulous space with the distalization of the canine was relatively stable in height and in thickness, and that the amount of bone loss after 2 and 5 years of OT was very small (vertical and V-P), which was agreement with the findings of the present study despite the fact that the evaluation was performed 1 year after the end of OT [21].

Beyer et al. (2007) conducted a study with 14 patients who presented 26 agenesis of lateral incisors. The authors measured the entire bone ridge surface required for the placement of an implant and demonstrated an increase in the deficiency of the bone ridge volume of 0.4% in T1 (before OT), 2.7% in T2 (end of OT), and 5.2% at the moment of

the implant. They concluded that time plays an important role in orthodontic therapy and that the implants should be placed immediately after the treatment due to bone loss [22]. Uribe et al. also evaluated the alterations in ridge dimension after distalization of the canine comparing the height and thickness of the edentulous bone ridge before and after orthodontic space opening between the central incisor and the canine. They observed 45 edentulous areas in 31 patients with plaster models and 2 different measurement techniques. The bone loss was 4% to 8% (0.3mm on average) and 13% to 15% (1.4 mm on average), and the loss of height was of 6% to 12% during treatment (analysed before and immediately after the treatment) [23].

The results of Beyer et al. (2007) [22] and Uribe et al. (2013) [23] are not consistent with the findings of some of the aforementioned studies [9,21] or the present one which indicated that bone created by distalization of the canine is stable, until at least 1 year after the end of OT.

However, it is necessary to point out that although the reduction in ridge dimension is greater than those reported by Kokich [11] or Novácková et al. [21], Uribe et al. [23] found that the amount of formed bone mass was sufficient to proceed with placing an implant without using bone augmentation techniques.

In the present research, there was no statistically significant difference in bone height in the PR and the thickness of the models (1mm and 6mm) on the right and left sides during the 3 analysed stages (before, at the end, and 1 year after OT). However, it is important to mention that the respective cases were evaluated only 1 year after the end of OT, contrary to the mentioned studies [11,21] which findings were in the agreement regarding the stabilisation of bone dimensions over time, but used 2 to 5 years retention periods.

It is, nevertheless, important to understand the position of the canine before OT in cases of MLIA, as previously referred, if the permanent canine erupts mesially when orthodontically moved to the distal area, it develops an area with adequate bone dimensions, [11,14,15] and presumably, this is the factor responsible for the stability of bone dimensions in the agenesis area.

In orthodontic studies, the PR and the plaster models for pre- and post-treatment are typically the means used for diagnosis and for decades they represent a fundamental role in treatment planning [24,25]. However, considerable distortion exists in the PR and has been reported, more specifically, in the canine and pre-molar regions. For this reason, at

present study the use of CBCT has increased the possibility of determining measurements in a more reliable manner in 3D in the dental arches.

In order to minimise the inherent error from distortion of the PR, cases with Cone Beam were used in this study, although only at the end of the orthodontic treatment as the CBCT is at real scale. This fact also had the intent of evaluating if the plaster models and the PR could be good substitutes for the CBCT in the other stages evaluated.

The measurements performed among the PR and the CBCT (height of the bone ridge and space opening) at the end of OT in the cases of this study did not have a significant correlation, which leads us to believe that the distortion of the PR affects the measurement. However, the fact that measurements were conducted in the PR in all of the 3 studied stages allowed us to assume the same degree of distortion, thus comparing the measurements with the same degree of distortion. It is important to underline that the bone dimensions in the PR did not underwent significant alterations to the height dimension, in the 3 stages studied, contrary to the width, on the right and on the left sides. The alteration in width dimension is inherent, and therefore it will increase over time; this is one of the main objectives of OT with space opening, thus justifying the reason for the width values without being statistically significant.

Contrary to the present study, Janson et al., (2002) [26] reported a moderate agreement between the measurements performed in images of CBCT and PR, whereas in the CBCT images the agreement is higher. This would be expected since the CBCT offers more precise and realistic images of volume when compared with the 2D images of the PR.

When comparing plaster and digital models to the CBCT, the differences are greater than when comparing plaster models with digital models. This result would be expected as the CBCT is a direct imagiological technique, effectively eliminating errors which could occur from the impression with alginate and dental casts [27,28].

However, it is important to mention that in order to work on the plaster models, the original models were used and filled with extra hard type IV plaster, immediately after the impression. For duplication, an irreversible silicone of 1:1 addition was used (UGIFORM 25 – UGIN dentaire®), which allows a high degree of reliability for obtaining a working model with removable dies of the area of agenesis. This methodology was also applied in most of the studies which measured plaster models [16,29].

There can be inherent errors during handling of materials when creating plaster models [14,13], but in the present study there was no statistically significant correlation among

the measurements in the plaster models (without subtracting the adhered gingiva) and the CBCT (with analysis of only the bone component), when the height, thickness and width dimensions of the bone ridge were analysed.

The alveolar ridge is composed of a soft and hard tissue. Thus, in the plaster models the exact quantity of bone cannot be determined; equally it is not possible to subtract the gingiva, as already mentioned. One of the approaches to overcome this fact would be to measure the adhered gingiva directly at the area, whether through the vestibular or palatal region [30]. However, the best solution would be to perform a CBCT at all stages of the study and thus be able to subtract the adhered gingiva through the vestibular or palatal region in the plaster models. Nevertheless, we cannot forget that an ethical dilemma can emerge with the routine use of CBCT technology on patients with MLIA, mainly before OT. In the present study, the fact that we perform the CBCT at the end of OT (T2) will allow us to understand whether the bone dimensions effectively suffer significant alterations, as typically OT in these cases ends during the growth phase and implants are placed in the post-growth phase [31].

Furthermore, in present study the CBCT was conducted at the end of OT, so the subtraction of the models can be done, thus obtaining the approximate value of adhered gingiva in the different analysed stages. The literature suggests [32,33] there is no significant alteration of the adhered gingiva for the same individual in the same area over time. On the basis of this principle, we can have an approximate notion of the gingiva measurement using the plaster model, and in that manner evaluate the alveolar ridge dimensions in terms of thickness over time using the plaster models.

According to Mackey et al., and Canhota, the importance of conducting a pilot study lays in the possibility of testing, evaluating, reviewing and improving instruments and research procedures. A pilot study is managed with the purpose of discovering weaknesses and potential problems, so that they are resolved before implementing the research itself [34,35].

The present study was considered as a pilot one, once the authors are aware of all the inherent limitations, namely the small sample size not due to the limited occurrence of these anomalies and respective orthodontic treatment in the Portuguese population (1.3%) [4], but essentially due to limiting sample of patients who had at least one of the phases analysed by the CBCT. The main intention is to effectively try to adjust the technique for a future study, using the CBCT at least at the end of orthodontic treatment and before

placement of the implants. Additionally, it would be interesting to use various study groups with the canine in different positions.

5. Conclusion

Despite being a pilot study, no significant variation was found for the thickness measured in the models and the height measured in the PR during the time of the study. As well as there were also no significant variations in height and thickness of the bone with the space opening during the time of the study. However, there was increased width when taking into account the inherent space opening.

The plaster model and the PR were not good replacements of the CBCT for these specific measurements.

Conflict of interest: none.

6. References

- 1 - Cobourne MT. Familial human hypodontia--is it all in the genes? Br Dent J. 2007 Aug 25;203(4):203-8.
- 2 - Pinho T, Maciel P, Pollmann C. Developmental disturbances associated with agenesis of the permanent maxillary lateral incisor. Br Dent J. 2009 Dec 19;207(12):E25.
- 3 - Robertsson S, Mohlin B. The congenitally missing upper lateral incisor. A retrospective study of orthodontic space closure versus restorative treatment. Eur J Orthod 2000; 22:697-710.
- 4 - Pinho T, Tavares P, Maciel P, Pollmann C. Developmental absence of maxillary lateral incisors in the Portuguese population. Eur J Orthod 2005; 27(5):443-9.
- 5 - Pinho T, Maciel P, Lemos C, Sousa A. Familial aggregation of maxillary lateral incisor agenesis. J Dent Res 2010; 89(6):621-5.
- 6 - Pinho T, Silva-Fernandes A, Bousbaa H, Maciel P. Mutational analysis of MSX1 and PAX9 genes in Portuguese families with maxillary lateral incisor agenesis. Eur J Orthod 2010; 32(5):582-8.
- 7 - Pinho T, Bellot-Arcis C, Montiel-Company JM, Neves M. Esthetic Assessment of the Effect of Gingival exposure in the smile of patients with unilateral and bilateral maxillary incisor agenesis. J Prosthodont 2014; 24(5):366-72.
- 8 - Mota A, Pinho T. Aesthetic perception of maxillary lateral incisors agenesis treatment with mesialization of the canine using a digital model. Int Orthod. 2016 Mar;14(1):95-107.

9 - Kokich VO Jr, Kinzer GA, Janakievski J. Congenitally missing maxillary lateral incisors: restorative replacement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011 Apr;139(4):435, 437, 439 passim.

10 - Zachrisson BU, Rosa M, Toreskog S. Congenitally missing maxillary lateral incisors: canine substitution. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011 Apr;139(4):434, 436, 438 passim.

11 - Kokich VG. Maxillary lateral incisor implants: planning with the aid of orthodontics. *J Oral Maxillofac Surg* 2004; 62:48-56.

12 - Zachrisson BU. Orthodontic tooth movement to regenerate new alveolar tissue of bone for improved single implant aesthetics. *Eur J Orthod* 2003; 25:442.

13 - Gündüz E, Rodríguez-Torres C, Gahleitner A, Heissenberger G, Bantleon HP. Bone regeneration by bodily tooth movement: Dental computed tomography examination of a patient. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2004; 125(1):100-6.

14 - Kokich VG. Single-tooth implants in young orthodontic patients. *Inform Orthod Kieferorthop* 1994; 1:45-62.

15 - Spear FM, Mathews DM, Kokich VG. Interdisciplinary management of single-tooth implants. *Semin Orthod* 1997; 3:45-72.

16 - Kim J, Heo G, Lagravère MO. Accuracy of laser-scanned models compared to plaster models and cone-beam computed tomography. *Angle Orthod* 2014; 84(3):443-50.

17 - Kavadia S, Papadiochou S, Papadiochos I, Zafiriadis L. Agenesis of maxillary lateral incisors: a global overview of the clinical problem. *Orthodontics* 2011; 12:296-317.

18 - Thilander B, Odman J, Lekholm U. Orthodontic aspects of the use of oral implants in adolescents: a 10-year follow-up study. *Eur J Orthod* 2001; 23(6):715-31.

19 - Jemt T, Lekholm U. Single implants and buccal bone grafts in the anterior maxilla: measurements of buccal crestal contours in a 6-year prospective clinical study. *Clin Imp Dent Relat Res* 2005; 7(3):127-35.

20 - Richardson G, Russell A. Congenitally missing maxillary lateral incisors and orthodontic treatment considerations for the single-tooth implant. *J Can Dent Assoc* 2001; 67(1):25-28.

21 - Novácková S, Marek I, Kamínek M. Orthodontic tooth movement: Bone formation and its stability over time. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2011; 139(1):37-43.

22 - Beyer A, Tausche E, Boening K, Harzer W. Orthodontic space opening in patients with congenitally missing lateral incisors. *Angle Orthod* 2007; 77(3):404-9.

23 - Uribe F, Padala S, Allareddy V, Nanda R. Cone-beam computed tomography evaluation of alveolar ridge width and height changes after orthodontic space opening in patients with congenitally missing maxillary lateral incisors. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2013; 144(6):848-59.

24 - Redlich M, Weinstock T, Abed Y, Schneor R, Holdstein Y, Fischer A. A new system for scanning measuring and analyzing dental acsts based on a 3D holographic sensor. *Orthod Craniofac Res* 2008; 11:90-5.

25 - Wiranto MG, Engelbrecht WP, TuteinNolthenius HE, van der Meer WJ, Ren Y. Validity, reliability, and reproducibility of linear measurements on digital models obtained from intraoral and cone-beam computed tomography scans of alginate impressions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2013; 143:140-7.

26 - Janson G, Bombonatti R, Brandão AG, Henriques JF, de Freitas MR. Comparative radiographic evaluation of the alveolar bone crest after orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003; 124(2):157-64.

- 27 - Watanabe-Kanno GA, Abrão J, Miasiro Junior H, Sánchez-Ayala A, Lagravère MO. Reproducibility, reability and validity of measurements obtained from Cecile3 digital models. *Brazilian Oral Res* 2009; 23:288-95.
- 28 - El-Zanaty HM, El-Beialy AR, Abou El-Ezz AM, Attia KH, El-Bialy AR, Mostafa YA. Three-dimensional dental measurements: an alternative to plaster models. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010; 137:259-65.
- 29 - Santoro M, Galkin S, Teredesai M, Nicolay OF, Cangialosi TJ. Comparison of measurements made on digital and plaster models. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003; 124(1):101-5.
- 30 - Uribe F, Chau V, Padala S, Neace P, Cutrera A, Nanda R. Alveolar ridge width and height changes after orthodontic space opening in patients congenitally missing maxillary lateral incisors. *Eur J Orthod* 2013; 35(1):87-92.
- 31 - Olsen TM, Kokich VG. Postorthodontic root approximation after opening space for maxillary lateral incisor implants. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010; 137(2):158.e1-158.e8.
- 32 - Eger T, Müller HP, Heinecke A. Ultrasonic determination of gingival thickness. Subject variation and influence of tooth type and clinical features. *J Clin Periodontol* 1996; 23:839-845.
- 33 - Busschop, J. L. et al. The width of the attached gingiva during orthodontic treatment: A clinical study in human patients. *Am J Orthodont* 1985; 87(3):224-229.
- 34 - Mackey A, Gass S. *Second Language Research*. London: Lawrence Erlbaum; 2005.
- 35 - Canhota C. Qual a importância do estudo piloto? In: Silva E E. (Org.). *Investigação Passo a Passo: perguntas e respostas essenciais para a investigação clínica*. Lisboa: APMCG; 2008.