



UNIVERSIDADE CATÓLICA PORTUGUESA | INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

***ESTUDO DA ALTERAÇÃO DA MORFOLOGIA CANALAR PELAS
TÉCNICAS ROTATÓRIAS HYFLEX® E PROTAPER®***

Dissertação apresentada à Universidade Católica Portuguesa para
obtenção do grau de mestre em Medicina Dentária

Por:

Rafael Brito da Costa

Viseu 2013



UNIVERSIDADE CATÓLICA PORTUGUESA | INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

***ESTUDO DA ALTERAÇÃO DA MORFOLOGIA CANALAR PELAS
TÉCNICAS ROTATÓRIAS HYFLEX® E PROTAPER®***

Dissertação apresentada à Universidade Católica Portuguesa para
obtenção do grau de mestre em Medicina Dentária

Por:

Rafael Brito da Costa

Sob a orientação do Mestre Miguel Cardoso e coorientação do Professor
Doutor Manuel Paulo

Viseu 2013

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos

Aos meus pais,
por todo o apoio e motivação que me
deram na concretização dos meus objetivos.

À Mafalda,
por ter estado sempre ao meu lado e pela
disponibilidade em ajudar-me sempre que precisei.

Ao Mestre Miguel Cardoso,
pela ajuda, apoio e orientação neste trabalho.

Ao Professor Doutor Manuel Paulo,
pela disponibilidade, ajuda e coorientação neste projeto.

À Mestre Inês Cantão e Professor Doutor Paulo Ribeiro,
pela ajuda na conclusão deste trabalho

Ao Torcato,
pelas horas de trabalho e momentos que
partilhámos e pela colaboração neste projeto.

Aos restantes colegas e professores,
pelos momentos e ensinamentos que levo para a vida.

RESUMO

Resumo

O tratamento endodôntico é constituído por um conjunto de procedimentos clínicos minuciosos interligados que importa conhecer. A preparação canalar deve ser efetuada de um modo controlado para que se consiga uma obturação tridimensional sem diminuir a resistência do dente tratado. Com tantas técnicas e instrumental variado atualmente ao dispor do médico dentista, torna-se fundamental definir uma metodologia de trabalho precisa, comparando os vários sistemas entre si. O objetivo deste estudo foi comparar a manutenção da morfologia canalar em dentes preparados por duas técnicas rotatórias diferentes, ProTaper® e Hyflex®, ajudando os profissionais na escolha da metodologia que melhor se adapte às suas necessidades. Para tal, 40 molares extraídos foram cortados em duas zonas (a 2mm e a 7mm do ápex) e os cortes fotografados. Os dentes foram então divididos em dois grupos, cada um preparado por uma das duas técnicas em análise. Os cortes foram novamente fotografados e os resultados comparados. Apesar de se ter registado transporte canalar nos dois grupos, as diferenças não foram estatisticamente significativas ($p>0.05$) em ambos os cortes analisados. Os resultados permitiram concluir que ambos os sistemas são equiparáveis na manutenção da forma canalar.

Palavras-chave:

- Endodontia, ProTaper®, Hyflex®, transporte canalar.

Abstract

The endodontic treatment comprises a set of interconnected thorough clinical procedures that must be known. The canal preparation must be performed in a controlled manner to obtain one dimensional shutter without decreasing the strength of the treated tooth. With so much variety in instrumental and techniques currently available to the dental practitioner, it is essential to define a precise working methodology by comparing the various systems together. The objective of this study was to compare the maintenance of canal morphology in teeth prepared by two different rotary techniques, ProTaper® and Hyflex®, thus helping professionals in choosing the method that best suits their needs. To this end, 40 extracted molars were included in acrylic and cut in two specific zones (2mm and 7mm from the apex) and the cuts were photographed. The teeth were then divided into two groups, each prepared by one of two techniques in analysis. The cuts were photographed again and the results were compared. Though root canal transportation was noted on both testing groups, there was no statistical significance ($p>0.05$) in both cuts. The results indicate that both systems are comparable to each other in maintaining the canal's shape.

Keywords:

- Endodontics, ProTaper®, Hyflex®, canal transportation.

ÍNDICES

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	VII
RESUMO	XI
ABSTRACT	XII
ÍNDICE DE TABELAS	XVII
ÍNDICE DE GRÁFICOS	XVIII
ÍNDICE DE IMAGENS	XIX
INTRODUÇÃO.....	3
ENQUADRAMENTO TEÓRICO	7
ANATOMIA CANALAR.....	7
<i>Primeiro molar superior.....</i>	<i>7</i>
<i>Segundo molar superior</i>	<i>8</i>
<i>Terceiro molar superior.....</i>	<i>9</i>
<i>Primeiro molar inferior</i>	<i>9</i>
<i>Segundo molar inferior</i>	<i>10</i>
<i>Terceiro molar inferior.....</i>	<i>10</i>
CAVIDADE DE ACESSO	11
INSTRUMENTAÇÃO	11
OBTURAÇÃO.....	12
IATROGENIA DURANTE A INSTRUMENTAÇÃO	13
<i>Perfuração</i>	<i>13</i>
<i>Criação de degraus</i>	<i>14</i>
<i>Zipping e Elbow</i>	<i>15</i>
<i>Stripping.....</i>	<i>16</i>

<i>Dano ao foramen apical</i>	17
<i>Bloqueio apical</i>	17
<i>Fratura de instrumental</i>	18
INSTRUMENTOS	18
<i>Sistema Hyflex</i> [®]	20
<i>Sistema ProTaper</i> [®]	23
MÉTODOS DE AVALIAÇÃO.....	26
OBJETIVOS E HIPÓTESE	31
MATERIAIS E MÉTODOS	35
SELEÇÃO DOS DENTES	35
INCLUSÃO DOS DENTES	35
REGISTO FOTOGRÁFICO PRÉ-INSTRUMENTAÇÃO	37
DISTRIBUIÇÃO E INSTRUMENTAÇÃO DOS DENTES	37
REGISTO FOTOGRÁFICO PÓS-INSTRUMENTAÇÃO E RECOLHA DE DADOS	39
ANÁLISE DOS RESULTADOS	40
RESULTADOS	43
DISCUSSÃO	53
CONCLUSÕES	59
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1 - CARACTERÍSTICAS DOS INSTRUMENTOS DO SISTEMA HYFLEX®	22
TABELA 2 - CARACTERÍSTICAS DOS INSTRUMENTOS DO SISTEMA PROTAPER®	25
TABELA 3 - DISTRIBUIÇÃO DA AMOSTRA POR CANAIS.....	46
TABELA 4 - DISTRIBUIÇÃO DA AMOSTRA POR CURVATURA DO CANAL.	46
TABELA 4 - ANÁLISE ESTATÍSTICA DESCRITIVA, POR CORTE E SISTEMA USADO.	47
TABELA 5 - ANÁLISE ESTATÍSTICA DESCRITIVA, POR CORTE E SISTEMA USADO TENDO EM CONTA A DIREÇÃO DE DESLOCAMENTO.	48
TABELA 6 - RESULTADOS DO TESTE <i>MANN-WHITNEY U</i>	48
TABELA 7 - RESULTADOS DO TESTE <i>MANN-WHITNEY U</i> , DE ACORDO COM O CANAL.....	49
TABELA 8 - RESULTADOS DO TESTE <i>MANN-WHITNEY U</i> , DE ACORDO COM A CURVATURA.....	49
TABELA 9 - COMPARAÇÃO DOS DIÂMETROS DAS LIMAS FINALIZADORAS DOS SISTEMAS HYFLEX® E PROTAPER®	53
TABELA 10 - TABELA RESUMO DOS DADOS RECOLHIDOS.....	69
TABELA 11 - FOTOGRAFIAS DO CORTE A 2MM PRÉ E PÓS INSTRUMENTAÇÃO.	73
TABELA 10 - FOTOGRAFIAS DO CORTE A 7MM PRÉ E PÓS INSTRUMENTAÇÃO.	87

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 - DISTRIBUIÇÃO DOS DENTES, DE ACORDO COM A SUA TIPOLOGIA.....	43
GRÁFICO 2 - DISTRIBUIÇÃO DOS CANAIS INSTRUMENTADOS.	44
GRÁFICO 3 - DISTRIBUIÇÃO DO GRAU DE CURVATURA RADICULAR. .	44
GRÁFICO 4 - FREQUÊNCIA DA QUANTIDADE DE DESLOCAMENTO, DE ACORDO COM O CORTE E A TÉCNICA.	45

ÍNDICE DE IMAGENS

FIG. 1 - ESQUEMATIZAÇÃO DE UMA PERFURAÇÃO. CANAL INTACTO (A) E COM PERFURAÇÃO DO CANAL ASSINALADA COM A SETA (B).	14
FIG. 2 - ESQUEMATIZAÇÃO DE UM DEGRAU. CANAL INTACTO (A) E COM DEGRAU ASSINALADO COM A SETA (B).....	15
FIG. 3 - ESQUEMATIZAÇÃO DE UM <i>ZIPPING</i> E <i>ELBOW</i> . CANAL INTACTO (A) E COM <i>ELBOW</i> (C) E <i>ZIPPING</i> (D) DO CANAL ASSINALADOS COM A SETA (B).....	16
FIG. 4 - ESQUEMATIZAÇÃO DE UM <i>STRIPPING</i> . CANAL INTACTO (A) E COM <i>STRIPPING</i> DO CANAL ASSINALADA COM A SETA (B).....	17
FIG. 5 - LIMA 04/20 PRÉ-CURVADA (A), APÓS UTILIZAÇÃO (B) E APÓS ESTERILIZAÇÃO (C).....	21
FIG. 6 - <i>KIT</i> BÁSICO DO SISTEMA HYFLEX [®] , COMPOSTO PELAS LIMAS 08/25, 04/20, 04/25, 06/20, 04/30 E 04/40, RESPECTIVAMENTE, DA ESQUERDA PARA A DIREITA.....	22
FIG. 7 - <i>KIT</i> BÁSICO DO SISTEMA PROTAPER [®] , COMPOSTO PELAS LIMAS SX, S1, S2, F1, F2 E F3, RESPECTIVAMENTE, DA ESQUERDA PARA A DIREITA.	24
FIG. 8 - FIXAÇÃO DO DENTE À BASE DA MUFLA.....	36
FIG. 9 - IMPERMEABILIZAÇÃO DOS ÁPICES COM VERNIZ.....	36
FIG. 10 - MOLDE DE CERA PARA A MUFLA.....	36
FIG. 11 - MUFLA MONTADA COM MOLDE DE CERA.....	36
FIG. 12 - INCLUSÃO DO DENTE EM ACRÍLICO.....	37
FIG. 13 - BLOCO DE ACRÍLICO MONTADO.	38
FIG. 14 - CRIAÇÃO DA GUIA CANALAR COM LIMA K 15.	38
FIG. 15 - INSTRUMENTAÇÃO PROTAPER [®] , LIMA SX.....	38
FIG. 16 - INSTRUMENTAÇÃO PROTAPER [®] , LIMA S1.	38
FIG. 17 - INSTRUMENTAÇÃO PROTAPER [®] , LIMA S2.	38
FIG. 18 - INSTRUMENTAÇÃO PROTAPER [®] , LIMA F1.	38
FIG. 19 - INSTRUMENTAÇÃO HYFLEX [®] , LIMA 08/25.	39
FIG. 20 - INSTRUMENTAÇÃO HYFLEX [®] , LIMA 04/20.	39
FIG. 21 - INSTRUMENTAÇÃO HYFLEX [®] , LIMA 04/25.	39
FIG. 22 - INSTRUMENTAÇÃO HYFLEX [®] , LIMA 06/20.	39
FIG. 23 - IRRIGAÇÃO CANALAR FEITA ENTRE LIMAS.....	39
FIG. 24 - LIMPEZA DAS LIMAS COM COMPRESSA.	39
FIG. 26 - AFERIÇÃO DOS PARÂMETROS X1 E Y1 PRÉ-INSTRUMENTAÇÃO (À ESQUERDA) E X2 E Y2 PÓS-INSTRUMENTAÇÃO	

(À DIREITA). EM TODAS AS FOTOGRAFIAS A FACE VESTIBULAR CORRESPONDE À PARTE SUPERIOR DA IMAGEM.	45
FIG. 27 - COMPARAÇÃO DAS LIMAS 06/20 E F1.	54
FIG. 28 - ESQUEMATIZAÇÃO DA FORMA INICIAL DO CANAL (À ESQUERDA) E DO DEGRAU NO TRAJETO CANALAR CRIADO PELO CORTE (À DIREITA).	55

INTRODUÇÃO

I - Introdução

A endodontia é definida como "a área da medicina dentária que se ocupa da morfologia, fisiologia e patologia da polpa dentária e tecidos perirradiculares. Estuda, portanto, a biologia da polpa saudável, a etiologia das suas patologias bem como o diagnóstico e prevenção das mesmas". É, por isso, fundamental para o médico dentista conhecer bem a anatomia e fisiologia dos tecidos sãos para poder efetuar um diagnóstico correto das enfermidades que se lhe possam apresentar. É também importante conhecer as suas limitações assim como as dos materiais ao seu dispor(1).

Por exemplo, as limas em aço-inox, que agora estão a cair em desuso, são limas muito agressivas para a anatomia canalar. Atualmente existe predomínio de limas numa liga metálica mais flexível e resiliente denominada níquel-titânio (NiTi). Estas limas devem as suas propriedades físicas e mecânicas superiores não só à liga metálica em que são feitas, mas também ao seu desenho e até aos acabamentos e modo de fabrico(2, 3). Com esta inovação começaram a aparecer os sistemas mecanizados em substituição dos manuais, na procura de melhorar os resultados obtidos, a rapidez das consultas e diminuir a ocorrência de erros iatrogénicos(4).

No entanto, há sempre probabilidade de ocorrerem acidentes durante o procedimento endodôntico, tais como perfurações, *zippings* ou *strippings* que, dependendo da severidade, podem influenciar negativamente o prognóstico. Tais erros podem ser evitados se o clínico tiver conhecimento da sua etiologia e dos cuidados a ter para os evitar. Este tem o dever de explicar o sucedido ao paciente, de expor todas as possibilidades de tratamento para corrigir ou minimizar os danos do acidente e de clarificar o impacto no prognóstico.

O presente trabalho tem como objetivo estudar um sistema rotatório recente (Hyflex[®]) e compará-lo a um sistema rotatório já conhecido e estudado (ProTaper[®]) no que concerne ao transporte canalar criado durante a instrumentação.

REVISÃO DA LITERATURA

II - Revisão da literatura

Atualmente, a endodontia é uma área da medicina dentária em rápido desenvolvimento desde o surgimento de novas técnicas e novos sistemas, ao desenvolvimento de novos materiais, desenhos distintos e ligas metálicas usadas nos instrumentos endodônticos(5). No entanto, os princípios básicos para o sucesso do tratamento endodôntico mantêm-se: um bom conhecimento da anatomia dentária e canalar assim como a percepção que existem variações; uma cavidade de acesso o mais pequena possível mas que permita ao endodontista trabalhar o mais livremente possível; uma instrumentação canalar que remova o tecido pulpar e ao mesmo tempo molde o canal radicular de forma padronizada e uma obturação hermética que impeça a recontaminação do dente(6).

II.1 - Anatomia canalar

Antes de começar qualquer procedimento, o médico dentista deve ter em mente as noções de anatomia, tanto dentária como das estruturas adjacentes. No caso dos tratamentos endodônticos é essencial conhecer, por exemplo, os comprimentos médios das raízes ou ainda a variabilidade em termos de número de canais e as suas curvaturas(7-9).

II.1.1 - Primeiro molar superior

É o dente humano com anatomia radicular mais complexa. Apesar de ser, provavelmente, o dente mais comumente tratado é também aquele que é menos compreendido pelos médicos dentistas, o que faz com que o primeiro molar superior seja o dente posterior com maior insucesso endodôntico(7).

Apresenta três raízes bem diferenciadas, duas vestibulares e uma palatina e tem um comprimento médio de 20,8mm. A raiz palatina é a maior e mais comprida das três e apresenta um canal e um foramen em 99,9% dos

casos. Este é, normalmente, amplo, de fácil acesso e achatado no sentido vestibulo-palatino. A raiz apresenta uma inclinação vestibular em 55% das situações e apresenta-se reta em 40% dos casos(10).

A raiz disto-vestibular (DV) é a mais pequena das três e tem forma cônica com um canal e um foramen em 99,9% dos casos(7). Em 54% dos casos é reta, enquanto que em 19% tem inclinação mesial e 17% inclinação distal(10).

A raiz mesio-vestibular (MV) é a mais estudada pois tem grande variabilidade anatómica: apresenta um canal e um foramen em 48% dos casos, dois canais e um foramen em 37% e dois canais e duas foramina em 15%(10). Kulild(11), realizou um estudo sobre os sistemas canulares destas raízes e afirma que em 71,1% dos casos a raiz mesio-vestibular apresenta dois canais. Em termos de curvatura, esta é curva para distal em 78% dos casos e reta em 21%(10).

II.1.2 - Segundo molar superior

O segundo molar superior é semelhante ao primeiro mas de menores dimensões, podendo mesmo apresentar um menor número de cúspides. As raízes também são mais curtas, tendo um comprimento médio de 20mm, têm curvaturas menos acentuadas e estão menos afastadas umas das outras(7), estando mesmo fusionadas em 46% dos casos. No entanto, nos outros 54% apresenta três raízes distintas, duas vestibulares e uma palatina. Esta última tem apenas um canal e um foramen em 99,9% dos casos, sendo reta em 63% das situações e com curvatura vestibular em 37%(10).

A raiz disto-vestibular, à semelhança do primeiro molar superior, apresenta um canal com um foramen em 99% dos casos e é predominantemente reta (54%) ou com curvatura mesial (17%)(10).

A raiz mesio-vestibular é aquela que apresenta maior diversidade anatómica, podendo ter: um canal e um foramen em 63% dos casos, dois canais e um foramen em 13% ou dois canais com duas foramina em 24% das situações. A curvatura distal é a mais predominante, em 54% dos casos mas também se pode apresentar reta, em 22% dos casos(10).

II.1.3 - Terceiro molar superior

Tem anatomia imprevisível, tanto a nível coronário como canalar. Normalmente é menor que o segundo molar superior, tanto em diâmetro como em comprimento (média de 17,1mm)(7). As suas raízes são geralmente fusionadas e curvas para distal mas podem-se apresentar afastadas, num máximo de quatro raízes. Os canais estão em proporção direta com o número de raízes, variando de um canal amplo em raízes fusionadas a quatro canais nos casos de quatro raízes(12).

II.1.4 - Primeiro molar inferior

É o primeiro dente definitivo a erupcionar e é também aquele que mais vezes precisa de tratamento endodôntico(7). É o dente com maior diâmetro mesio-distal de toda a cavidade oral e as suas raízes são robustas, separadas e divergentes(12). Tem um comprimento médio de 21mm e apresenta normalmente duas raízes, uma distal e uma mesial, mas pode apresentar três em alguns casos. A raiz mesial pode apresentar um canal com um foramen em 13% dos casos, dois canais com duas foramina em 49% dos casos ou dois canais com um só foramen em 38% das situações. Esta é curva distalmente em 84% das vezes ou reta em 16% dos casos. Quando apresenta dois canais, estes são denominados de mesio-vestibular e mesio-lingual (ML)(10).

A raiz distal tem normalmente um canal (92%), mas pode excecionalmente apresentar dois canais (8%)(10). No entanto, Skidmore e Bjorndal(13) afirmam que um terço dos primeiros molares mandibulares tem quatro canais, podendo estes serem independentes, unirem-se no ápex ou formarem anastomoses entre si. Esta raiz é reta em 74% dos casos, tem uma curvatura distal em 21% ou uma curvatura mesial em 5% das situações(10).

II.1.5 - Segundo molar inferior

À semelhança do que se passa na arcada superior, o segundo molar inferior tem parecenças com o primeiro molar mandibular mas tem menores dimensões, tanto em diâmetro como em comprimento (19,8mm). Apresenta, no entanto, o mesmo número de raízes, mas estas são menos divergentes(7), podendo estar mesmo fusionadas em 27% dos casos(6).

A raiz mesial apresenta um canal com um foramen em 13% dos casos, dois canais com um foramen em 49% dos casos ou dois canais com duas foramina em 38% das situações. Tem predominância de curvatura distal (61%), mas pode ser reta (27%), com forma de baioneta (7%) ou com curvatura vestibular (4%)(10).

Por sua vez, a raiz distal apresenta um canal em 92% dos casos ou dois canais em 8%. Normalmente é reta (58%) ou curva distalmente (18%), mas pode ser curva para mesial (10%), em forma de baioneta (6%) ou curva para vestibular (4%).

Quando o dente é monorradicular, a raiz é reta em 53% dos casos, curva distalmente em 26%, tem forma de baioneta em 19% ou ainda curva lingualmente em 2% das situações.

II.1.6 - Terceiro molar inferior

Anatomicamente imprevisível, mas normalmente é de menores dimensões que o segundo molar inferior. Tem um comprimento médio de 18,5mm e geralmente apresenta duas raízes fusionadas, que são curtas e com curvaturas acentuadas e irregulares(12). Em termos canulares, pode aparecer um só canal(7), três canais(12) ou, o mais comum, dois canais (um distal e um mesial)(10).

II.2 - Cavidade de acesso

É o primeiro passo operatório no tratamento endodôntico e, em conjunto com um preparo canalar correto e uma obturação hermética forma a tríade para o sucesso da endodontia(14).

A cavidade de acesso deve corresponder à forma da câmara pulpar, permitindo o acesso aos cornos pulpares de forma a que o endodontista remova todo o tecido necrótico. A trepanação, ou seja, a abertura camaral deve ser feita cuidadosamente, em locais específicos na coroa e com inclinação da broca sempre para as zonas com câmara mais ampla.

No caso dos molares maxilares a cavidade de acesso começa com a trepanação no centro da face oclusal, com ligeira inclinação para a cúspide mesio-palatina. Depois de encontrar a entrada do canal palatino, a broca deve mover-se para vestibular, removendo o restante teto da câmara pulpar e expondo os canais mesio-vestibular e disto-vestibular.

No caso dos molares mandibulares, a trepanação é feita no centro da face oclusal mas com a broca inclinada para distal. A cavidade deve então ser aberta para mesial, expondo os canais mesio-lingual e mesio-vestibular.

As paredes da cavidade devem ser divergentes no sentido oclusal e quaisquer bordas salientes devem ser removidas. Uma vez cumpridas todas estas tarefas, o endodontista terá, em princípio, acesso livre a todos os canais podendo começar a instrumentação dos mesmos. No entanto, ainda pode ser necessário fazer uma cavidade de conveniência, pois muitos canais são curvos a nível coronal. Nestes casos, a cavidade de acesso é estendida para além do descrito, de forma a possibilitar o acesso desimpedido a todos os canais(15).

II.3 - Instrumentação

Atualmente, a instrumentação do canal radicular é vista como o passo mais importante da endodontia, apesar de inicialmente se considerar a desinfeção canalar como tal(14, 16-19). O primeiro passo para se obter uma boa instrumentação é, como já foi dito, uma boa cavidade de acesso. No

entanto, a este junta-se a forma apical e do corpo do canal assim como o grau de conicidade ou *taper* usado no processo. Schilder afirma que, para haver uma boa instrumentação, há dois requisitos básicos: limpeza e forma do canal(15, 20).

Entende-se por limpeza canal a remoção de todo o material intracanal incluindo todos os componentes orgânicos e bacteriológicos, restos dentinários, material obturador contaminado e quaisquer outros agentes causadores de inflamação(21, 22). Tal é atingido através de uma boa instrumentação e consequente remoção mecânica das matérias indesejadas, com ajuda de substâncias capazes de dissolver os restos e de os levar para fora do canal(15).

Por outro lado, a instrumentação deve preparar o canal para este ter uma forma especial que cumpra, segundo Schilder, cinco requisitos(15):

- Uma forma cônica de forma progressiva e de base oclusal;
- O canal na zona apical deve ser estreito, com o menor diâmetro no término apical;
- Dividir possíveis dilacerações em vários níveis e preparar cada um de forma independente;
- Nunca alterar a posição original do foramen apical;
- Manter o foramen apical tão pequeno quanto possível durante a instrumentação.

II.4 - Obturação

Obtidas as premissas anteriores, o médico dentista tem a liberdade para inserir e utilizar o mais corretamente possível os *pluggers*, *spreaders* ou quaisquer outros instrumentos que necessite para fazer a obturação canal, de modo a que a guta-percha assente e se adapte bem ao canal. Só assim é possível obter uma obturação tridimensional e fechar quaisquer canais laterais ou irregularidades existentes(15).

A obturação deve ser hermética, ou seja, servir de barreira física para novas infeções assim como ter propriedades bacteriostáticas para impedir a

proliferação de qualquer foco infeccioso. Além destas propriedades, os materiais usados para obturar devem ser biocompatíveis e não tóxicos, dimensionalmente estáveis, radiopacos e devem ser capazes de aderir bem às estruturas dentárias. Atualmente aceita-se a guta-percha em conjunto com um cimento de obturação como melhor material para selar canais endodonciados e pode ser usada segundo várias técnicas, como compactação lateral, compactação vertical ou técnicas termoplásticas(15).

II.5 - *latrogenia durante a instrumentação*

Durante uma endodontia o médico dentista pode encontrar dificuldades não esperadas que podem afetar a qualidade do trabalho executado. No entanto, tais adversidades não devem criar receio ao clínico de realizar um tratamento endodôntico, quando este está indicado. De facto, o endodontista deve ter sempre presente a etiologia destes acidentes assim como a capacidade de os evitar, reconhecer, tratar e estar ciente das suas implicações no prognóstico final da endodontia. Alguns destes acidentes são listados e explicados em seguida(1).

II.5.1 - Perfuração

A perfuração do canal radicular ocorre quando é usado um instrumento com ponta cortante, em movimentos giratórios, e este não tem flexibilidade para acompanhar a curvatura do canal, destruindo assim cimento e podendo chegar a causar infeção do ligamento periodontal. Estudos indicam que há perfuração entre 2,5%-10% dos tratamentos endodônticos realizados. O prognóstico de dentes perfurados é mau, não sendo o médico dentistas capaz de seguir o canal até ao ápex vão existir zonas que não foram preparadas, desinfetadas e obturadas (fig. 1) (23).

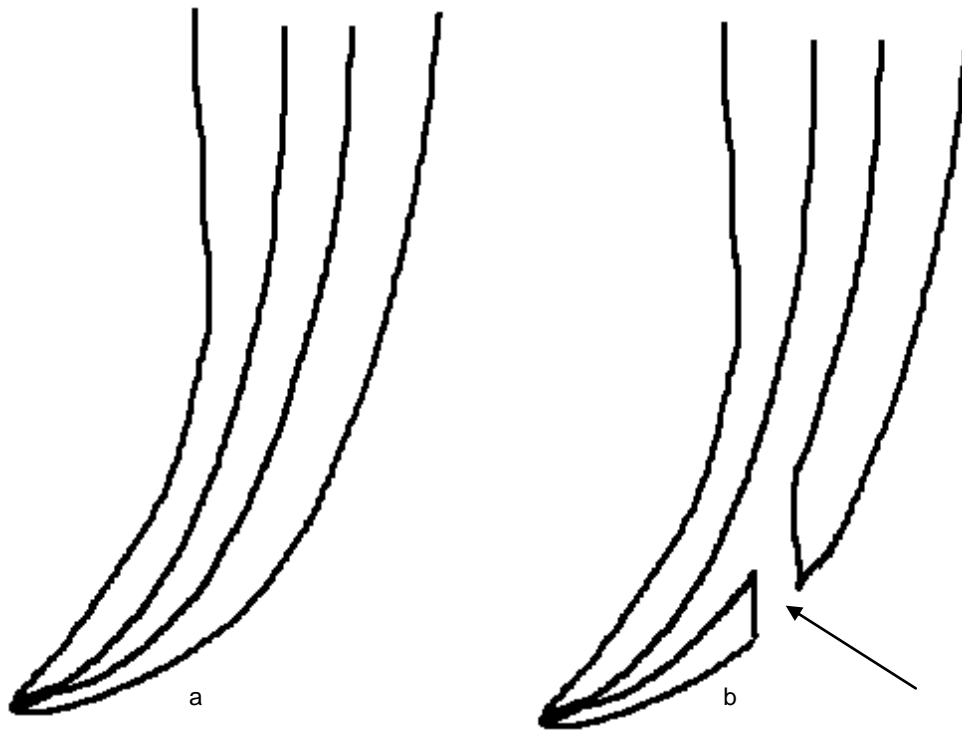


Fig. 1 - Esquematização de uma perfuração. Canal intacto (a) e com perfuração do canal assinalada com a seta (b).

II.5.2 - Criação de degraus

Os degraus nos canais radiculares têm a mesma etiologia das perfurações, sendo que não houve desgaste completo da parede radicular mas apenas a formação de um degrau que dificulta a progressão da lima pelo canal (fig. 2) (23).

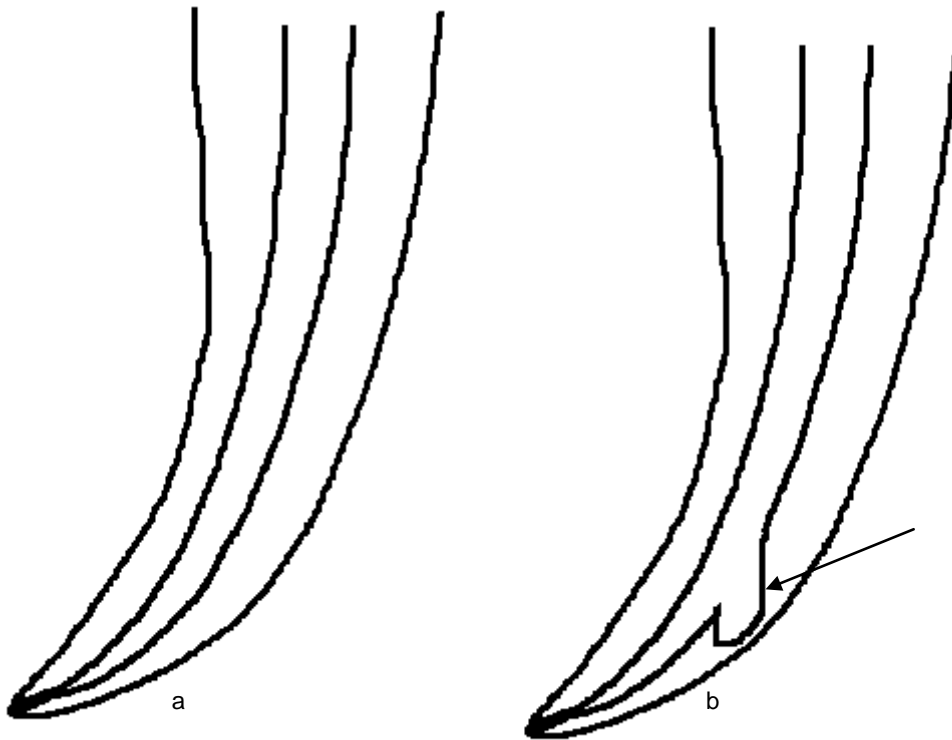


Fig. 2 - Esquematização de um degrau. Canal intacto (a) e com degrau assinalado com a seta (b).

II.5.3 - *Ziping* e *Elbow*

O *ziping* acontece devido à tendência dos instrumentos endireitarem em canais curvos. O resultante é uma preparação excessiva da face externa da curvatura e uma sub-preparação da face interna, sobretudo a nível apical.

Por sua vez, o *elbow* está diretamente relacionado com a criação de um *ziping*, e refere-se à zona da curvatura com menor diâmetro, a partir do qual o canal alarga no sentido apical. Este *elbow* pode dificultar tanto a preparação do canal como a sua obturação (fig. 3) (23).

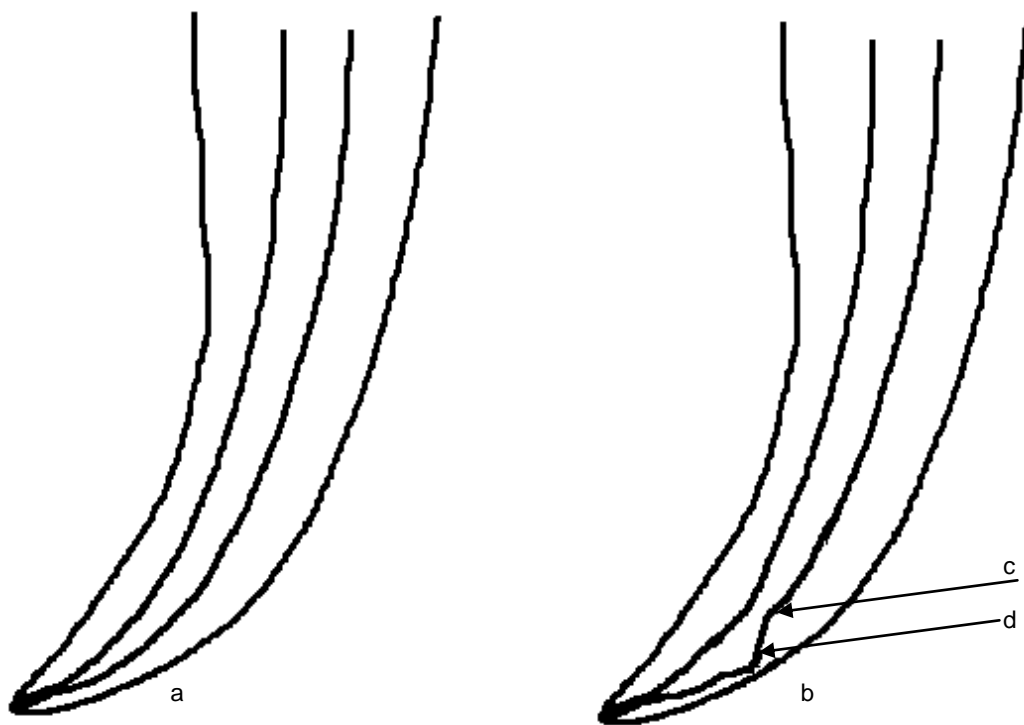


Fig. 3 - Esquemática de um *zipping* e *elbow*. Canal intacto (a) e com *elbow* (c) e *zipping* (d) do canal assinalados com a seta (b).

II.5.4 - Stripping

Ao contrário do *zipping*, o *stripping* é a preparação excessiva da parede interna da curvatura e a sub-preparação da curvatura externa do canal. Acontece maioritariamente no terço médio da raiz, sobretudo nas paredes junto à furca e pode levar a perfurações com conseqüente comunicação com os tecidos periodontais podendo, assim, levar ao insucesso endodôntico (fig. 4) (23).

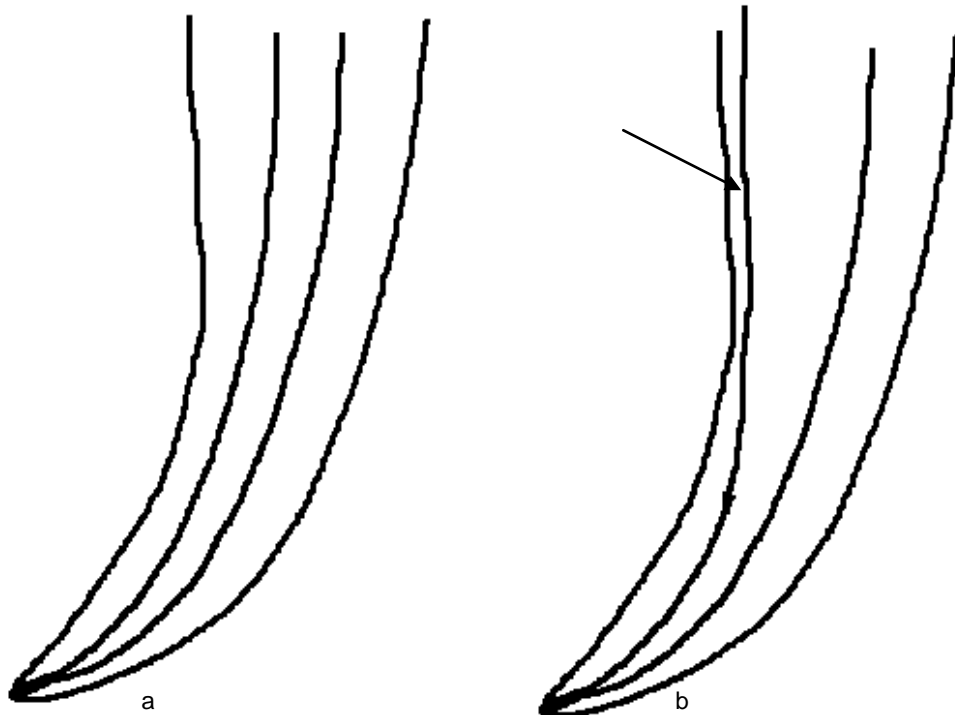


Fig. 4 - Esquemática de um *stripping*. Canal intacto (a) e com *stripping* do canal assinalada com a seta (b).

II.5.5 - Dano ao foramen apical

Quando há deslocamento ou alargamento do foramen apical este sofre dano. A principal razão para tal suceder é a incorreta determinação da ODMt, mas também pode ser devido à retificação de canais curvos ou sobrepreparação. Tem repercussões a nível perirradicular devido à dificuldade de manter os materiais obturadores confinados ao interior do dente e o material extruído poder irritar os tecidos periapicais(23).

II.5.6 - Bloqueio apical

O bloqueio apical ocorre devido à acumulação de restos e rasps dentinárias na zona apical do canal. Como consequência deste acidente, a

ODMt fica comprometida e, por sua vez, a instrumentação da zona mais apical é impossível(23).

II.5.7 - Fratura de instrumental

Como o próprio nome indica, ocorre quando há fratura de um instrumento, normalmente uma lima, dentro do canal radicular. As limas estão sujeitas a grandes forças durante a instrumentação e caso ultrapassem o limite de elasticidade há fratura e separação do instrumento. As consequências dependem do grau de instrumentação já feito, do tamanho do fragmento e do prognóstico geral da endodontia do dente(1).

II.6 - Instrumentos

Como foi abordado anteriormente, a endodontia está em constante remodelação havendo um número cada vez maior de opções para o médico dentista poder realizar melhor o seu trabalho. Uma das áreas que mais diversidade apresenta é a parte do instrumental ao dispor do endodontista. Este é composto por instrumentos de pequeno calibre mas que são capazes de cortar e remover os restos de dentina e polpa, cujas características e indicações variam de técnica para técnica e de sistema para sistema(6). Apesar dos novos sistemas trazerem inovações aos já existentes, é necessário garantir que têm o mesmo desempenho tanto a nível clínico como a nível mecânico(24).

Uma das maiores alterações é o facto das limas em aço inoxidável estarem a ser substituídas por limas em NiTi por estas serem mais flexíveis respeitando, assim, mais a anatomia canal(5). Compostas por uma liga chamada nitinol, com 55% níquel e 45% titânio, as limas NiTi têm propriedades superelásticas, isto é, são capazes de aguentar forças de tensão até quatro vezes superiores ao limite das limas em liga de aço-inox. No entanto, apesar de terem grande resistência à fadiga, estudos mostram

que as limas NiTi podem fraturar por dois motivos: por forças de tensão ou por forças de flexão (25).

Outra alteração é o uso cada vez mais corrente de sistemas rotatórios em vez dos sistemas manuais(26, 27). De facto, os sistemas rotatórios são relativamente recentes. Só em 1892, Oltramare(28) reportou aquele que é considerado o primeiro sistema de endodontia mecanizada. Este autor usava finas agulhas de secção retangular que podiam ser montadas num contra-ângulo e eram introduzidas passivamente no canal até ao foramen e só depois entravam em rotação. Oltramare afirmava que, segundo a sua técnica, a polpa era extirpada quase instantaneamente e que só se deviam usar agulhas muito finas em canais curvos, para evitar fraturas dos instrumentos.

Mais tarde, em 1899, William Rollins desenvolveu o primeiro contra-ângulo endodôntico, que funcionava com agulhas especialmente concebidas que rodavam 360° a 100 rotações por minuto (RPM)(23). No entanto, só em 1964 começou a ser comercializado o primeiro contra-ângulo pela marca Giromatic®. Este dispositivo funcionava rodando 90° de forma recíproca e era responsável por várias iatrogenias durante a instrumentação, como criação de degraus, fratura de instrumentos e bloqueio apical, entre outros. Outros aparelhos foram sendo desenvolvidos com base no Giromatic®, como o IntraEndo 3LD® que funcionava com rotações alternadas de 80° ou o Endolift 1® que além de rotações recíprocas de 90° executava movimentos verticais(15). Nos dias de hoje existem vários modelos e marcas de contra-ângulos endodônticos, disponíveis no mercado segundo o princípio atualmente aceite de torque alto e baixas RPM. Existem dois tipos diferentes de aparelhos: elétricos e pneumáticos que no entanto têm comportamento semelhante na deformação e fratura das limas, pelo que as rotações por minuto utilizadas e a força exercida pelo operador parecem ser os fatores mais importantes quando há falha dos instrumentos. Por outro lado, os motores endodônticos elétricos apresentam algumas vantagens em relação aos pneumáticos:

- têm sensores de stress que evitam que os limites do instrumental sejam ultrapassados, revertendo o movimento de funcionamento.
- são mais silenciosos durante o trabalho(29).

Quando os sistemas em NiTi foram introduzidos, tinham maior flexibilidade e capacidade de corte que os outros sistemas existentes, permitindo assim a redução no tempo de trabalho(30-32). Esta razão, aliada à redução da fadiga do operador e dos erros operatórios, como transporte canal, fizeram com que os sistemas mecanizados sejam cada vez mais utilizados em detrimento dos sistemas manuais(33-35).

Desde então, vários sistemas foram sendo desenvolvidos, comercializados e utilizados pelos médicos dentistas(36, 37). Dois desses sistemas são o sistema Hyflex[®] e o sistema ProTaper[®], que são descritos em pormenor em seguida.

II.6.1 - Sistema Hyflex[®]

Atualmente existem vários sistemas de endodontia mecanizada. Um destes sistemas é o Hyflex[®]. Introduzido em 2011 pela companhia Coltène Whaledent[®] o sistema é, segundo o fabricante, até 300% mais resistente à fadiga que os outros sistemas de NiTi, o que reduz a probabilidade de fratura do instrumento(25). Além desta resistência à fadiga, as limas do sistema Hyflex[®] são extremamente flexíveis, o que lhes permite seguir a forma anatômica do canal havendo menor probabilidade de se criarem degraus e de ocorrer transporte canal(38, 39).

Por fim, a característica mais notável deste sistema é o facto de as limas terem memória, isto é, serem capazes de ganhar a forma inicial quando expostas a altas temperaturas (por exemplo, durante a esterilização). Isto, além de permitir a pré-curvatura das limas, permite também que estas sejam usadas várias vezes e, ao mesmo tempo, que seja o próprio endodontista a controlar a qualidade e usabilidade das limas(32, 40) (fig. 5). Tal característica advém deste sistema ter uma menor percentagem de níquel (52%) quando comparado com os outros sistemas e ser manufacturado de forma inovadora, com recurso a um tratamento complexo de aquecimento e arrefecimento da liga metálica cujos detalhes não foram ainda revelados pela marca(39).

O *kit* básico do sistema é composto por seis limas, sequencialmente ordenadas: 08/25, 04/20, 04/25, 06/20, 04/30 e 04/40 (fig. 6) e cujas

principais características estão descritas na tabela 1. Todas as limas deste sistema têm o grau de taper inscrito e um anel colorido na pega, que corresponde à classificação ISO do seu diâmetro D0 (diâmetro na ponta ativa). Transversalmente, as limas têm secção triangular à exceção das limas 04/20 e 04/25 que têm secção quadrangular.

A primeira lima usada neste sistema é a 08/25, que alarga a entrada do canal, melhorando a visão e instrumentando o terço coronário do mesmo. As limas 04/20, 04/25, 04/30 e 04/40, por terem um *taper* menor são usadas na instrumentação do terço apical. A lima 06/20 tem como função principal a instrumentação do terço médio canal.

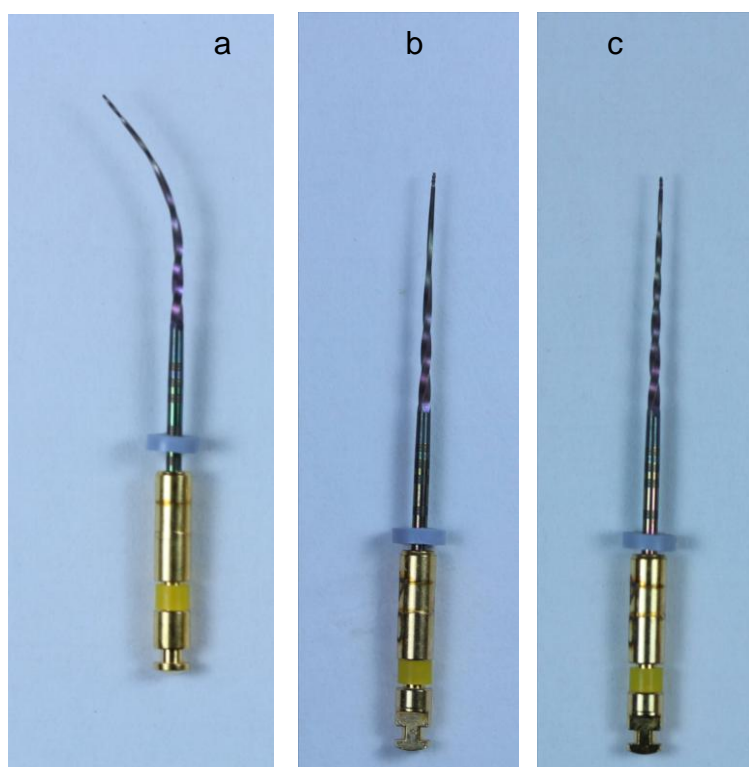


Fig. 5 - Lima 04/20 pré-curvada (a), após utilização (b) e após esterilização (c).



Fig. 6 - Kit básico do sistema Hyflex[®], composto pelas limas 08/25, 04/20, 04/25, 06/20, 04/30 e 04/40, respectivamente, da esquerda para a direita.

Tabela 1 - Características dos instrumentos do sistema Hyflex[®].

Lima	Comprimento da haste metálica	Comprimento da parte ativa	Diâmetro da ponta	Taper	Função
08/25	19mm	14mm	0.25mm	8%	Instrumenta o terço coronal do canal e melhora o acesso direto
04/20	21, 25 ou 31mm	16mm	0.20mm	4%	Instrumenta o terço apical do canal
04/25	21, 25 ou 31mm	16mm	0.25mm	4%	Instrumenta o terço apical do canal
06/20	21, 25 ou 31mm	16mm	0.20mm	6%	Instrumenta o terço médio do canal
04/30	21, 25 ou 31mm	16mm	0.30mm	4%	Instrumenta o terço apical do canal
04/40	21, 25 ou 31mm	16mm	0.35mm	4%	Instrumenta o terço apical do canal

Estas limas têm um passo que aumenta gradualmente conforme o diâmetro no instrumento, permitindo fortalecer a ponta, melhorar a flexibilidade e transporte das raspas dentinárias. Têm também um ângulo de inclinação positiva, exceto a lima 08/25, que permite exercer um corte mais eficaz nas paredes canalares. Por fim, não tem radial land o que exige um menor torque de trabalho.

O fabricante preconiza o seguinte protocolo na utilização destas limas: a primeira lima usada é a 08/25 que deve funcionar sem pressão. Quando

houver resistência, deve ser usada a lima 04/20 da mesma maneira, seguida da lima 04/25 para preparar o terço apical. O terço médio é moldado com a lima 06/20. Para finalizar são usadas as limas 04/30 e 04/40. A irrigação é realizada entre cada lima e, à exceção da primeira lima usada, todas as outras trabalham até à odontometria de trabalho (ODMt)(41).

No entanto, tratando-se de um sistema recente, existem ainda poucos estudos sobre as condições de trabalho ideal, sobre as propriedades físicas das limas e sobre a sua capacidade de efetuar um preparo ideal(42).

II.6.2 - Sistema ProTaper®

O sistema ProTaper® (*Progressively tapered*) é usado em todo o mundo por médicos dentistas e já foi largamente estudado(19, 21, 27, 31, 33, 43, 44). Introduzido em 2000 pela companhia Dentsply Maillefer®, estas limas NiTi revolucionaram a preparação canalar pela sua segurança e eficácia com a sua progressão contínua de *tapers* variadas ao longo de cada instrumento. Isto permite obter um preparo adequado e de transições suaves tanto na sua dimensão horizontal como vertical(45).

Apesar de, inicialmente, o sistema se resumir a limas mecanizadas, mais recentemente (2006) o sistema ProTaper Universal® conta também com limas manuais, cones de guta e de papel correspondentes às limas e sistemas de obturação(46).

O sistema é composto por oito limas, sequencialmente ordenadas: SX, S1, S2, F1, F2, F3, F4 e F5, embora o *kit* básico seja composto apenas pelas seis primeiras (fig. 7) e cujas principais características estão descritas na tabela 2. Destas seis, as três primeiras são limas *shaper* e as restantes são limas finalizadoras. Ao contrário do sistema Hyflex®, apenas as limas finalizadoras têm um anel colorido na pega que codifica o diâmetro D0 das limas de acordo com as normas ISO e, à exceção da lima SX, todas têm marcas na haste metálica aos 18mm, 19mm e 20mm.

A lima SX é uma lima de uso opcional, sendo sobretudo usada quando o dente apresenta raízes curtas ou é necessário maior alargamento coronário do preparo. É a lima que apresenta maior grau de *taper* de D0 até D9

(diâmetro aos 9mm da parte ativa), variando de 0,19mm até 1,1mm respectivamente. Depois de D9, o grau de *taper* diminui com vista a aumentar a flexibilidade do instrumento.

As limas S1 e S2 têm mais semelhanças entre si do que com a SX. Têm taper progressivamente maior ao longo da parte ativa, partindo de 0,17mm na S1 e 0,20mm na S2 até 1,2mm no final da parte cortante de ambas. Embora a lima S1 esteja desenhada para preparar o terço coronário do canal e a lima S2 o terço médio, invariavelmente vão ajudar a alargar o terço apical.

Por fim, as limas F1, F2 e F3 finalizam o preparo ao instrumentar o terço apical e, de certa forma, o terço médio do canal. Têm taper definido até D4 que depois vai sendo reduzido para melhorar a flexibilidade das limas. Geralmente só é necessário o uso de uma destas limas, cuja escolha deve ter em conta a curvatura radicular e o tamanho transversal do canal(45).



Fig. 7 - *Kit* básico do sistema ProTaper[®], composto pelas limas SX, S1, S2, F1, F2 e F3, respetivamente, da esquerda para a direita.

Tabela 2 - Características dos instrumentos do sistema ProTaper®.

Lima	Comprimento da haste metálica	Comprimento da parte ativa	Diâmetro da ponta	Taper	Função
SX	19mm	14mm	0.19mm	Variável ao longo da lima	Melhora o acesso direto e afasta o canal da furca.
S1	21, 25 ou 31mm	14mm	0.17mm	Variável ao longo da lima	Instrumenta o terço coronário do canal
S2	21, 25 ou 31mm	16mm	0.20mm	Variável ao longo da lima	Instrumenta o terço médio do canal
F1	21, 25 ou 31mm	17mm	0.20mm	7%	Instrumenta o terço apical do canal
F2	21, 25 ou 31mm	17mm	0.25mm	8%	Instrumenta o terço apical do canal (uso opcional)
F3	21, 25 ou 31mm	17mm	0.30mm	9%	Instrumenta o terço apical do canal (uso opcional)

Todas as limas têm, transversalmente, forma triangular e ponta tipo *Batt*, ou seja, são não cortantes embora tenham poder de corte até quase à ponta(15). Quando em uso, este desenho de lima permite-lhe contactar com menor área de dentina, reduzindo assim as forças que podem levar à fratura do instrumento. O desenho das limas do sistema Protaper® proporciona-lhe ainda as seguintes vantagens:

- Maior flexibilidade, devido a terem uma *taper* contínua e variada;
- Poder de corte e de remoção de restos dentinários otimizados, devido ao passo e ângulo helicoidal da parte ativa do instrumento;
- Criação de uma forma canalar com diâmetro progressivo e suave, pois tanto as limas *shaper* como as finalizadoras têm capacidade de remover material das paredes canulares;
- A forma triangular das limas confere-lhes maior segurança e permite ao operador ter melhor sensibilidade tátil;
- A ponta não cortante permite à lima seguir com facilidade a guia canalar criada manualmente, sem criar falsos trajetos(45).

Segundo o fabricante, o protocolo normal neste método começa pela criação de uma guia canalar com recurso a limas manuais (por exemplo, flexofile) até ao número 20 à odontometria de referência. De seguida é usada uma lima "shaper" (S1) a essa mesma odontometria, em movimento de "escovagem". Pode ser necessário usar a lima SX para facilitar o acesso direto aos canais, devendo ser feito também em movimento de "escovagem". Depois é atingida a ODMt com a lima manual flexofile 20, que assim cria a guia canalar em todo o comprimento de trabalho. Após isto, a lima S1 é usada novamente, desta vez à ODMt, seguida da lima S2. Para finalizar usa-se a lima F1 que é uma das limas de finalização do sistema. Caso seja necessário, podem ser usadas limas de finalização com outros diâmetros, como a F2 ou F3. A irrigação deve ser constante entre cada lima usada(46).

II.7 - Métodos de avaliação

Transporte canalar é definido, pela Associação Americana de Endodontistas, como "a remoção de estrutura da parede canalar na curvatura exterior apical, devido à tendência das limas voltarem à forma inicial durante o preparo"(19). É uma complicação frequente e que acontece principalmente em canais curvos, onde os clínicos têm maior dificuldade em conseguir um preparo limpo e moldado para um selamento tridimensional(5, 47).

Existem vários métodos para avaliar o transporte causado por uma lima, tais como, a análise de raios-x, análise de tomografias computadorizadas (TC), análise de micro-TC, a replicação da anatomia interna do dente e o "cubo endodôntico"(48, 49).

A análise de raios-x, além de ser limitada a apenas duas das três dimensões da anatomia canalar, é subjetiva na sua avaliação(48).

Apesar de a TC ser um meio eficaz na avaliação da instrumentação canalar por ser um método não invasivo e não destrutivo, a resolução da imagem é pouca quando se precisa de avaliar o terço apical(37).

Por outro lado, a micro-TC tem, além das vantagens da TC, definição de imagem suficiente para analisar as mais pequenas alterações, embora seja muito dispendiosa em termos de tempo e recursos(50, 51).

A replicação da anatomia interna é um método difícil de validar por depender de uma boa técnica de impressão e por estar sujeito à interpretação do observador(48).

O "cubo endodôntico" é uma técnica já utilizada desde 1987 quando foi desenvolvido por Bramante *et al.*(52) que entretanto foi sofrendo alterações de vários autores na tentativa de o melhorarem(48, 49, 53). Consiste na inclusão de um dente numa resina acrílica que solidifica numa mufla de forma a permitir que o dente seja cortado em medidas específicas, normalmente a 3, 7 e 11mm do ápex, e que possa ser montado novamente na posição inicial, sendo assim possível analisar o antes e o depois da instrumentação canal (6, 44, 52).

OBJETIVOS E HIPÓTESE

III - Objetivos e hipótese

O objetivo deste estudo foi:

- Comparar os sistemas ProTaper[®] e Hyflex[®] no que concerne à manutenção da morfologia em canais curvos, com recurso à técnica do "cubo endodôntico".
- Melhorar o conhecimento existente sobre estes dois sistemas rotatórios;
- Contribuir no preenchimento da lacuna de estudos comparativos na bibliografia atual.

Em termos de resultados, é de esperar que estes sejam ligeiramente melhores com as limas Hyflex[®] do que com o sistema ProTaper[®], uma vez que as primeiras apresentam maior flexibilidade, logo, teoricamente, irão provocar menos alterações na morfologia dos canais curvos preparados. No entanto, tratando-se de dois sistemas de endodontia mecanizados, as diferenças esperadas são poucas.

Assim temos as seguintes hipóteses:

- H0: ambos os sistemas provocam o mesmo transporte canalar;
- H1: o sistema Hyflex[®] é mais conservador que o sistema Protaper[®] na manutenção da anatomia canalar;
- H2: o sistema ProTaper[®] causa menos transporte canalar que o sistema Hyflex[®].

MATERIAIS E MÉTODOS

IV - Materiais e métodos

Para este projeto, selecionaram-se 40 molares recém extraídos com anatomia canalar e curvatura radicular semelhantes que serão divididos em dois grupos (n=20).

IV.1 - Seleção dos dentes

Os dentes foram selecionados com base na maior curvatura radicular, num desvio máximo de 20° do eixo dentário, avaliados radiologicamente. Foram rejeitados dentes com ápex aberto, limas ou outros instrumentos fraturados nos canais, dentes já obturados e dentes com canais calcificados. Os dentes cariados ou com destruição coronária foram restaurados com compósito Master Fill® (Biodinâmica®, Brasil) apenas para facilitar a sua inclusão.

Foram divididos em caixas individuais, numerados de 1 a 40 e mantidos em solução de hipoclorito de sódio a 0,5%.

O comprimento de cada canal foi determinado antes da inclusão nos blocos de acrílico e a ODMt foi determinada retirando, a esse mesmo comprimento, dois milímetros: um milímetro de recuo do ápex dentário e um milímetro devido à espessura perdida pelos dois cortes feitos nos blocos. Esta espessura perdida foi calculada fazendo uma média da ODMt perdida em 4 dentes de controlo após serem cortados nos locais pretendidos.

IV.2 - Inclusão dos dentes

Os dentes serão fixados a uma mufla de inclusão com recurso a cera rosa na face oclusal, sempre com a mesma orientação e com o cuidado do longo eixo do dente ficar perpendicular à superfície do base da mufla (fig. 8). Os ápices radiculares foram impermeabilizados com recurso a verniz colorido (fig. 9), de forma a evitar a entrada de acrílico para os canais.

Foi então criado um molde em cera rosa (fig. 10), que envolvia a mufla, dando forma paralelipidica de forma a tentar padronizar os blocos de acrílico resultantes (Fig. 11).

Os dentes foram incluídos em acrílico autopolimerizável Orthoresin® (Dentsply Maillefer®, Suíça) (fig. 12), segundo as indicações do fabricante, e colocados num recipiente com água a 50°C e 1,5bar de pressão durante 15 minutos de forma a acelerar a polimerização.

Os moldes de cera foram desfeitos e os blocos de acrílico foram retirados da mufla e limpos. Foram então cortados em dois comprimentos, a 2 e 7 mm do ápice, com um disco diamantado com dimensões 100x35mm.

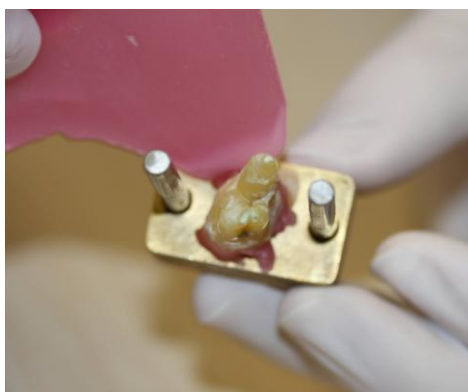


Fig. 8 - Fixação do dente à base da mufla.



Fig. 9 - Impermeabilização dos ápices com verniz.



Fig. 10 - Molde de cera para a mufla.

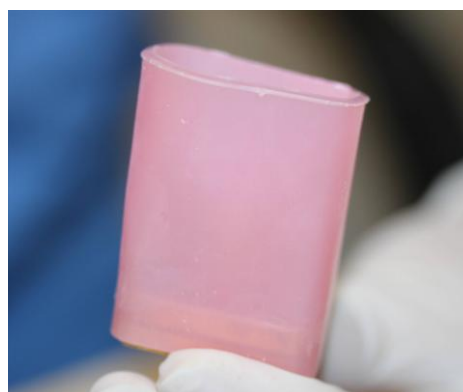


Fig. 11 - Mufla montada com molde de cera.



Fig. 12 - Inclusão do dente em acrílico.

IV.3 - Registo fotográfico pré-instrumentação

Os cortes foram fotografados com uma máquina Canon 4.0, adaptada a um microscópio SMZ800 (Nikon[®], Japão), numa ampliação 12X. Os cortes foram sempre orientados com a face vestibular virada para a parte superior da imagem.

De forma a ajudar na visualização dos canais, a face superior de cada corte foi corada com uma solução de eosina diluída em água com auxílio de um *microbrush*.

IV.4 - Distribuição e instrumentação dos dentes

Os dentes escolhidos foram divididos em dois grupos, com base em três fatores: grau de curvatura, tipologia do dente e número de canais, respetivamente do fator mais importante para o menos relevante.

Os dentes são montados segundo o eixo da mufla, mantendo assim a posição original (fig. 13) e é criada uma guia canalar com uma lima K15 à ODMt estabelecida (fig. 14).

Um grupo será preparado segundo a técnica rotatória ProTaper[®] (Dentsply Maillefer[®], Suíça) (figs. 15 – 18), com contra-ângulo endodôntico a 250RPM e 2,6N, e o outro segundo a técnica rotatória Hyflex[®] (Coltène Whaledent[®], Suíça) (figs. 19 – 22), com contra-ângulo endodôntico a

500RPM e 2,4N de acordo com os protocolos operatórios referidos pelos fabricantes e já descritos na introdução. Os canais são irrigados com solução de hipoclorito de sódio a 0,5% entre limas e estas são limpas entre canais, com recurso a uma compressa (figs. 23 e 24).



Fig. 13 - Bloco de acrílico montado.

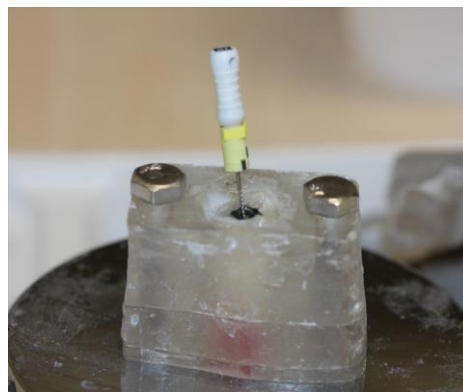


Fig. 14 - Criação da guia canal com lima K 15.



Fig. 15 - Instrumentação ProTaper®, lima SX.



Fig. 16 - Instrumentação ProTaper®, lima S1.



Fig. 17 - Instrumentação ProTaper®, lima S2.



Fig. 18 - Instrumentação ProTaper®, lima F1.



Fig. 19 - Instrumentação Hyflex®, lima 08/25.



Fig. 20 - Instrumentação Hyflex®, lima 04/20.



Fig. 21 - Instrumentação Hyflex®, lima 04/25.



Fig. 22 - Instrumentação Hyflex®, lima 06/20.

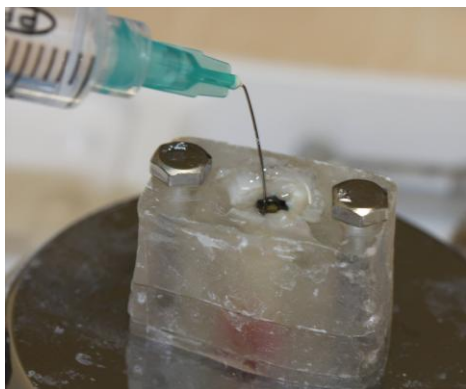


Fig. 23 - Irrigação canalár feita entre limas.



Fig. 24 - Limpeza das limas com compressa.

IV.5 - Registo fotográfico pós-instrumentação e recolha de dados

Os cortes foram fotografados nas mesmas condições pré-instrumentação, seguindo o mesmo procedimento descrito.

De forma a comparar as alterações produzidas, foi usada a fórmula descrita por Gambill *et al.*(37) [(X1-X2)-(Y1-Y2)] onde X1 é a distância da

parede interna da curvatura radicular ao canal não instrumentado, X2 a distância da parede interna da curvatura radicular ao canal instrumentado, Y1 a distância da parede externa da curvatura radicular ao canal não instrumentado e Y2 a distância da parede externa da curvatura radicular ao canal instrumentado, como esquematizado na figura 25.

Os valores de X1, X2, Y1 e Y2 foram determinados com o programa informático Photoshop[®] CC (Adobe[®], E.U.A), por medição direta.

Os dados recolhidos foram guardados numa tabela de Office Excel[®] 2007 (Microsoft[®], E.U.A) e continham o número de estudo do dente, o número do dente, o grau de curvatura, número de canais, o grupo a que o dente pertencia, o comprimento real do canal, a odontometria de trabalho ideal e os valores de X1, X2, Y1 e Y2.

IV.6 - Análise dos resultados

A análise dos resultados obtidos foi feita no programa informático SPSS[®] Statistics 21 (IBM[®], E.U.A). Foi feita análise descritiva dos resultados e a normalidade foi testada com o teste de Shapiro-Wilk. Após comprovada a distribuição não normal da amostra, os restantes testes estatísticos foram realizados segundo o teste Mann Whitney U.

RESULTADOS

V - Resultados

Dos quarenta dentes molares escolhidos para o estudo foram distribuídos, segundo a tipologia, do seguinte modo: 22 molares maxilares e 18 molares mandibulares, dos quais segundos molares (n=19), primeiros molares (n=12) e terceiros molares (n=9) (gráfico 1).

Distribuição dos dentes por tipologia

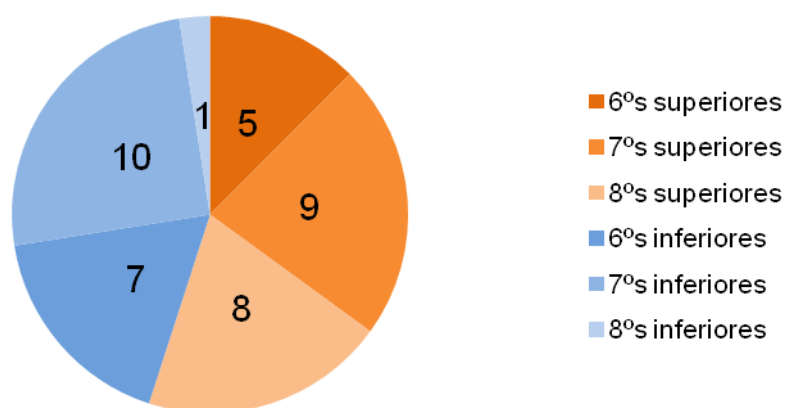


Gráfico 1 - Distribuição dos dentes, de acordo com a sua tipologia.

No total foram instrumentados 108 canais, cuja distribuição está representada no gráfico 2. Os canais mesio-vestibular e mesio-lingual mandibulares foram agrupados por apresentarem semelhanças entre si no que toca a ODMt, forma e curvatura. O número de canais não está diretamente relacionado com o número de dentes pois, como descrito anteriormente, apesar do número normal de canais ser três, podem aparecer dois ou somente um.

Distribuição dos canais

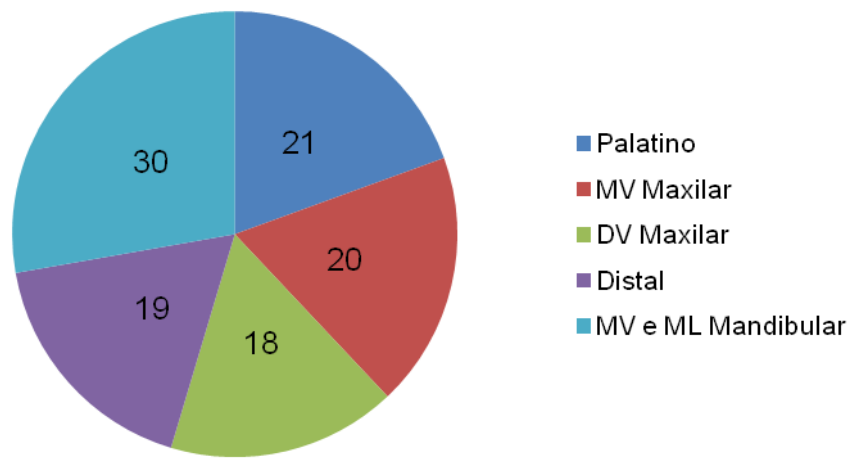


Gráfico 2 - Distribuição dos canais instrumentados.

Quanto à curvatura radicular, esta foi calculada antes da inclusão nos blocos de acrílico e a sua distribuição é a representada pelo gráfico 3. Os valores foram aproximados a múltiplos de cinco para facilitar a divisão dos grupos.

Distribuição do grau de curvatura

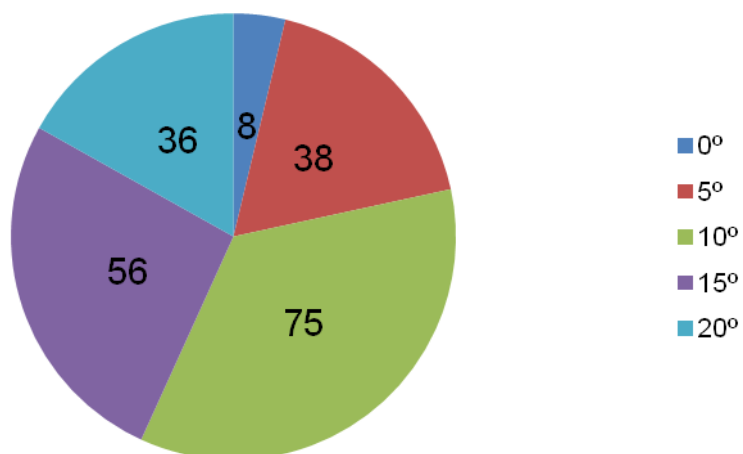


Gráfico 3 - Distribuição do grau de curvatura radicular.

A medição do deslocamento foi feita em Adobe Photoshop, de acordo com a maior curvatura de cada raiz, como demonstrado na figura 26. A frequência do deslocamento registrado, após aplicação da fórmula $[(X1-X2)-(Y1-Y2)]$ está graficamente esquematizada no gráfico 4.

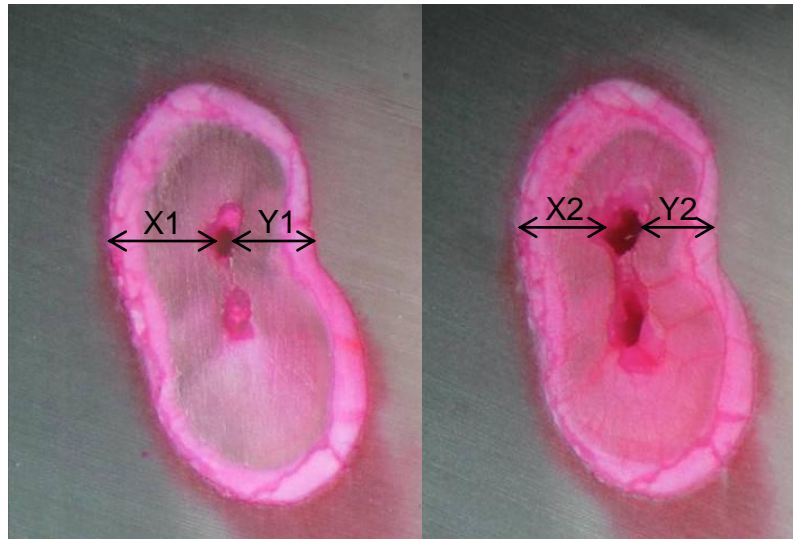


Fig. 26 - Aferição dos parâmetros X1 e Y1 pré-instrumentação (à esquerda) e X2 e Y2 pós-instrumentação (à direita). Em todas as fotografias a face vestibular corresponde à parte superior da imagem.

Frequência da quantidade de deslocamento

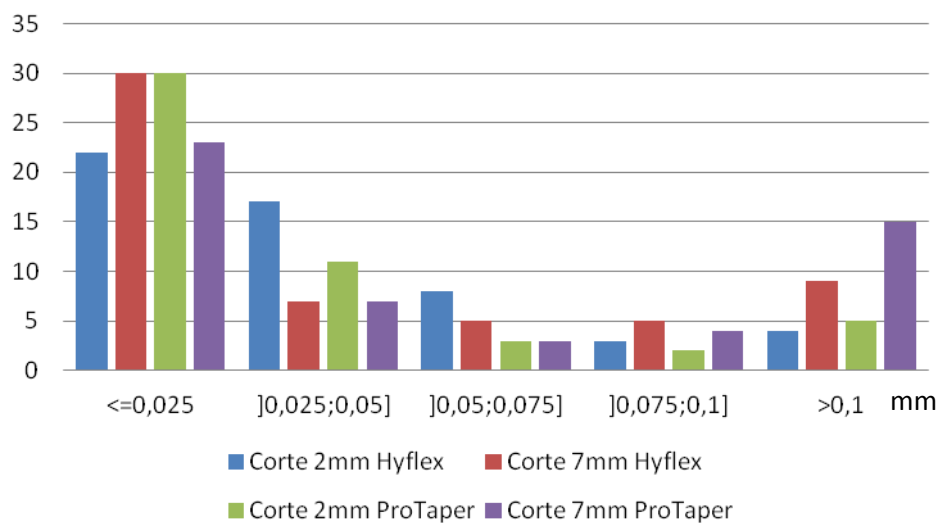


Gráfico 4 - Frequência da quantidade de deslocamento, de acordo com o corte e a técnica.

Toda a avaliação estatística foi feita por canal e com valores de deslocamento absolutos. A distribuição da amostra por canais e por curvatura do canal, relativamente a cada corte, estão descritas na tabela 3 e 4, respetivamente. Nota-se uma distribuição quase homogénea em ambos os casos.

Tabela 3 - Distribuição da amostra por canais.

	<i>n</i> Canais palatinos	<i>n</i> Canais MV Max.	<i>n</i> Canais DV Max.	<i>n</i> Canais distais	<i>n</i> Canais MV e ML Mand.	<i>n</i> total
Corte 2mm Hyflex®	10	10	8	8	17	53
Corte 2mm ProTaper®	11	10	8	10	13	52
Corte 7mm Hyflex®	10	10	9	9	17	55
Corte 7mm ProTaper®	11	10	9	10	13	53

Tabela 4 - Distribuição da amostra por curvatura do canal.

Curvatura	Corte 2mm Hyflex® (<i>n</i>)	Corte 2mm ProTaper® (<i>n</i>)	Corte 7mm Hyflex® (<i>n</i>)	Corte 7mm ProTaper® (<i>n</i>)	<i>n</i> total
0°	2	2	2	2	8
5°	10	10	9	9	38
10°	20	21	17	17	75
15°	11	12	16	17	56
20°	10	10	8	8	36

A análise descritiva, com valores absolutos, demonstrou uma média de transporte no corte a 2mm com Hyflex[®] de 0,0393mm, a 7mm de 0,0491mm, no corte a 2mm com o sistema ProTaper[®] de 0,0367mm e a 7mm de 0,0803mm. Os restantes dados estatísticos descritivos encontram-se na tabela 4. O teste de Shapiro-Wilk demonstrou uma distribuição não normal da amostra pelos quatro grupos de resultados obtidos ($p < 0,05$).

Tabela 4 - Análise estatística descritiva, por corte e sistema usado.

	<i>n</i>	Média (mm)	Desvio Padrão (mm)	Mínimo (mm)	Máximo (mm)	Shapiro-Wilk (sig)
Corte 2mm Hyflex[®]	53	0,0393	0,0340	0,0000	0,1417	0,0000
Corte 2mm ProTaper[®]	52	0,0367	0,0453	0,0000	0,2092	0,0000
Corte 7mm Hyflex[®]	55	0,0491	0,0560	0,0000	0,2019	0,0000
Corte 7mm ProTaper[®]	53	0,0803	0,1080	0,0000	0,5833	0,0000

A tabela 5 representa a mesma análise descritiva, mas tendo em conta a direção do deslocamento registado. Assim, apenas o corte a 2mm com o sistema Hyflex[®] registou um valor médio negativo, ou seja, deslocamento médio no sentido da curvatura externa radicular. Foi também o único grupo a seguir uma distribuição normal da amostra ($p > 0,05$).

Tabela 5 - Análise estatística descritiva, por corte e sistema usado tendo em conta a direção de deslocamento.

	<i>n</i>	Média (mm)	Desvio Padrão (mm)	Mínimo (mm)	Máximo (mm)	Shapiro-Wilk (sig)
Corte 2mm Hyflex®	53	-0,0129	0,0506	-0,1416	0,0916	0,6320
Corte 2mm ProTaper®	52	0,0140	0,0734	-0,1583	0,2092	0,0000
Corte 7mm Hyflex®	55	0,0194	0,0552	-0,0657	0,2019	0,0010
Corte 7mm ProTaper®	53	0,0032	0,1350	-0,5833	0,3166	0,0000

A comparação de médias dada pelo teste Mann-Whitney U diz-nos que não há relação estatisticamente significativa entre as médias dos grupos constituintes dos pares ($p > 0.05$) (tabela 6).

Tabela 6 - Resultados do teste *Mann-Whitney U*.

	<i>n</i>	Sig.
Corte 2mm Hyflex® e 2mm ProTaper®	Hyflex® = 53	0,220
	ProTaper® = 52	
Corte 7mm Hyflex® e 7mm ProTaper®	Hyflex® = 55	0,191
	ProTaper® = 53	

Quando comparados os valores obtidos de acordo com o canal, também não foi registada nenhuma diferença estatisticamente significativa ($p > 0.05$) (tabela 7). Os canais MV maxilar, MV mandibular e ML mandibular foram agrupados, por serem aqueles que, em média, apresentavam maior curvatura radicular por dente. Já os canais palatino e distal mandibular foram agrupados por serem aqueles que, em média, apresentavam menor curvatura radicular.

Tabela 7 - Resultados do teste *Mann-Whitney U*, de acordo com o canal.

	n	Sig.
Corte 2mm, canal MV max + canal MV e ML mand.	Hyflex® = 27	0,559
	ProTaper® = 23	
Corte 7mm, canal MV max + canal MV e ML mand.	Hyflex® = 27	0,682
	ProTaper® = 23	
Corte 2mm, canal palatino + distal	Hyflex® = 19	0,279
	ProTaper® = 20	
Corte 7mm, canal palatino + distal	Hyflex® = 20	0,053
	ProTaper® = 20	

Por fim, quando os resultados foram avaliados segundo a curvatura do canal instrumentado também não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas ($p > 0.05$) (tabela 8). Neste caso, foram feitos dois grupos para análise: o primeiro continha os dentes com 5° e 10° de curvatura, o segundo com 15° e 20° de curvatura.

Tabela 8 - Resultados do teste *Mann-Whitney U*, de acordo com a curvatura.

	n	Sig.
Corte 2mm, curvatura de 5°+10°	Hyflex® = 30	0,202
	ProTaper® = 26	
Corte 7mm, curvatura de 5°+10°	Hyflex® = 31	0,135
	ProTaper® = 26	
Corte 2mm, curvatura de 15°+20°	Hyflex® = 21	0,246
	ProTaper® = 24	
Corte 7mm, curvatura de 15°+20°	Hyflex® = 22	0,387
	ProTaper® = 25	

DISCUSSÃO

VI - Discussão

Tratando-se de dois sistemas mecanizados com princípios e protocolos diferentes foi necessário estabelecer desde o início um critério que permitisse a obtenção de resultados comparáveis. Apesar de cada um dos sistemas estudados ser composto por seis limas diferentes, neste estudo só foram utilizadas as primeiras quatro de cada um, pois estas são as que apresentavam maior semelhança em D0, ao nível do primeiro corte (D2) e ao nível do segundo corte (D7). A tabela 9 representa os diâmetros das diferentes limas de finalização de cada sistema.

Tabela 9 - Comparação dos diâmetros das limas finalizadoras dos sistemas Hyflex[®] e ProTaper[®].

	06/20	04/30	04/40	F1	F2	F3
D0	20	30	40	20	25	30
D2	32	38	48	34	41	48
D7	62	58	68	69	81	93

Como se pode verificar, as limas 06/20 do sistema Hyflex[®] e F1 do sistema ProTaper[®] são aquelas que apresentam diâmetros mais semelhantes em D0, D2 e D7 (fig. 27). Por este motivo foram escolhidas como finalizadoras em cada grupo.

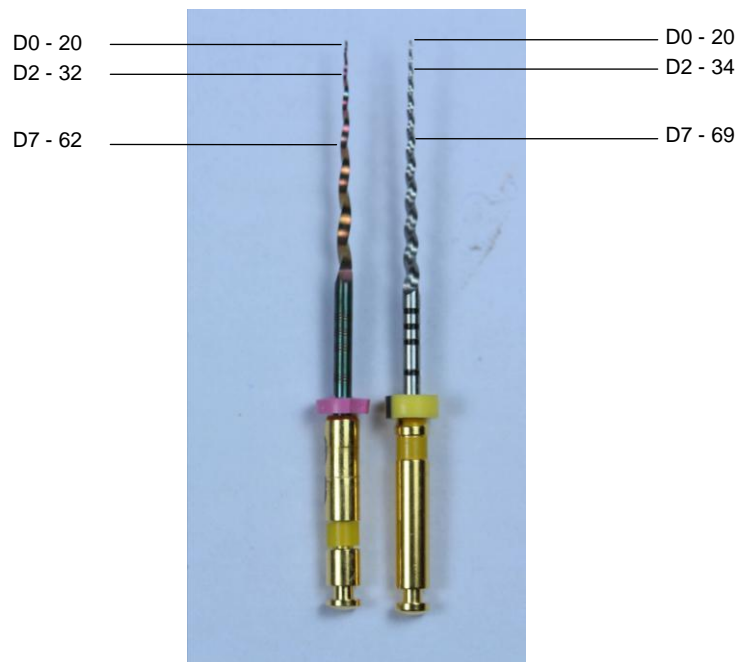


Fig. 27 - Comparação das limas 06/20 e F1.

A necessidade de escolher limas com diâmetros o mais semelhante possível advém do facto de que quanto maior o diâmetro da lima menor ser a sua flexibilidade o que, neste caso, daria resultados enviesados pois as limas finalizadoras de cada sistema têm diâmetros completamente diferentes(54-56).

No entanto, e apesar de procurar uniformizar o mais possível o estudo efetuado, existiram algumas dificuldades na concretização deste objetivo. A maior advém do método de trabalho adotado, o “cubo endodôntico”. Este método parte do pressuposto que o dente, incluído em acrílico, pode ser cortado e analisado antes e depois de ser instrumentado pois permite que seja montado sempre na posição inicial de inclusão. Contudo, os cortes efetuados no dente tornam o trajeto canalir irregular (fig. 28).

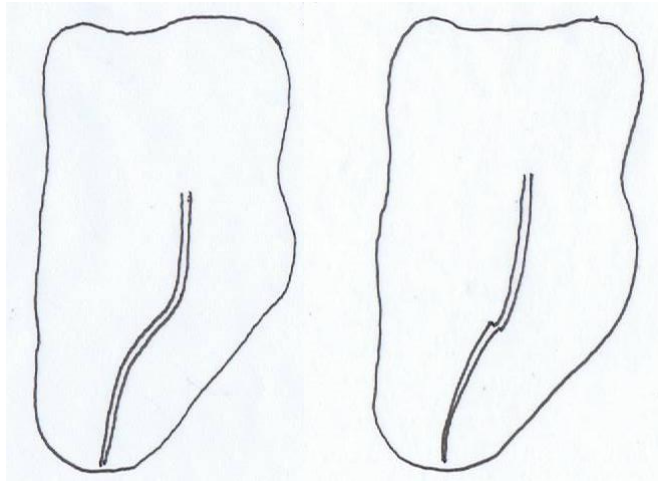


Fig. 28 - Esquemática da forma inicial do canal (à esquerda) e do degrau no trajeto canalar criado pelo corte (à direita).

Esta irregularidade é mais importante quanto maior a curvatura do canal e quanto mais fino este for. Ao criar-se um degrau, dependendo da severidade do mesmo, pode deformar o trajeto da lima ou mesmo impedir a sua passagem. Este facto torna-se mais relevante no corte aos 2mm do que aos 7mm, uma vez que o canal é mais estreito no primeiro. Deste modo, é possível que alguns dos resultados nulos obtidos (deslocação canalar igual a zero) sejam devidos a esta causa, pois a ODMt não foi a ideal em alguns dos canais preparados(48).

Em termos de resultados obtidos, conclui-se que, os grupos não têm uma distribuição normal ($p=0,00$ segundo o teste de Shapiro-Wilk) e não há diferença estatisticamente significativa entre o transporte canalar criado pelos dois sistemas. Deste modo, a relação entre os dois sistemas estudados no corte aos 2mm teve uma significância de 0,220, enquanto que o corte aos 7mm teve uma significância de 0,191. Como ambos os valores deram $p > 0,05$, não foi possível afirmar que as diferenças das médias de cada grupo tivessem significado estatístico, sendo apenas possível afirmar que não excluimos H_0 . No entanto é possível afirmar que ao nível dos 2mm o sistema Protaper® parece causar menor deslocamento canalar, enquanto que aos 7mm o sistema Hyflex® pareceu ser mais conservador, sem significância estatística. Os resultados obtidos vão de encontro aos de outros autores, apesar de terem utilizado uma metodologia diferente deste estudo (43, 57-62). As semelhanças com tais estudos encontram-se tanto no que concerne à

validade estatística como nos valores absolutos de transporte apical serem muito pequenos.

Os resultados obtidos pelo sistema Hyflex[®] vão de encontro aos obtidos por Zhao(63) no que concerne à equiparência deste sistema com outros sistemas de endodontia mecanizada.

A direção do deslocamento provocado por cada sistema foi também avaliada, quando a média foi feita com os valores reais dos resultados obtidos. O sistema Hyflex[®] apresentou um valor médio negativo, no corte aos 2mm, o que nos indica um deslocamento na direção da curvatura externa do canal, enquanto que o sistema Protaper[®] apresentou uma média de deslocamento positiva. O valor verificado pela técnica ProTaper vai contra o esperado, uma vez que a nível apical seria esperado um deslocamento maior no sentido da curvatura externa(23).

Nos registos aos 7mm, os valores médios foram positivos com os dois sistemas, indicando um deslocamento no sentido da curvatura interna do canal. Estes resultados vão de encontro ao esperado, uma vez que a nível do terço médio e coronal do canal o deslocamento ocorre maioritariamente no sentido da curvatura interna do canal(23).

Quando analisados os resultados de acordo com o canal instrumentado, também não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos. No entanto, parece haver diferença entre os dois sistemas aos 7mm nos canais palatino e distal mandibular ($p=0,053$). Este valor embora não seja estatisticamente significativo, encontra-se no chamado limiar de tolerância.

Por fim, os dois sistemas foram comparados com base no grau de curvatura radicular. Os grupos criados para esta avaliação não apresentaram valores de significância aceitáveis ($p>0,05$). Assim não parece haver relação entre o grau de curvatura e o sistema utilizado.

Estas análises foram feitas com o estudo Mann-Whitney U, um estudo não-paramétrico, devido ao valor obtido no teste de Shapiro-Wilk.

Durante a realização deste trabalho, não foram registadas fraturas em nenhuma lima, o que de certa forma, comprova as propriedades elásticas dos sistemas estudados.

CONCLUSÕES

VII - Conclusões

Os resultados permitem concluir que:

- No que concerne ao transporte canal, os sistemas ProTaper® e Hyflex® obtiveram resultados equiparáveis, embora sem validade estatística. Ambos produziram valores médios de transporte mínimos e, de certa forma, clinicamente irrelevantes;
- A curvatura ou o tipo de canal instrumentado não parece estar relacionado com a quantidade de deslocamento criado;
- As propriedades mecânicas oferecidas pela liga NiTi foram comprovadas, uma vez que não houve fratura de nenhum instrumento ao longo do estudo;
- Do ponto de vista prático, a possibilidade de verificar a usabilidade das limas Hyflex® é extremamente importante, uma vez que permite ao operador reduzir a sobre-utilização das mesmas. Tal característica descrita pela casa comercial foi comprovada durante o estudo, assim como a memória da liga foi comprovada pela esterilização das limas por diversas vezes;
- Enquanto que do ponto de vista administrativo o sistema Hyflex® pode ter interesse para o médico dentista, do ponto de vista clínico as características descritas como inovadoras apenas trazem a possibilidade de pré-curvar as limas;
- Mais estudos sobre o sistema Hyflex® são necessários, uma vez que se trata de um sistema novo e ainda pouco estudado. Também é necessário a realização de estudos comparativos com outros métodos de avaliação, nomeadamente com recurso a TC para conhecer ainda melhor as alterações criadas por cada sistema.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

VIII - Referências bibliográficas

1. Walton RE, Torabinejad M. Principles and Practise of Endodontics. Third ed: W. B. Saunders Company; 2002.
2. Cheung GS, Darvell BW. Low-cycle fatigue of rotary NiTi endodontic instruments in hypochlorite solution. *Dent Mater.* 2008 Jun;24(6):753-9.
3. Gambarini G, Gerosa R, De Luca M, Garala M, Testarelli L. Mechanical properties of a new and improved nickel-titanium alloy for endodontic use: an evaluation of file flexibility. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2008 Jun;105(6):798-800.
4. Cheung GS, Shen Y, Darvell BW. Effect of environment on low-cycle fatigue of a nickel-titanium instrument. *J Endod.* 2007 Dec;33(12):1433-7.
5. Bhatti N, Sroa R, Sikri VK. Evaluation of surface preparation and maintenance of canal curvature following instrumentation with hand 'K' file and three different Ni-Ti rotary systems: A radiographic and SEM study. *Contemp Clin Dent.* 2010 Apr;1(2):88-93.
6. Paulo M. Estudo do Remanescente Dentinário Após a Instrumentação Endodôntica na Raiz Mesial dos Molares Inferiores. Porto: Universidade do Porto; 1994.
7. Cohen S, Burns R. Pathways of the Pulp. 6th ed: Mosby-Year Book; 1994.
8. Szabo BT, Pataky L, Mikusi R, Fejerdy P, Dobo-Nagy C. Comparative evaluation of cone-beam CT equipment with micro-CT in the visualization of root canal system. *Ann Ist Super Sanita.* 2012;48(1):49-52.
9. Grande NM, Plotino G, Gambarini G, Testarelli L, D'Ambrosio F, Pecci R, et al. Present and future in the use of micro-CT scanner 3D analysis for the study of dental and root canal morphology. *Ann Ist Super Sanita.* 2012;48(1):26-34.
10. Laurichesse J, Maestroni F, Breillat J. Endodontie clinique: Éditions C.d.P; 1986.
11. Kulild J, Peters D. Incidence and configuration of canal systems in the mesiobuccal root of maxillary first and second molars. *J Endod.* 1990;16(7):311-7.
12. Bath-Balogh M, Fehrenbach M. Anatomia, Histologia e Embriologia dos Dentes e das Estruturas Orofaciais. 2ª ed: Manole; 2008.
13. Skidmore A, Bjorndal A. Root canal morphology of the human mandibular first molar. *Oral Surg.* 1971;32:778.
14. Busquim SS, dos Santos M. Cervical shaping in curved root canals: comparison of the efficiency of two endodontic instruments. *Pesqui Odontol Bras.* 2002 Oct-Dec;16(4):327-31.
15. Beer R, Baumann M, Kielbassa A. Pocket Atlas of Endodontics: Thieme; 2006.
16. Taylor GN. Advanced techniques for intracanal preparation and filling in routine endodontic therapy. *Dent Clin North Am.* 1984 Oct;28(4):819-32.
17. Heuer M. The biomechanics of endodontic therapy. *Dent Clin North Am.* 1963(7):341-59.
18. Schilder H. Cleaning and shaping the root canal. *Dent Clin North Am.* 1974(18):269-96.

19. Ozer SY. Comparison of root canal transportation induced by three rotary systems with noncutting tips using computed tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2011 Feb;111(2):244-50.
20. Vanni JR, Albuquerque DS, Reiss C, Baratto Filho F, Limongi O, Della Bona A. Apical displacement produced by rotary nickel-titanium instruments and stainless steel files. *J Appl Oral Sci.* 2004 Mar;12(1):51-5.
21. Schafer E, Vlassis M. Comparative investigation of two rotary nickel-titanium instruments: ProTaper versus RaCe. Part 2. Cleaning effectiveness and shaping ability in severely curved root canals of extracted teeth. *Int Endod J.* 2004 Apr;37(4):239-48.
22. Schafer E, Erler M, Dammaschke T. Comparative study on the shaping ability and cleaning efficiency of rotary Mtwo instruments. Part 2. Cleaning effectiveness and shaping ability in severely curved root canals of extracted teeth. *Int Endod J.* 2006 Mar;39(3):203-12.
23. Hülsman M, Peters OA, Dummer P. Mechanical preparation of root canals: shaping goals, techniques and means. *Endodontic Topics.* 2005(10):30-76.
24. Kazemi RB, Stenman E, Spangberg LS. Machining efficiency and wear resistance of nickel-titanium endodontic files. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1996 May;81(5):596-602.
25. Plotino G, Testarelli L, Al-Sudani D, Pongione G, Grande NM, Gambarini G. Fatigue resistance of rotary instruments manufactured using different nickel-titanium alloys: a comparative study. *Odontology.* 2012 Oct 18.
26. Jain N, Tushar S. Curved canals: ancestral files revisited. *Indian J Dent Res.* 2008 Jul-Sep;19(3):267-71.
27. Kuzekanani M, Walsh LJ, Yousefi MA. Cleaning and shaping curved root canals: Mtwo vs ProTaper instruments, a lab comparison. *Indian J Dent Res.* 2009 Jul-Sep;20(3):268-70.
28. Oltramare M. Plötzliche Exstirpation der Zahnpulpa mittels einer durch die Bohrmaschine in Rotation versetzten Nadel. *Dtsch Monatsschr Zahnheilk.* 1892(32):407-9.
29. Johnson WT. *Color Atlas of Endodontics.* 1 ed: Saunders Company; 2002.
30. Subha N, Sikri VK. Comparative evaluation of surface changes in four Ni-Ti instruments with successive uses - An SEM study. *J Conserv Dent.* 2011 Jul;14(3):282-6.
31. Azar MR, Safi L, Nikaein A. Comparison of the cleaning capacity of Mtwo and Pro Taper rotary systems and manual instruments in primary teeth. *Dent Res J (Isfahan).* 2012 Mar;9(2):146-51.
32. Martins Rde C, Bahia MG, Buono VT. Geometric and dimensional characteristics of simulated curved canals prepared with proTaper instruments. *J Appl Oral Sci.* 2010 Jan-Feb;18(1):44-9.
33. Kunert GG, Camargo Fontanella VR, de Moura AA, Barletta FB. Analysis of apical root transportation associated with ProTaper Universal F3 and F4 instruments by using digital subtraction radiography. *J Endod.* 2010 Jun;36(6):1052-5.
34. Iqbal MK, Maggiore F, Suh B, Edwards KR, Kang J, Kim S. Comparison of apical transportation in four Ni-Ti rotary instrumentation techniques. *J Endod.* 2003 Sep;29(9):587-91.
35. Javaheri HH, Javaheri GH. A comparison of three Ni-Ti rotary instruments in apical transportation. *J Endod.* 2007 Mar;33(3):284-6.

36. Hartmann MS, Fontanella VR, Vanni JR, Fornari VJ, Barletta FB. CT evaluation of apical canal transportation associated with stainless steel hand files, oscillatory technique and pro taper rotary system. *Braz Dent J*. 2011;22(4):288-93.
37. Freire LG, Gavini G, Branco-Barletta F, Sanches-Cunha R, dos Santos M. Microscopic computerized tomographic evaluation of root canal transportation prepared with twisted or ground nickel-titanium rotary instruments. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2011 Dec;112(6):e143-8.
38. Ninan E, Berzins DW. Torsion and bending properties of shape memory and superelastic nickel-titanium rotary instruments. *J Endod*. 2013 Jan;39(1):101-4.
39. Testarelli L, Plotino G, Al-Sudani D, Vincenzi V, Giansiracusa A, Grande NM, et al. Bending properties of a new nickel-titanium alloy with a lower percent by weight of nickel. *J Endod*. 2011 Sep;37(9):1293-5.
40. Coltene. 2013 [cited 2013]; Available from: http://www.coltene.com/download.php?file_id=5245.
41. Coltene. 2011 [cited 2013]; Available from: http://www.hyflex.info/fileadmin/dam/DATEN/HyFlex-CM/downloads/allgemein/6808_02-11_GA_HyFlex_CM.pdf.
42. Peters OA, Gluskin AK, Weiss RA, Han JT. An in vitro assessment of the physical properties of novel Hyflex nickel-titanium rotary instruments. *Int Endod J*. 2012 Nov;45(11):1027-34.
43. Iqbal MK, Firic S, Tulcan J, Karabucak B, Kim S. Comparison of apical transportation between ProFile and ProTaper NiTi rotary instruments. *Int Endod J*. 2004 Jun;37(6):359-64.
44. Grande NM, Plotino G, Butti A, Messina F, Pameijer CH, Somma F. Cross-sectional analysis of root canals prepared with NiTi rotary instruments and stainless steel reciprocating files. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2007 Jan;103(1):120-6.
45. Ingle J, Bakland L. *Endodontics*. 5 ed: B. C. Decker; 2002.
46. Denstply. 2013; Available from: <http://www.dentsply.co.uk/Products/Instructions-for-use.aspx>.
47. Freire LG, Gavini G, Cunha RS, Santos M. Assessing apical transportation in curved canals: comparison between cross-sections and micro-computed tomography. *Braz Oral Res*. 2012 May-Jun;26(3):222-7.
48. Kuttler S, Garala M, Perez R, Dorn SO. The endodontic cube: a system designed for evaluation of root canal anatomy and canal preparation. *J Endod*. 2001 Aug;27(8):533-6.
49. Lopez FU, Travessas JA, Fachin E, Fontanella V, Grecca F. Apical transportation: two assessment methods. *Aust Endod J*. 2009 Aug;35(2):85-8.
50. Moura-Netto C, Palo RM, Camargo CH, Pameijer CH, Bardauil MR. Micro-CT assessment of two different endodontic preparation systems. *Braz Oral Res*. 2013 Feb;27(1):26-30.
51. Peru M, Peru C, Mannocci F, Sherriff M, Buchanan LS, Pitt Ford TR. Hand and nickel-titanium root canal instrumentation performed by dental students: a micro-computed tomographic study. *Eur J Dent Educ*. 2006 Feb;10(1):52-9.
52. Bramante CM, Berbert A, Borges RP. A methodology for evaluation of root canal instrumentation. *J Endod*. 1987 May;13(5):243-5.

53. Tamse A, Pilo R. A new muffle model system to study root canal morphology and instrumentation techniques. *J Endod.* 1998 Aug;24(8):540-2.
54. Lopes HP, Elias CN, Estrela C, Siqueira JF, Jr. Assessment of the apical transportation of root canals using the method of the curvature radius. *Braz Dent J.* 1998;9(1):39-45.
55. Oliveira CA, Meurer MI, Pascoalato C, Silva SR. Cone-beam computed tomography analysis of the apical third of curved roots after mechanical preparation with different automated systems. *Braz Dent J.* 2009;20(5):376-81.
56. Grazziotin-Soares R, Barato Filho F, Vanni JR, Almeida S, Oliveira EP, Barletta FB, et al. Flexibility of K3 and ProTaper universal instruments. *Braz Dent J.* 2011;22(3):218-22.
57. Karabucak B, Gatan AJ, Hsiao C, Iqbal MK. A comparison of apical transportation and length control between EndoSequence and Guidance rotary instruments. *J Endod.* 2010 Jan;36(1):123-5.
58. Duran-Sindreu F, Garcia M, Olivieri JG, Mercade M, Morello S, Roig M. A comparison of apical transportation between FlexMaster and Twisted Files rotary instruments. *J Endod.* 2012 Jul;38(7):993-5.
59. Garcia M, Duran-Sindreu F, Mercade M, Bueno R, Roig M. A comparison of apical transportation between ProFile and RaCe rotary instruments. *J Endod.* 2012 Jul;38(7):990-2.
60. Iqbal MK, Floratos S, Hsu YK, Karabucak B. An in vitro comparison of Profile GT and GTX nickel-titanium rotary instruments in apical transportation and length control in mandibular molar. *J Endod.* 2010 Feb;36(2):302-4.
61. Gonzalez Sanchez JA, Duran-Sindreu F, de Noe S, Mercade M, Roig M. Centring ability and apical transportation after overinstrumentation with ProTaper Universal and ProFile Vortex instruments. *Int Endod J.* 2012 Jun;45(6):542-51.
62. Gekelman D, Ramamurthy R, Mirfarsi S, Paque F, Peters OA. Rotary nickel-titanium GT and ProTaper files for root canal shaping by novice operators: a radiographic and micro-computed tomography evaluation. *J Endod.* 2009 Nov;35(11):1584-8.
63. Zhao D, Shen Y, Peng B, Haapasalo M. Micro-computed tomography evaluation of the preparation of mesiobuccal root canals in maxillary first molars with Hyflex CM, Twisted Files, and K3 instruments. *J Endod.* 2013 Mar;39(3):385-8.

APÊNDICES

IX - Apêndices

Tabela 10 - Tabela resumo dos dados recolhidos.


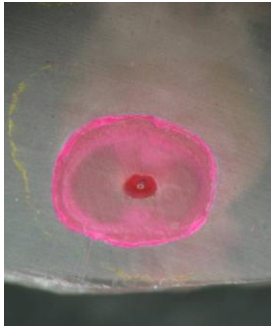









Dente	Classificação	Curvatura	Nº Canais	Grupo	ODM Canal 1	[(X1-X2)-(Y1-Y2)]	ODM Canal 2	[(X1-X2)-(Y1-Y2)]	ODM Canal 3	[(X1-X2)-(Y1-Y2)]	ODM Canal 4	[(X1-X2)-(Y1-Y2)]
1	2.7	10º	3	1	21 (P)	-0,002777778	20 (MV)	-0,031481481	20.5 (DV)	0,025		
						0,008333333		-0,043518519		0,025		
2	3.6	20º	2	1	17 (M)	-0,030555556	17 (D)	0,207407407				
						-0,016666667		-0,046296296				
3	4.6	15º	3	1	20 (D)	-0,065740741	22 (MV)	0,006481481	22.5 (ML)	0,007407407		
						-0,177777778		0,034259259		-0,063888889		
4	4.8	15º	2	1	19.5 (D)	-0,00462963	19 (ML)	-0,009259259				
						-0,107407407		0,011111111				
5	1.7	15º	3	1	18 (P)	0,074074074	19 (MV)	0,008333333	19 (DV)	-0,037037037		
						-0,583333333		-0,225		0,016666667		
6	4.6	10º	3	2	21 (D)	0,073148148	18.5 (MV)	-0,012962963	18.5 (ML)	-0,007407407		
						0,150925926		0,201851852		0,094444444		
7	1.8	20º	3	2	18 (P)	-0,124074074	18 (MV)	-0,012962963	18.5 (DV)	0,038888889		
						-0,00462963		0,02962963		-0,055555556		
8	4.7	10º	2	1	19 (D)	-0,031481481	19 (M)	-0,031481481				
						8,88178E-16		0,010185185				
9	1.8	10º	1	1	16	-0,033333333						
						-0,003703704						
10	1.7	15º	3	2	17.5 (P)	-0,026851852	18.5 (MV)	-0,003703704	17.5 (DV)	-0,030555556		


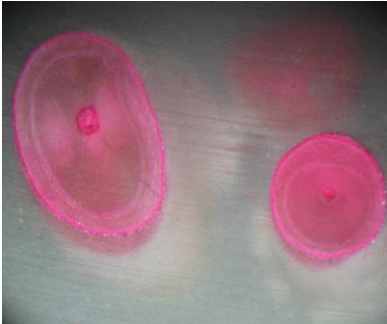








						-0,016666667		-0,037037037		-0,069444444		
11	4.7	15º	3	1	19.5 (D)	0,036111111	20.5 (MV)	0,100925926	20.5 (ML)	0,100925926		
						-0,158333333		0,17962963		0,025925926		
12	1.7	20º	3	1	21.5 (P)	0,00462963	21.5 (MV)	-0,008333333	22 (DV)			
						0,139814815		-0,123148148		0,113888889		
13	2.6	15º	3	2	21 (P)	0,030555556	20.5 (MV)	0,044444444	19 (DV)	0,021296296		
						-0,008333333		0,082407407		-0,081481481		
14	2.8	5º	3	1	19.5 (P)	-0,02037037	19.5 (MV)	0,025	19.5 (DV)	0,025		
						-0,016666667		0,114814815		-0,056481481		
15	2.8	10º	1	2	20 (P)	-0,00462963						
						0,034259259						
16	2.8	15º	3	1	19 (DV)	-0,001851852	19.5 (MV)	0,209259259	20.5 (P)	0		
						0,010185185		0,010185185		0,010185185		
17	2.8	5º	2	2	18 (D)	0,012037037	18 (M)	0,012037037				
						0,010185185		-0,002777778				
18	2.6	10º	3	1	23 (P)	0,011111111	20 (MV)	0,015740741	21 (DV)	0,106481481		
						-0,02037037		0,043518519		-0,096296296		
19	1.6	20º	3	1	20 (P)	0,019444444	20 (MV)	-0,049074074	20 (DV)	0,009259259		
						0,007407407		0,144444444		-0,015740741		
20	4.7	5º	2	1	22 (D)	0,012962963	21 (M)	-0,009259259				
						0,001851852		0,316666667				
21	2.7	15º	3	1	19.5 (P)	0,018518519	20 (DV)	-0,019444444	20 (MV)	0,032407407		
						0,002777778		0		0,061111111		
22	3.7	20º	3	2	20 (D)	-0,002777778	19.5 (MV)	-0,048148148	19.5 (ML)	-0,048148148		




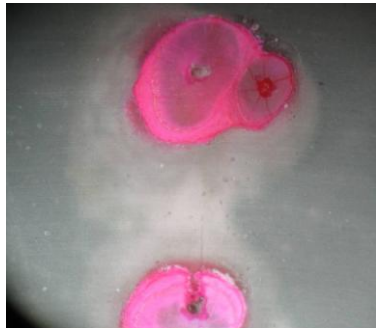
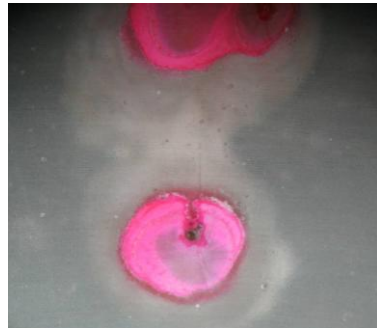

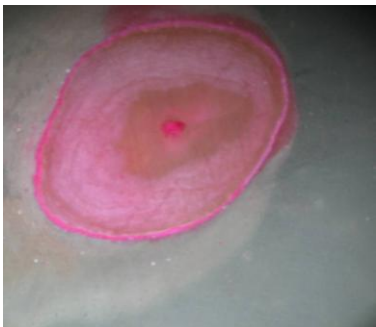




						-0,001851852		0,022222222		-0,056481481		
23	2.6	15º	3	1	22.5 (P)	0,008333333	19.5 (MV)	-0,002777778	22 (DV)	-2,22045E-16		
						0,003703704		0,301851852		0,083333333		
24	1.7	20º	3	2	19.5 (P)	-0,058333333	MV	0,016666667	DV			
						-0,025		0,041666667		-0,016666667		
25	2.8	15º	3	2	19 (P)	-0,058333333	20.5 (MV)	-0,141666667	18.5 (DV)	0,008333333		
						0		-0,1		-0,158333333		
26	2.7	10º	3	2	22.5 (P)	0	21 (MV)	-0,108333333	21 (DV)	-0,041666667		
						0,016666667		0,158333333		-2,22045E-16		
27	2.6	15º	3	2	22.5 (P)	0,041666667	22.5 (MV)	0	22.5 (DV)	0,016666667		
						0		-0,033333333		0,041666667		
28	2.7	0º	2	1	21 (V)	0,041666667	21.5 (P)	-0,041666667				
						0,008333333		-0,041666667				
29	2.7	20º	3	2	21 (P)	0,033333333	20 (MV)	-0,066666667	20.5 (DV)	-0,033333333		
						0		0,058333333		0,008333333		
30	2.8	5º	2	2	19 (P)	-0,116666667	19 (V)	-0,016666667				
						0,091666667		0,141666667				
31	3.6	15º	3	2	22 (D)	-0,033333333	22 (MV)	0,041666667	22 (ML)	0,025		
						-0,016666667		0,025		-0,025		
32	4.6	15º	3	2	22 (D)	0,083333333	22 (MV)	-0,008333333	22 (ML)	0		
						0		-0,066666667		0,025		
33	4.7	15º	3	2	21 (D)	-0,058333333	21.5 (MV)	-0,033333333	18.5 (ML)	-0,083333333		
						-0,05		-0,016666667		-0,025		
34	3.6	15º	3	1	20 (D)	-0,016666667	22 (MV)	0,091666667	20.5 (ML)	0,091666667		










						0,151666667		0,083333333		0,125		
35	3.7	10º	4	1	22 (DV)	0,025	22 (DL)	0,025	21 (MV)	0,075	20 (ML)	0
						0,025		-0,283333333		-0,033333333		0,1
36	4.7	5º	3	2	21 (D)		21 (MV)	0,091666667	21 (ML)	-0,041666667		
						0		0		0,016666667		
37	3.7	10º	3	2	20.5 (D)	-0,041666667	21 (MV)	0,058333333	20.5 (ML)	0,058333333		
						0		0,125		0,183333333		
38	3.7	10º	3	2	20 (D)	-0,016666667	21 (MV)	0,008333333	21 (ML)	-0,05		
						0		0,016666667		-0,008333333		
39	3.6	20º	2	2	15 (D)	0	16 (M)	-0,075				
						0		0,191666667				
40	3.7	20º	2	1	17 (D)	0,016666667	17 (M)	0				
						0		0				

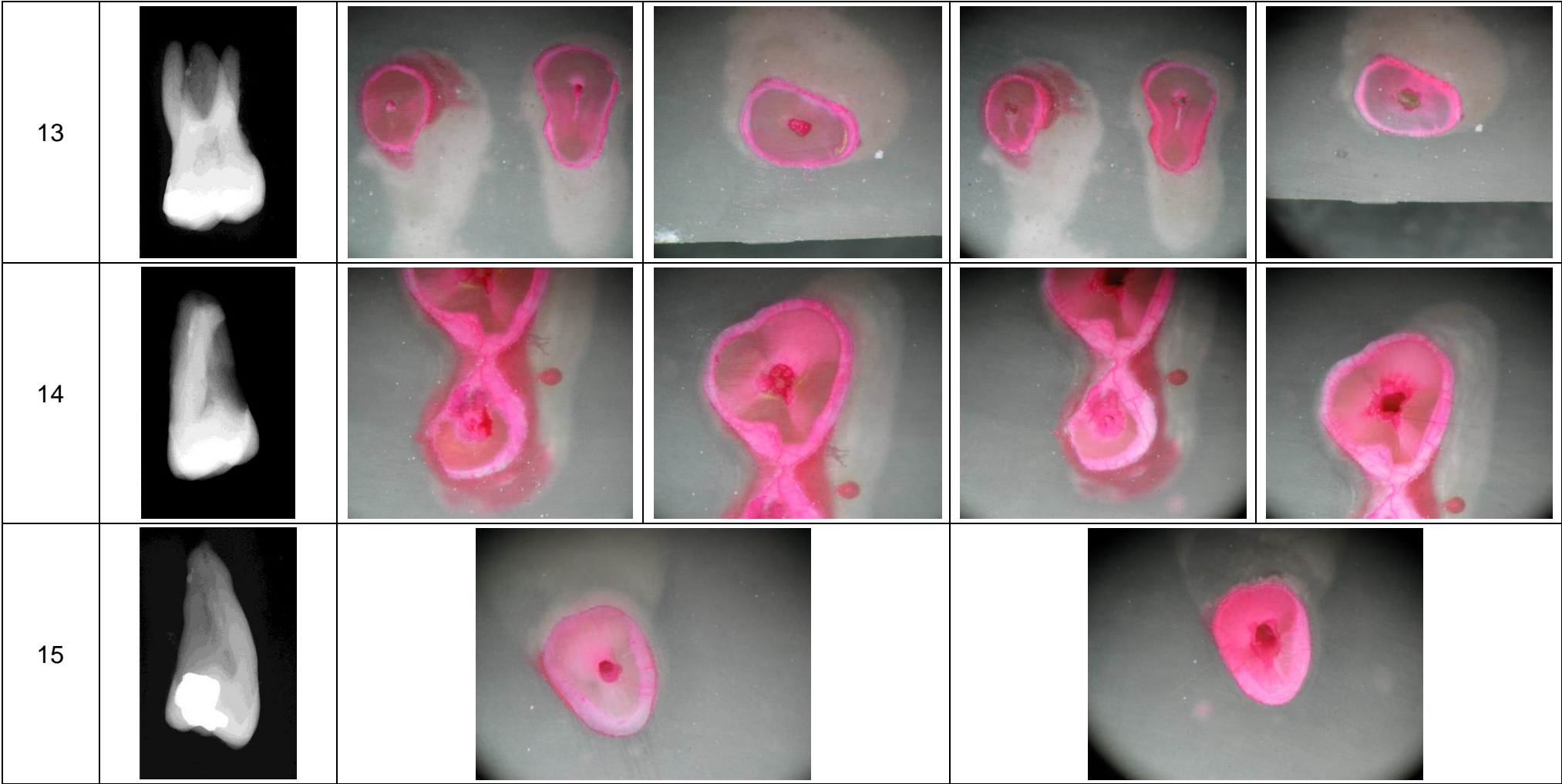
Tabela 11 - Fotografias do corte a 2mm pré e pós instrumentação.











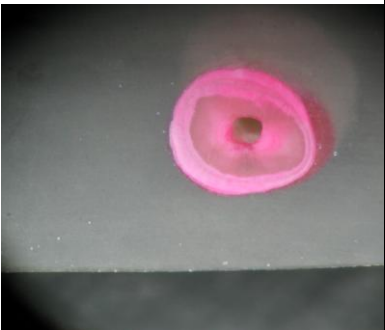
Dente	Raio-x com maior angulação radicular	Fotografias 2mm pré-instrumentação		Fotografias 2mm pós instrumentação	
1					
2					
3					

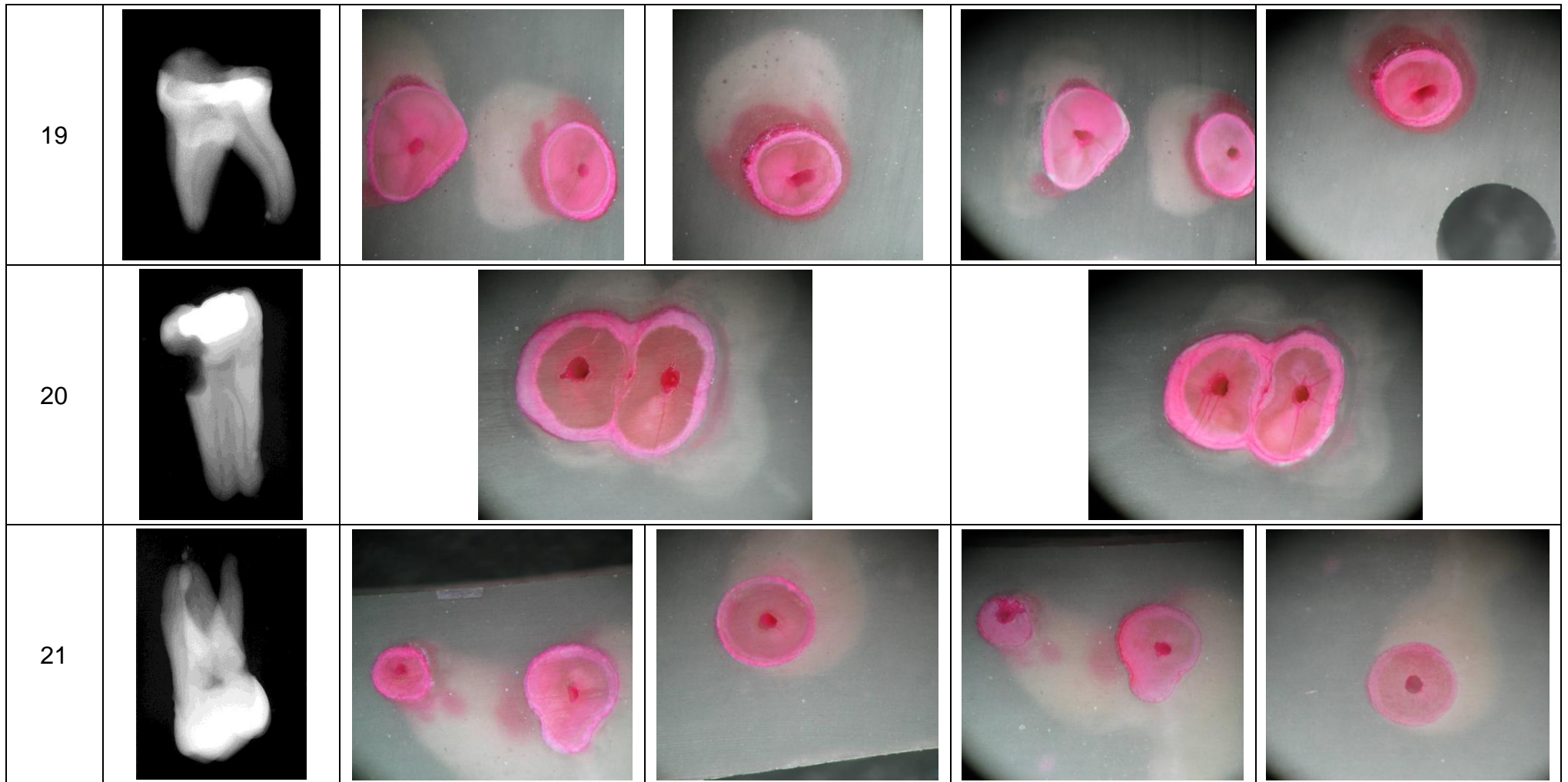
4				
5				
6				






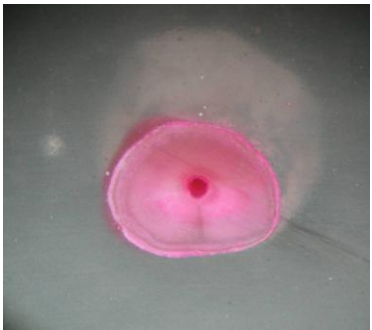

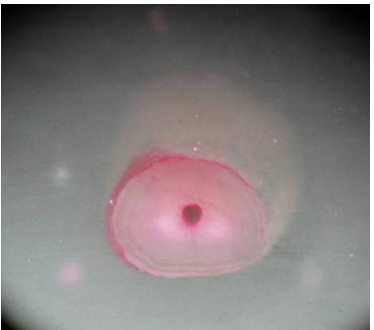



7					
8					
9					






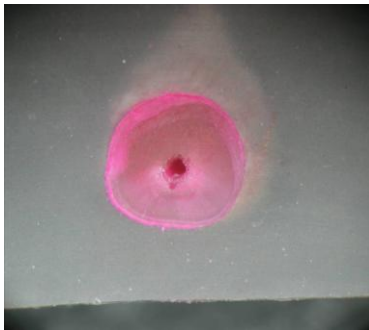

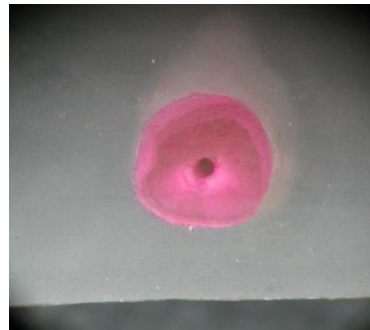


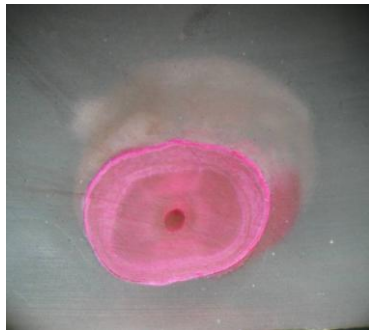

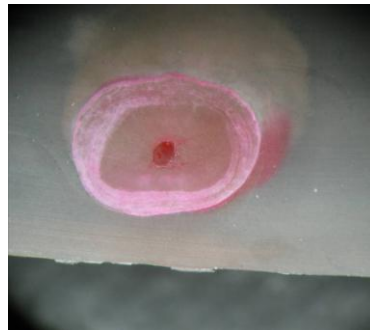
10			
11			
12			






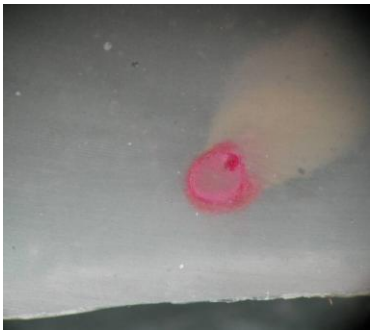









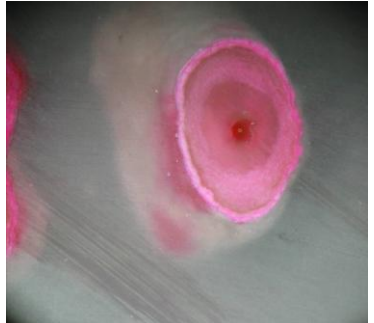








16					
17					
18					





















22					
23					
24					

25					
26					
27					

28					
29					
30					

31					
32					
33					

34			
35			
36			

37			
38			
39			

40

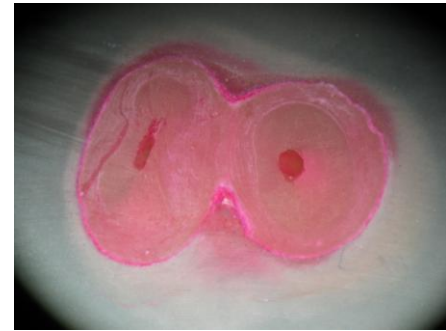












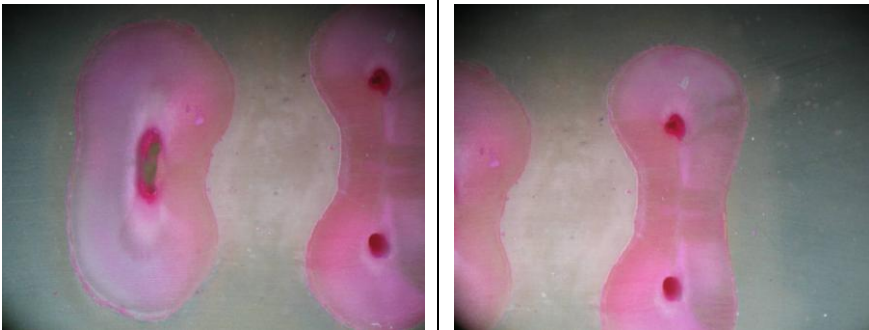






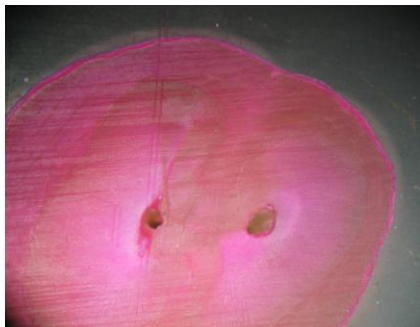








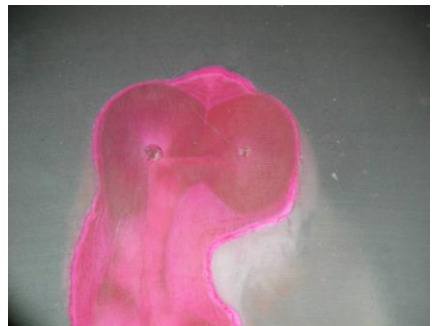

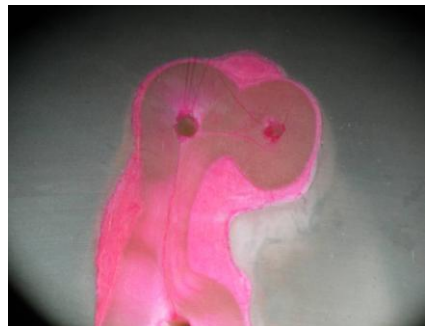




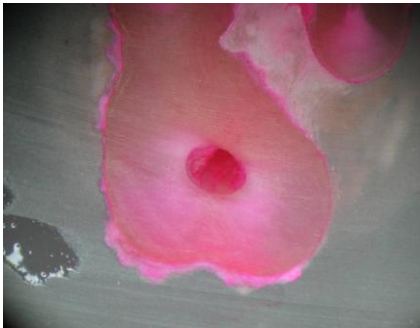

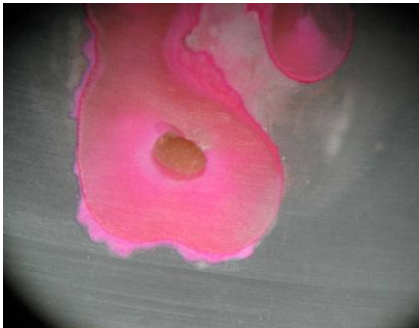
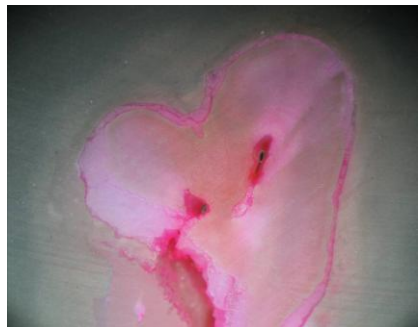

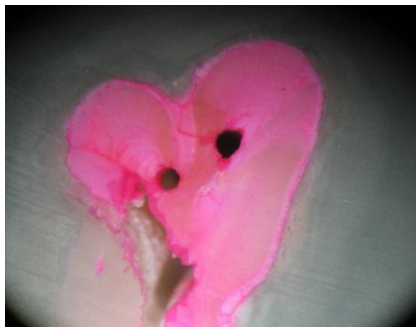


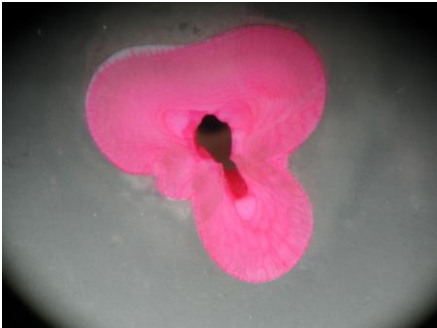
Tabela 10 - Fotografias do corte a 7mm pré e pós instrumentação.


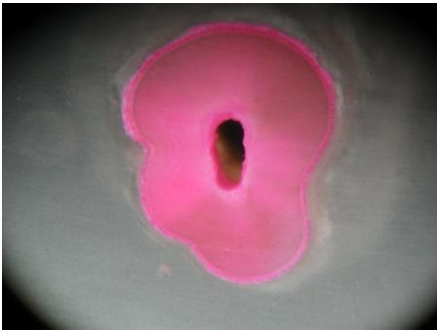






Dente	Fotos 7,6mm pré-instrumentação		Fotos 7,6mm pós instrumentação	
1				
2				
3				



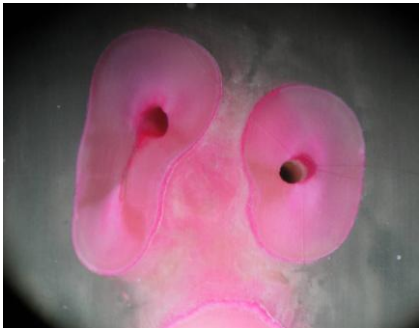
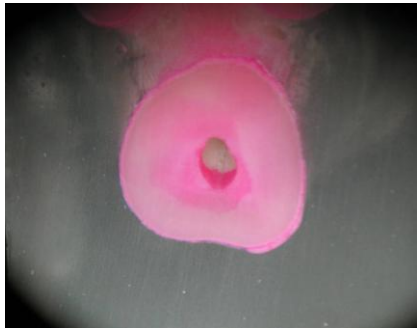




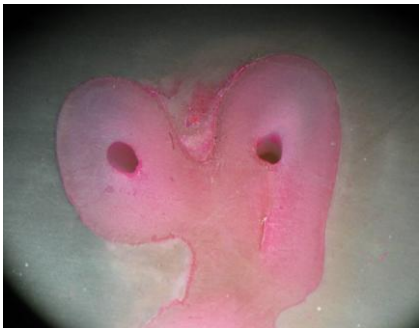

4		
5		
6		











7				
8				
9				

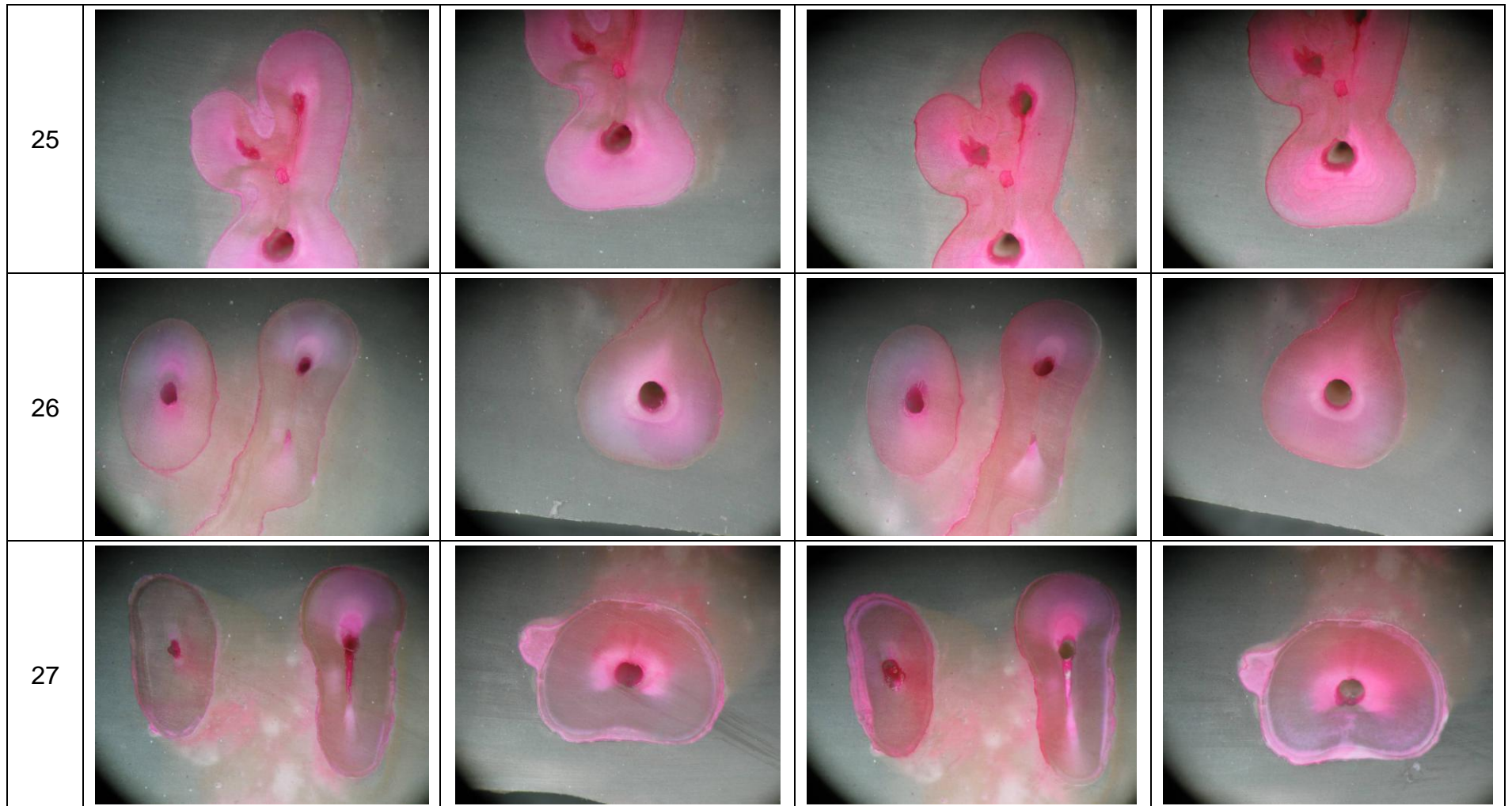
10				
11				
12				









13				
14				
15				


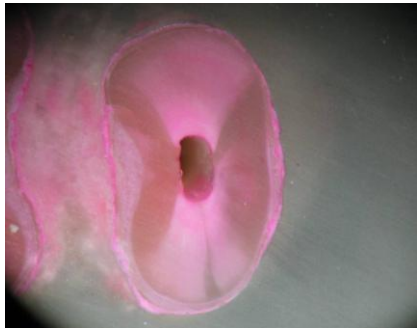

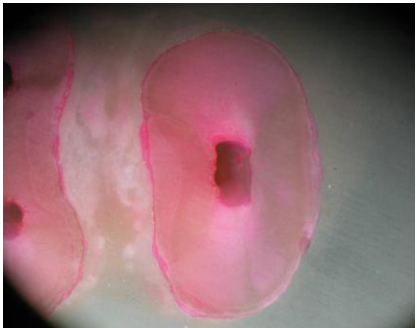




16				
17				
18				




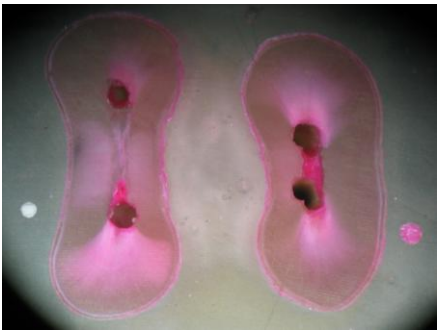


19				
20				
21				







22				
23				
24				





28				
29				
30				

31				
32				
33				

34		
35		
36		

37		
38		
39		

40		
----	---	---

