

Carlos Augusto de Moraes Souto Pantoja

Preenchimento e selamento marginal em canais laterais artificiais, após a utilização de diferentes técnicas obturadoras e cones de guta-percha

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, para a obtenção do Título de Mestre em Clínica Odontológica – Área de Endodontia.

Orientador: Prof. Dr. José Flávio Affonso de Almeida

Piracicaba
2010

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA**

Bibliotecária: Marilene Girello – CRB-8ª. / 6159

Pantoja, Carlos Augusto de Moraes Souto.

P196p Preenchimento e selamento marginal em canais laterais artificiais, após a utilização de diferentes técnicas obturadoras e cones de guta-percha. / Carlos Augusto de Moraes Souto Pantoja. -- Piracicaba, SP: [s.n.], 2010.

Orientador: José Flávio Affonso de Almeida.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Obturações (Odontologia). 2. Endodontia. I. Almeida, José Flávio Affonso de. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.

(mg/fop)

Título em Inglês: Filling and microleakage of artificial lateral canals after the use of different filling techniques and gutta-percha cones

Palavras-chave em Inglês (Keywords): 1. Dental restorations. 2. Endodontics

Área de Concentração: Endodontia

Titulação: Mestre em Clínica Odontológica

Banca Examinadora: José Flávio Affonso de Almeida, Alexandre Augusto Zaia, Ivaldo Gomes de Moraes

Data da Defesa: 26-02-2010

Programa de Pós-Graduação em Clínica Odontológica



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
Faculdade de Odontologia de Piracicaba



A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Dissertação de Mestrado, em sessão pública realizada em 26 de Fevereiro de 2010, considerou o candidato CARLOS AUGUSTO DE MORAIS SOUTO PANTOJA aprovado.



Prof. Dr. JOSÉ FLÁVIO AFFONSO DE ALMEIDA



Prof. Dr. IVALDO GOMES DE MORAES



Prof. Dr. ALEXANDRE AUGUSTO ZAIA

DEDICATÓRIA

À minha família, **José Carlos Pantoja, Maria Terezinha, Carlos Henrique, Carlos Eduardo e João Pedro**. O carinho de todos e principalmente as palavras de incentivo possibilitaram a concretização de mais um sonho em minha vida. Pais queridos, amados e adorados... Irmãos companheiros, sinceros e generosos... Sobrinho maravilhoso... Como é bom fazer parte desta família! Minhas queridas cunhadas, **Ludmilla e Dayanne**, pelo incentivo e carinho.

À minha querida esposa **Juliana**, pela paciência e carinho durante a realização deste trabalho. Tenho a certeza de que as orientações e os conhecimentos se transformaram em mais uma das inúmeras conquistas tão desejadas por nós. Muito obrigado e te amo!

À minha querida família de Piracicaba, **Júlio, Rosana, Amoracyr e Dona Alina**. A minha eterna gratidão e respeito por vocês. Pelos bons momentos vividos juntos e por tudo que fizeram e continuam fazendo por mim.

Ao meu orientador, **Prof. Dr. José Flávio Affonso de Almeida**, pela amizade e companheirismo durante todo esse trabalho, pela dedicação na minha formação profissional e pessoal.

AGRADECIMENTOS

A **Deus**, pela família maravilhosa que tenho, pelos bons amigos cultivados e por me guiar durante a realização de meus sonhos.

À Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas, nas pessoas do diretor Prof. Dr. **Francisco Haiter Neto** e do diretor associado Prof. Dr. **Marcelo de Castro Meneghim**.

Ao Prof. Dr. **Jacks Jorge Júnior**, coordenador geral dos cursos de Pós-Graduação e à Prof. Dra. **Renata Cunha Matheus Rodrigues Garcia**, coordenadora do curso de Pós-Graduação em Clínica Odontológica.

Aos professores da Área de Endodontia da FOP/UNICAMP, Dr. **Francisco José de Souza Filho**, Dra. **Brenda Paula Figueiredo de Almeida Gomes**, Dr. **Alexandre Augusto Zaia** e Dr. **Caio Cezar Randi Ferraz**, pelo carinho, convivência e por todos os conhecimentos transmitidos. Muito obrigado!

Aos professores componentes da banca examinadora do Exame de Qualificação, Dr. **Caio Cezar Randi Ferraz**, Dr. **Mário Alexandre Coelho Sinhoreti** e Dra. **Thaís Accorsi Mendonça**, pela atenção e importante contribuição a este trabalho.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (**CNPq**) pela concessão da bolsa de estudo para o mestrado.

Aos amigos do Laboratório de Endodontia, **Danna, Thaís Accorsi, Doglas, Carlos Vieira, Emanuel, Juliana, Chico, Fernanda Signoretti, Shaiana, Karine, Rachel, Fernanda Lins, Marcos Endo, Giselle, Wanderly, Geovânia e Aninha**. Pela amizade e convivência durante este período.

Aos funcionários da FOP, pela atenção e disponibilidade com que atendem a todos.

Aos representantes da NKS, **Giuliano e Giudson**, pela disposição e força de vontade em querer ajudar. Muito obrigado!

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

RESUMO

O presente estudo avaliou a influência de 04 técnicas obturadoras e 03 marcas de cones de guta-percha no preenchimento e selamento de canais laterais artificiais, e a porcentagem do polímero guta-percha nos diferentes cones. Foram confeccionados canais laterais nos terços médio e apical de 120 dentes humanos anteriores superiores, que tiveram suas coroas removidas. Os canais radiculares foram instrumentados e as raízes distribuídas aleatoriamente em 12 grupos (n=10): GI - Condensação Lateral (CL)/Konne (K), GII - CL/Autofit (A), GIII - CL/Dentsply (D), GIV - Híbrida de Tagger (HT)/K, GV - HT/A, GVI - HT/D, GVII - Onda Contínua de Condensação (OCC)/ K, GVIII - OCC/A, GIX - OCC/D, GX – Schilder (S)/K, GXI - S/A e GXII - S/D. As amostras foram obturadas, radiografadas para mensuração do preenchimento nos canais laterais, infiltradas e diafanizadas. Após a captura das imagens, foram avaliados o preenchimento (cimento/cone de guta-percha), a infiltração e a penetração da guta-percha no interior ramificações artificiais. Foi realizada a análise da composição química dos cones de guta-percha e diante da concentração encontrada verificou-se maior porcentagem do polímero guta-percha nos cones Konne, seguidos dos Autofit e Dentsply. Os valores de preenchimento (cimento/cone de guta-percha) e de infiltração não demonstraram diferença significativa, entre os grupos experimentais. Maior penetração da guta-percha nos canais laterais pôde ser observada com o emprego dos cones da marca Konne em relação aos Dentsply, para todas as técnicas obturadoras, exceto a Condensação Lateral. Os cones Autofit e Dentsply apresentaram bons resultados, quando associados à Técnica Híbrida de Tagger. As imagens radiográficas e da diafanização mostraram correlação fraca positiva no preenchimento dos canais laterais para o terço médio e ausência de correlação para o terço apical. Embora as técnicas termoplastificadoras tenham demonstrado bons resultados para a penetração da guta-percha no interior dos canais laterais, o preenchimento com cimento/cone de guta-percha e a infiltração ocorrida nos canais laterais artificiais não apresentaram diferenças significativas entre as técnicas e cones utilizados.

Palavras-chave: canais laterais; técnicas obturadoras; cones de guta-percha.

ABSTRACT

This study evaluated the influence of 04 filling techniques and 03 brands of gutta-percha cone for filling and sealing of artificial lateral canals, and the percentage of gutta-percha in the different brands. Lateral canals were prepared in the middle and apical thirds of 120 human maxillary anterior teeth, which had their crowns removed. The root canals were instrumented and the roots randomly into 12 groups (n = 10): GI - lateral condensation (LC) / Konne (K), GII - CL / Autofit (A), GIII - CL / Dentsply (D), GIV - Tagger's hybrid (HT) / K, GV - HT / A, GVI - HT / D, GVII - Continuous Wave Condensation (OCC) / K, GVII - OCC / A, GIX - OCC / D, GX - Schilder (S) / K, GXI - S / A and GXII - S / D. Once filled and radiographed in order to measure the filling (cement / gutta-percha cone) the lateral canals, the roots were infiltrated and cleared and after the capture of images was assessed filling (cement / cone of gutta-percha) the infiltration and penetration of gutta-percha within the side channels. It was used to analyze the chemical composition of gutta-percha cone and after the concentration found there was a higher percentage of gutta-percha cones Konne, followed by and Autofit Dentsply. The values of filling (cement / cone of gutta-percha) and infiltration showed no significant difference between the experimental groups. Increased penetration of gutta-percha in lateral canals could be observed with the use of cones Konne for all root canal filling techniques, except the lateral condensation. The cones and Autofit Dentsply had good results, when combined with the Tagger's hybrid technique. The radiographic images and cleared roots showed a weak positive to fill the side channels for the middle third, and no correlation to the apical third. Although thermoplasticized technique have shown good results for the penetration of gutta-percha within the lateral canals, filling with cement / cone of gutta-percha and infiltration occurred in the lateral canals were not significantly different between the techniques used and cones.

Keywords: lateral canals, root canal filling techniques, gutta-percha.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
2	REVISÃO DE LITERATURA	4
	2.1. Canais laterais, acessórios e secundários	4
	2.2. Canais laterais em modelos experimentais: blocos de resina e dentes naturais	6
	2.3. Influência de substâncias químicas no preenchimento de canais laterais	10
	2.4. Técnicas de Obturação do sistema de canais radiculares	12
	2.5. Cones de guta-percha	15
	2.6. Cimento endodôntico AH Plus	16
	2.7. Selamento marginal do sistema de canais radiculares	18
3	PROPOSIÇÃO	21
4	MATERIAL E MÉTODOS	22
	4.1. Formação dos grupos	22
	4.2. Seleção das amostras	22
	4.3. Confecção dos canais laterais	24
	4.4. Preparo químico-mecânico dos canais radiculares	27
	4.5. Obturação dos canais radiculares	28
	4.6. Infiltração de corante	30
	4.7. Análise dos dados	30
	4.8. Quantificação do polímero de guta-percha nos cones utilizados	32
5	RESULTADOS	34
	5.1. Preenchimento dos canais laterais artificiais	34
	5.2. Infiltração de corantes	37
	5.3. Correlação entre o preenchimento dos canais laterais verificados nas imagens radiográficas e nas imagens dos espécimes diafanizados	41
	5.4. Obturação de ramificações naturais	42
	5.5. Resultados da composição química dos cones de guta-percha	44
6	DISCUSSÃO	45
	6.1. Aplicação da metodologia	45
	6.2. Análise do preenchimento e selamento marginal em canais laterais artificiais	50
	6.3. Obturação e sucesso do tratamento endodôntico	54
7	CONCLUSÃO	56
	REFERÊNCIAS	57
	ANEXOS	70

1. INTRODUÇÃO

A obturação do canal radicular é a etapa do tratamento endodôntico que objetiva o total preenchimento do sistema de canais radiculares recém descontaminado, a fim de impedir a microinfiltração bacteriana do meio oral, dos tecidos apicais e periapicais para o interior dos mesmos (Ray & Trope, 1995; Cohen & Burns, 2000; Barthel *et al.*, 2001; Schilder, 2006). Esse preenchimento é considerado uma das chaves do sucesso da terapia endodôntica (Epley *et al.*, 2006). Entretanto, a obturação completa desse sistema ainda é dificultada.

Diante da complexidade do sistema de canais radiculares (De Deus, 1975; Goldberg *et al.*, 2001) faz-se necessário o domínio das diversas técnicas e dos materiais obturadores. A associação dos conceitos já estabelecidos em anos anteriores, com as novas descobertas permite ao cirurgião dentista alcançar, cada vez mais, melhores resultados de selamento da cavidade pulpar (Lea *et al.*, 2005).

Visando o refinamento do preenchimento do sistema de canais radiculares, muitos autores estudaram e descreveram diferentes técnicas de obturação, com a finalidade de aperfeiçoar os princípios da técnica de Condensação Lateral, descrita por Callahan, em 1914. Schilder (1967) descreveu a compactação vertical da guta-percha aquecida, que seria capaz de preencher o sistema de canais com uma massa homogênea, de suficiente plasticidade para formar um molde do interior do sistema. Contudo, devido à dificuldade de execução, principalmente em canais delgados e curvos, novas técnicas foram introduzidas. Assim, foi descrita a técnica Híbrida de Tagger, nos anos 80 que associava princípios de obturação de McSpadden às manobras da condensação lateral, com a finalidade de evitar o extravasamento do material obturador além do ápice (Tagger *et al.*, 1984) e aproveitar dos benefícios de uma técnica de obturação termoplastificada. Outras modificações da técnica de Schilder, idealizadas por Buchanan (1996) foram descritas, e deram origem à técnica da Onda Contínua de Condensação, a qual, segundo o autor poderia levar a obturação de um maior número de ramificações (Buchanan, 1994).

Os estudos que avaliam o preenchimento de ramificações naturais ou artificiais, comparando técnicas obturadoras, apresentam resultados contraditórios. Alguns (Brothman, 1981; Buchanan, 1998; Goldberg *et al.*, 2001;) descrevem superioridade de técnicas termoplastificadoras, enquanto outros (Dulac *et al.*, 1993; Reader *et al.*, 1999; Almeida *et al.*, 2007) relatam que a condensação lateral oferece um bom preenchimento de ramificações do canal radicular. Dessa forma, o uso de diferentes técnicas obturadoras pode melhorar o preenchimento de ramificações e deve ser melhor estudado.

Além da busca pelo aperfeiçoamento das técnicas de obturação, esforços em desenvolver melhores materiais obturadores, fazem com que pesquisadores se empenhem em estudar materiais que reúnam propriedades favoráveis, tais com biocompatibilidade, estabilidade dimensional, facilidade de inserção e remoção, radiopacidade e, principalmente, plasticidade (Siqueira Jr, 1993). Algumas marcas comerciais de cones de guta-percha apresentam 19 a 20% do polímero guta-percha, 60 a 75% de óxido de zinco, de 1,5 a 17% de radiopacificadores, como o sulfato de bário, e outras substâncias como resinas, ceras e corantes (Friedman *et al.*, 1977; Moorer *et al.*, 1982; Marciano & Michalesco, 1989; Gurgel-Filho *et al.*, 2003; Maniglia-Ferreira *et al.*, 2005). Dessa forma, as modificações na composição dos cones/bastões de guta-percha, justificam as diferentes propriedades biológicas e o comportamento térmico dos mesmos (Tagger & Gold, 1988). Propõe-se que a associação de técnicas obturadoras termoplastificadoras com cones que apresentam maior porcentagem do polímero de guta-percha pode melhorar ainda mais o preenchimento das ramificações do canal principal, sendo assim necessária à realização de novos estudos.

Sabe-se que, a qualidade do selamento dos canais radiculares também está relacionada às propriedades físico-químicas do cimento endodôntico (Miserendino, 1991). Dentre elas podemos citar a capacidade de escoamento, estabilidade dimensional e a solubilidade quando em contato com os fluidos tissulares (Orstavik *et al.*, 2001). Os cimentos endodônticos podem apresentar em sua constituição óxido de zinco e eugenol, resina epóxica, ionômero de vidro e hidróxido de cálcio. Embora haja diferentes tipos de cimentos, estes deverão ter a capacidade de se adaptar às irregularidades dos canais

radiculares (Saunders & Saunders, 1995) e possibilitar um bom selamento marginal, juntamente aos cones de guta-percha. Segundo Wu & Wessenlink (1993), o selamento adequado das ramificações do canal principal ocorre com a penetração da guta-percha e do cimento endodôntico. Entretanto, Almeida *et al.*, 2007 mostram um eficiente selamento de canais laterais artificiais com apenas cimento endodôntico de diferentes composições. Devido à possibilidade de melhora no selamento marginal com a penetração de guta-percha no interior dessas ramificações, o estudo de diferentes técnicas obturadoras que promovam maior escoamento de ambos os materiais, poderia trazer benefícios para a obturação do sistema de canais radiculares e melhorar o índice de sucesso do tratamento endodôntico.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Canais laterais, acessórios e secundários

A complexidade anatômica do sistema de canais radiculares deve ser considerada durante a realização do tratamento endodôntico, visto que, muitos estudos mostram uma alta incidência de ramificações nos diversos grupos dentais (De Deus, 1975; Teixeira *et al.*, 2003; Venturi *et al.*, 2005; Barbosa *et al.*, 2009). Para possibilitar o selamento de canais laterais, acessórios e secundários, exige-se que o profissional tenha um conhecimento minucioso da anatomia dental e da morfologia dos canais radiculares.

Durante a formação do elemento dental, mais precisamente no estágio de configuração radicular, podem originar-se os canais laterais, que de acordo com Castelucci (2004), ocorre quando pequenas porções da Bainha Epitelial de Hertwig desaparecem antes da diferenciação dos odontoblastos e conseqüentemente, previamente a formação da dentina. Para Weinmann (1966), tais ramificações também se relacionam a um defeito na Bainha Epitelial de Hertwig ocorrido durante a formação radicular, devido à presença de um vaso sanguíneo supranumerário. Scott & Symons (1971) embasados nas teorias já descritas anteriormente, afirmam serem as ramificações laterais uma comunicação do tecido pulpar com os tecidos periodontais.

Embora Barthel *et al.* (2004) revelem ausência de correlação entre os canais laterais não obturados e inflamação do ligamento periodontal, outros estudos mostram a presença destas ramificações em casos de lesões perirradiculares (Seltzer & Bender, 1967; Weine, 1984). Kirkham (1975) avaliando dentes humanos indicados à extração por razões periodontais verificou que 8,9% das ramificações encontradas estavam localizadas dentro de um defeito periodontal.

Muitos estudos investigam a configuração do sistema de canais radiculares e para isto, fazem o uso de radiografias, de secções transversais dos condutos radiculares, de espécimes diafanizados e, recentemente, de tomografias computadorizadas (Blaskovic-Subat *et al.*, 1995; Omer *et al.*, 2004). O método de infiltração de corantes com posterior

diafanização apresenta grande valor no estudo das variações anatômicas do canal principal e suas ramificações, pois permite a visualização tridimensional de toda a câmara pulpar e dos canais radiculares. De Deus (1975) ao avaliar 1140 dentes humanos quanto à frequência, à localização e à direção de canais acessórios, secundários e laterais, após a diafanização dos espécimes verificou que 27,4% destes, possuíam tais ramificações, sendo as últimas encontradas em 10,4% dos dentes. Destas, 17% situadas no terço apical, 8,8% no terço médio e 1,6% no terço coronário.

Pineda & Kuttler (1972) verificaram radiograficamente em 7275 raízes uma frequência de ramificações de 30,6%, sendo o segundo pré-molar superior o grupo dental com maior percentual (55,2%) no terço apical e os incisivos centrais superiores com 11,9% no terço médio. Da mesma forma, ao avaliar a incidência de canais acessórios e bifurcações no terço médio e coronário de primeiros e segundos molares, Lowman *et al.* (1973) observaram uma incidência destas ramificações de 59%, sendo 55% em molares superiores e 63% em inferiores.

Para um mesmo grupo dental, divergências nas porcentagens de ramificações podem ser encontradas, quando o formato dos canais não é semelhante ou quando estes apresentam algumas particularidades. Manning (1990a) ao avaliar a anatomia de 149 segundos molares inferiores, pela técnica de diafanização verificou que em um total de 268 raízes, 193 apresentavam canais laterais. Da mesma forma, este autor, ao analisar 19 segundos molares inferiores com canais no formato em “C” encontrou canais laterais em todas as raízes (Manning 1990b).

Awawdeh & Qudah (2008) avaliaram a morfologia dos canais radiculares de primeiros pré-molares superiores na população Jordânica e puderam observar em uma amostra de 600 primeiros pré-molares superiores uma incidência de 19,3% de canais laterais. Diversos trabalhos demonstram índices superiores de incidências destas ramificações, podendo variar entre 33 a 49,5% (Çaliskan *et al.*, 1995; Sert & Bayirli, 2004; Vertucci, 1984; Pineda & Kuttler, 1972). Ao variar a arcada dental, os mesmos autores (Awawdeh & Qudah, 2008) observaram divergências quanto à presença destas

ramificações em 500 primeiros pré-molares inferiores. Enquanto que, para a arcada superior foi encontrada um percentual de 19,3%, para a inferior encontrou-se 69%.

A frequência de canais laterais pode variar entre 45,9 a 59,5% (Rubach & Mitchell, 1965; Vertucci, 1984) e estes valores estão próximos dos encontrados por Kasahara *et al.* (1990). Ao analisar a presença de ramificações e a localização do forame apical, bem como a espessura e curvatura dos canais radiculares, estes autores verificaram uma incidência de 60% de ramificações para 510 incisivos centrais superiores. Muitas das ramificações laterais (80%) apresentavam diâmetros semelhantes ao de uma lima tipo K #10 e apenas 3%, equivalente ao de uma lima tipo K #40.

Rahimi *et al.* (2009) avaliaram as variações das ramificações dos canais radiculares (canais laterais, acessórios, deltas apicais e foraminas) e verificaram pela técnica de diafanização, uma incidência de 84,5% dessas em pré-molares inferiores e 77,15% em incisivos centrais superiores. A prevalência de canais laterais e acessórios foi de 36%.

Estudos recentes, ainda procuram elucidar as complexidades anatômicas do sistema de canais radiculares e muitas das ramificações analisadas e comparadas apresentam uma maior incidência no terço apical e com direções predominantes para vestibular, lingual, disto-vestibular e disto-lingual (Barbosa *et al.*, 2009).

Com todo o exposto, pode-se notar que há uma grande variação na frequência e localização das ramificações dos canais principais, mais especificamente, dos canais laterais. Dessa maneira, é fundamental que o endodontista tenha ciência dessa diversidade, já que esse conhecimento irá auxiliar na realização de uma obturação tridimensional desse sistema de canais radiculares como um todo, levando ao sucesso da terapia endodôntica.

2.2. Canais laterais em modelos experimentais: blocos de resina e dentes naturais

A capacidade de uma técnica obturadora em promover o selamento e a obturação de canais laterais, acessórios e secundários, assim como de diversas irregularidades é um importante parâmetro clínico e representa um fator positivo para a técnica utilizada. Ao longo dos anos, muitos modelos metodológicos têm sido utilizados para avaliar a

efetividade do preenchimento das ramificações do canal principal e dentro deste contexto, observa-se o uso, tanto de blocos ou dentes de resina (Reader *et al.*, 1993; Wolcott *et al.*, 1997), quanto dentes humanos (Goldberg *et al.*, 2001 e 2002; Almeida *et al.*, 2007), os quais apresentam vantagens e desvantagens inerentes ao emprego destes modelos experimentais.

Quando se trata dos modelos que utilizaram blocos de resina para a avaliação do preenchimento dessas ramificações, um trabalho clássico que pode ser citado é o de Reader *et al.* (1993). Nesse trabalho, os blocos de resina continham cinco ramificações localizadas nos diferentes terços radiculares e dentre as técnicas de obturação estudadas por esses autores foram empregadas a Condensação Lateral a frio e aquecida, e a Condensação Vertical Aquecida. Diante dos resultados, os autores observaram não haver diferença entre as técnicas de obturação quanto à presença de espaços vazios e à qualidade de preenchimento do canal principal. Entretanto, para a técnica de Condensação Lateral, os canais laterais foram preenchidos com uma maior quantidade de cimento, sendo que para a técnica de obturação termoplastificada, as ramificações foram preenchidas com guta-percha.

Com o mesmo objetivo, o estudo de Wolcott *et al.* (1997) ao variar apenas as técnicas obturadoras, encontrou também uma maior presença de guta-percha no interior dos canais laterais com o emprego da técnica de obturação da guta-percha termoplastificada, quando comparada a Condensação Lateral. Esta por sua vez, apresentou maior capacidade de selamento das ramificações com cimento endodôntico. Da mesma forma, o uso da guta-percha termoplastificada trouxe melhores resultados, quanto à presença de espaços vazios no canal principal, quando comparada a técnica de Condensação Lateral.

No estudo de DuLac *et al.* (1999), também utilizando os blocos de resina, um sistema de canais radiculares com ramificações laterais nos terços cervical, médio e apical foram preparados, sendo estes obturados por meio de seis técnicas distintas. Foi verificado que todas as técnicas foram capazes de promover o preenchimento dos canais laterais com cimento endodôntico. Às que permitiram o preenchimento de um maior número de canais

laterais localizados no terço médio, com guta-percha, foram: Sistema carreador da guta-percha aquecida, Onda Contínua de Condensação, Condensação Vertical Aquecida e Condensação da Guta-percha a altas temperaturas. Já no preenchimento das ramificações do terço apical, o Sistema carreador da guta-percha aquecida e Onda Contínua de Condensação apresentaram melhores resultado às demais.

Gurgel-Filho *et al.* (2006), analisando modelos em resina semelhantes aos blocos já citados (dentes de resina), compararam a capacidade de cinco diferentes marcas comerciais de cones de guta-percha em obturar canais laterais artificiais. Para isso, empregaram a técnica obturadora da Onda Contínua de Condensação, e após a mensuração da quantidade de cimento e guta-percha no interior dos canais laterais, verificaram maior quantidade de guta-percha no interior das ramificações com o uso dos cones nas marcas Analytic, Konne e Obtura, quando comparados aos das marcas Dentsply e Tanari. Concluíram que a marca do cone de guta-percha selecionado para a realização da obturação pode influenciar na capacidade de selamento de ramificações.

Quando se trata dos modelos que utilizam dentes naturais, por sua vez, pode ser citado como clássico o trabalho de Goldberg *et al.* (2001), que avaliaram diferentes técnicas obturadoras no preenchimento de canais laterais artificiais. Para a realização deste estudo foram selecionados dentes humanos unirradiculares, com canais laterais confeccionados nas faces mesial e distal destes. Após a instrumentação, os dentes obturados e os resultados revelaram maiores índices de obturação dos canais laterais com o emprego dos sistemas Ultrafil, Thermafil e da técnica de Onda Contínua de Condensação, quando comparados à técnica Híbrida de Tagger, ao sistema Obtura II e à técnica de Condensação Lateral da guta-percha. Segundo esses autores, a termoplastificação da guta-percha permitiu o selamento de um maior número de canais laterais. Resultados semelhantes puderam ser observados no estudo de Raymundo *et al.* (2005), que analisaram da mesma forma os canais laterais confeccionados em caninos superiores humanos extraídos. Estudaram radiograficamente, o preenchimento desses canais laterais com o emprego de quatro diferentes técnicas obturadoras (Thermafil, Híbrida de Tagger, McSpadden e Condensação

Lateral). A técnica que emprega o sistema Thermafil, novamente apresentou resultados superiores às demais para o selamento dos canais laterais.

Ao propor uma nova técnica de confecção de canais laterais em dentes humanos, Venturi *et al.* (2005) puderam comparar duas diferentes técnicas obturadoras na capacidade de selamento destas ramificações. Pequenos pedaços de limas tipo K # 06 foram inseridos nas raízes, após a etapa de descalcificação dos dentes. Colocados em seguida em solução de salicilato de metila, os espécimes ganharam uma consistência mais endurecida, permitindo a execução dos procedimentos obturadores. Ao término destes, finalizou-se a diafanização dos dentes e os resultados mostraram que com o uso de técnicas de obturação com gutapercha termoplastificadas é possível observar uma alta incidência de ramificações naturais, sendo muitas destas, localizadas no terço apical. A técnica de compactação vertical da gutapercha, seguida da realização do “*backfilling*” promoveu uma obturação tridimensional, principalmente nos canais localizados a 3 mm do ápice.

Morgental *et al.* (2008) avaliaram a obturação de canais laterais e secundários artificiais com diferentes técnicas obturadoras e cimentos endodônticos. Foram selecionados 60 dentes humanos unirradiculares, sendo estes divididos em 6 grupos, de acordo com as técnicas e os cimentos utilizados. As ramificações foram confeccionadas segundo a técnica de Venturi *et al.* (2005), que consiste na introdução de lima tipo K#10 perpendicularmente ao canal principal, após a descalcificação das amostras e previamente a etapa de desidratação das mesmas. Os canais laterais estavam localizados a 2, 4, 6 e 8 mm do ápice, e dentro dos resultados obtidos após realização da obturação, a associação da técnica Híbrida com o cimento Sealer 26 possibilitou maior capacidade de preenchimento das ramificações situadas na porção mais coronária das raízes, quando comparada à técnica de Condensação Lateral associadas aos dois tipos de cimentos (Sealer 26 e Endofil). De forma semelhante, o sistema Thermafil associado aos cimentos utilizados apresentou preenchimento significativamente superior à Condensação lateral e cimento Endofil. Para os demais canais laterais, as técnicas obturadoras e os dois cimentos não influenciaram na qualidade de preenchimento.

Barbosa *et al.* (2009) verificaram a incidência de ramificações em primeiros molares inferiores por meio de duas diferentes técnicas de obturação; Compressão Vertical Hidráulica e Onda Contínua de Condensação, sendo o cimento endodôntico utilizado o Pulp Canal Sealer. Após a instrumentação, obturação e diafanização dos espécimes, os resultados mostraram não haver diferença significativa quanto ao número de ramificações obturadas por ambas as técnicas. Da mesma forma, não foi encontrada diferença entre os terços, quanto ao número de ramificações obturadas pelas duas técnicas. A frequência, a localização e a direção das ramificações encontradas foram semelhantes para as técnicas empregadas.

Mesmo que, os blocos de resina tenham sido utilizados em diversos trabalhos, os quais procuraram analisar e comparar o comportamento de diferentes materiais obturadores, dentro da complexidade anatômica do sistema de canais radiculares, o emprego de dentes naturais parece ser a metodologia mais utilizada pela a maioria dos autores. Condições cada vez mais próximas à realidade fazem deste modelo experimental, uma excelente alternativa que possibilita também o estudo da anatomia dos canais radiculares de uma forma mais detalhada.

2.3. Influência de substâncias químicas no preenchimento de canais laterais

Goldberg *et al.* (2002) nos estudos de selamento de canais laterais, igualmente confeccionados em dentes humanos, avaliaram a influência do Hidróxido de Cálcio, como medicação intracanal, na obturação de ramificações. Nos dois grupos (G) estudados foi utilizado o cimento endodôntico AH 26 Sealer, sendo os canais de GI obturados logo após a realização do preparo químico mecânico e os canais de GII, após a remoção da medicação intracanal e re-instrumentação. Os resultados mostraram um maior número de canais laterais preenchidos para GI, quando comparados a GII, e entre os grupos, as ramificações do terço apical apresentaram maiores índices de obturação, do que às dos terços médio e cervical.

Ao avaliar a obturação de ramificações naturais por meio da diafanização, após o uso de diferentes tipos de irrigantes intracanaís, Villegas *et al.* (2002) encontraram menores

taxas de penetração do material obturador para os grupos que não utilizaram solução irrigante durante o preparo químico-mecânico (22,3%) e para o que fez uso de água destilada (21,8%). Já, com o uso do Hipoclorito de Sódio 6% na forma isolada ou associada à solução de EDTA 15%, uma maior porcentagem de penetração da massa obturadora pode ser observada, sendo essa porcentagem de 53,5% e 68,1%, respectivamente. Mesmo diante destes resultados, não foram encontradas diferenças estatísticas entre os grupos que fizeram o uso de substâncias quelantes. Contrário a estes achados, Goldberg *et al.*, (1986) e Holland *et al.*, 1988) mostraram que em dentes naturais o uso soluções quelantes após a instrumentação dos canais para remoção de smear layer possibilitou o selamento de um maior número de ramificações.

De forma semelhante, o estudo de Silva & Moraes (2005) revela a influência de soluções químicas auxiliares utilizadas durante a realização do preparo químico-mecânico, na obturação de canais laterais artificiais. Foram utilizados 80 dentes humanos com três canais laterais cada, confeccionados numa das faces proximais e os mesmo foram irrigados durante a realização do preparo químico-mecânico com diferentes soluções auxiliares: Grupo I – associação do Hipoclorito de Sódio a 1% e EDTA durante 5 minutos; Grupo II – Gel de Clorexidina a 2%; Grupo III – Endo PTC e solução de Dakin + irrigação final com tergentol-furacin e Grupo IV - File Eze. Após a obturação pela técnica Híbrida de Tagger, os dentes foram radiografados para a análise das extensões de penetração dos materiais obturadores nos canais laterais e diante dos resultados, conclui-se que não houve diferença estatística significativa entre as substâncias irrigadoras utilizadas quando comparadas ente si e nem entre os terços dos canais laterais artificiais.

No estudo de Barroso *et al.* (2005), foi avaliada a influência dos cones de gutapercha na obturação de canais laterais artificiais localizados no terço apical de 20 caninos humanos inferiores, preparados e irrigados com hipoclorito de sódio 1% e EDTA 17%. Foram utilizados dois tipos de cones da mesma marca e a técnica de Condensação Lateral associada ao cimento AH Plus. Após os procedimentos obturadores, radiografias foram realizadas e as imagens digitalizadas para posterior avaliação do preenchimento dos canais laterais e os resultados mostraram que com o uso de cones com maiores conicidades,

maiores índices de obturação de canais laterais poderão ser obtidos, quando comparados ao uso de cones padronizados.

Bertacci *et al.* (2007) avaliaram a capacidade obturadora do sistema Thermafil em promover o selamento de canais laterais na presença ou não da smear layer e diante dos resultados, os autores observaram que ao utilizar o Hipoclorito de Sódio 5% associado a duas diferentes soluções (Peróxido de Hidrogênio 3,6% e EDTA 17%), todos os canais laterais de ambos os grupos foram obturados. A presença da smear layer não foi um fator limitante para a ocorrência do preenchimento das ramificações laterais.

Venturi (2008) avaliou a capacidade e precisão de dois cimentos endodôntico em obturar o canal principal e os canais laterais de 26 molares inferiores. Para isso, foi utilizada a técnica de compactação vertical da guta-percha e após a obturação, os espécimes foram diafanizados e o sistema de canais radiculares analisados posteriormente. Maiores índices de selamento de canais laterais foram observados com o emprego do cimento AH Plus, quando comparado ao Pulp Canal Sealer. Com o estabelecimento de escores, verificou também um melhor preenchimento de todo o sistema de canais radiculares para o terço cervical, seguidos dos terços médio e apical.

2.4. Técnicas de Obturação do sistema de canais radiculares

Existem várias técnicas para a execução dos procedimentos obturadores e estas podem variar de acordo com o tipo de material a ser empregado, a forma de manuseio e com a forma de preparo dada ao canal previamente à obturação (De Deus, 1992). No entanto, a maioria dos trabalhos revela uma preferência àquelas que consigam, através do emprego de materiais adequados, reunir os aspectos físicos, mecânicos e biológicos capazes de promover um selamento hermético e tridimensional.

A condensação lateral, descrita por Callahan (1914), é ainda a técnica mais utilizada e ensinada nas faculdades de odontologia (Lipski, 2005), além de ser a de escolha por muitos cirurgiões dentistas. Apresenta com vantagem a possibilidade de ser utilizada na maior parte das situações clínicas, além de permitir o controle da extensão durante a

condensação lateral (Gilhooly *et al.*, 2001). Entretanto, esta técnica tem apresentado características desfavoráveis quanto ao preenchimento de irregularidades do canal (Weller *et al.*, 1997; Wu & Wesselink, 2001), principalmente do terço apical com guta-percha (DuLac *et al.*, 1999; Reader *et al.*, 1993). Adicionalmente, esta técnica leva a formação de uma massa obturadora heterogênea, sendo comum a presença de espaços vazios ocasionados pela inserção dos espaçadores digitais (De Deus *et al.*, 2003; Lipski, 2005) e a possibilidade de ocorrência de fraturas verticais com o uso de espaçadores digitais (Meister *et al.*, 1980; Dulaimi & Al Hashimi, 2005).

Allison, Weber & Walton (1979) ao avaliarem a influência do método de preparo do canal radicular na qualidade do selamento apical e coronário da obturação verificaram que os preparos com maior conicidade apresentaram menor grau de infiltração apical, assim como a ocorrência da microinfiltração aconteceria próxima à distância de penetração da extremidade do espaçador, sendo que quanto maior a penetração do espaçador, menor a infiltração apical.

Epley *et al.* (2006) verificaram uma maior presença de espaços vazios com o uso da técnica de condensação lateral durante a obturação de dentes unirradiculares, quando comparada à técnica de onda contínua de condensação associada ao sistema obturador à base de resina (Epiphany/Resilon).

Almeida *et al.* (2007) confeccionaram dois canais laterais de 0,1 mm de diâmetro, um no terço médio e outro no terço apical de 64 raízes de dentes humanos anteriores superiores para avaliarem as características de escoamento de diferentes cimentos endodônticos e a capacidade destes, de obturar canais laterais e prevenir a microinfiltração. Diante dos resultados obtidos, todos os cimentos foram capazes de promover o selamento dos canais laterais, com o uso da técnica de Condensação Lateral, sendo que para os testes de infiltração os cimentos AH Plus, Epiphany e o Sealapex revelaram menores índices de infiltração, quando comparados ao Pulp Canal Sealer EWT.

Canais radiculares com variações anatômicas podem não apresentar bons resultados obturadores com o emprego da técnica de Condensação Lateral. De acordo com o estudo de

Kerekes e Rowe (1982) ao compararem o selamento apical entre as técnicas da Condensação Lateral e a compactação termomecânica da guta-percha observaram que na presença de canais com anatomia mais complexa, a técnica de Condensação Lateral demonstrou resultados insatisfatórios para a obturação.

Visando a superação de algumas dificuldades inerentes à técnica de Condensação Lateral, Schilder em 1967 introduziu e descreveu novos princípios baseados na compactação vertical da guta-percha aquecida, o que promoveria o preenchimento do canal radicular com um material homogêneo com suficiente plasticidade para formar um molde permanente da configuração interna do sistema de canais radiculares (De Deus, 1992). Todavia, esta técnica é considerada por muitos autores de difícil execução, exigindo certamente, maior intervalo de tempo para a realização dos procedimentos, principalmente em canais delgados e curvos (Lee *et al.*, 1998; Lipski, 2005).

Seguindo o caminho da obturação com guta-percha termoplastificada, nos anos 80 foi introduzida a Técnica Híbrida de Tagger, em que os princípios de obturação de McSpadden foram associados às manobras de condensação lateral, a fim de evitar o extravasamento do material obturador além do ápice (Tagger *et al.*, 1984) e aproveitar os benefícios de uma técnica de obturação termoplastificada.

Novas idéias foram incorporadas à técnica de Schilder (1967) com o objetivo de simplificá-la, surgindo desta forma, a Técnica de Onda Contínua de Condensação. Esta técnica utiliza pontas condensadoras acopladas a um sistema capaz de fornecer calor (System B HeatSources, Analytic Technologies, Redmond, Wash), que permite a plastificação e a condensação vertical em movimento único e contínuo até 4 a 5 mm além do comprimento de trabalho (Buchanan, 1996). Estudos comparativos revelam que tais procedimentos possibilitam a melhor adaptação da guta-percha a pequenas irregularidades existentes nas paredes de canais preparados e a obturação de um maior número de canais laterais (Buchanan, 1994).

2.5. Cones de guta-percha

Além da busca do desenvolvimento de melhores técnicas de obturação, inúmeros trabalhos mostram uma constante preocupação em avaliar e melhorar o comportamento físico-químico dos materiais obturadores (Siqueira Jr, 1993; Gurgel-Filho *et al.*, 2003; Maniglia-Ferreira *et al.*, 2005). Baseado nas indicações de Grossman (1988) estes materiais deverão possuir propriedades que possam atingir os objetivos de uma obturação do canal radicular, tais como: facilidade de inserção e remoção dos canais; promover o selamento lateral e apical; não sofrer retração após a inserção; ser biocompatível aos tecidos periapicais e não promover manchamento às estruturas dentinárias.

Introduzidos há mais de 100 anos, os cones de guta-percha são hoje o material mais usado para a obturação dos canais radiculares e as técnicas que se utilizam deste material são as dominantes no dias atuais. As principais aplicações da guta-percha decorrem de suas características favoráveis, como a capacidade isolante, toleráveis aos tecidos periapicais, facilidade em adaptar as irregularidades do canal quando utilizadas em várias técnicas, estabilidade dimensional e radiopacidade (Siqueira Jr, 1993). Este material apresenta em sua composição uma fração orgânica e outra inorgânica. Naquela, podemos encontrar o polímero de guta-percha, ceras e resinas, enquanto que nesta verificamos a presença do óxido de zinco e em algumas marcas comerciais, o sulfato de bário. Pequenas porcentagens de corantes e antioxidantes também podem ser encontradas. (Spangberg, 1998).

A composição química dos cones de guta-percha varia de acordo com o fabricante, especialmente com relação à porcentagem do polímero guta-percha e o óxido de zinco e sabe-se que, a quantidade destes componentes poderá alterar as propriedades deste material, tais como radiopacidade, rigidez, (Friedman *et al.*, 1977, Gutmann & Witherspoon, 1998, Gurgel-Filho *et al.*, 2003), plasticidade e comportamento térmico (Friedman *et al.*, 1977; Tagger & Gold, 1988; Marciano & Michalesco, 1989; Marciano *et al.*, 1992).

Tagger e Gold (1988) avaliaram *in vitro* o escoamento de dez marcas comerciais de cones de guta-percha quando compactadas termomecanicamente. Utilizando um aparato metálico que simulava um canal radicular, realizavam a compactação termomecânica de

diversas marca de cones de guta-percha e avaliavam a capacidade de réplica da anatomia interna do aparato. Os resultados mostraram que existem grandes diferenças no escoamento entre várias marcas e lotes de cones de guta percha. Encontraram também que nem todas as marcas de cones podem ser usadas com sucesso na compactação termomecânica, e ainda, que os pesquisadores das propriedades da guta percha deveriam informar a marca dos cones usados nos experimentos para que seus resultados pudessem ser comparados.

Todavia poucos são os trabalhos que enfatizam a correlação entre composição química dos cones de guta-percha e qualidade de obturação de canais laterais. Sabe-se que quanto maior a porcentagem de guta-percha, maior a plasticidade do cone (Friedman *et al.*, 1977) podendo levar a um melhor preenchimento do canal principal e de suas ramificações com este material.

Segundo o estudo de Gurgel-filho *et al.* (2003), as propriedade físico-químicas dos cones de guta-percha podem variar de acordo com a composição química dos mesmos. Características como a plasticidade, dureza e radiopacidade estão relacionadas às porcentagens de componentes orgânicos e inorgânicos.

Ao analisarem a qualidade da obturação de canais laterais confeccionados em dentes de resina, Gurgel-Filho *et al.* (2006), verificaram que as diversas marcas comerciais de cones de guta-percha apresentam diferentes capacidades de penetração no interior dos canais laterais e esta propriedade pode estar associada à porcentagem dos componentes orgânicos e inorgânicos.

Assim, técnicas obturadoras que se utilizam da termoplastificação associada a cones de guta-percha com maior porcentagem do componente guta-percha poderiam contribuir ainda mais para preenchimento das ramificações, e por isso, devem ser mais bem estudadas.

2.6. Cimento endodôntico AH Plus

O preenchimento do espaço existente entre a parede dentinária e a interface dos cones de guta-percha é realizado pelo cimento endodôntico, que por sua vez, também é capaz de alcançar as irregularidades anatômicas e as ramificações do canal principal. Desta

forma, o selamento hermético do sistema de canais radiculares está relacionado às propriedades físico-químicas do cimento, tais como a capacidade de escoamento e à insolubilidade nos fluidos teciduais (Grossman, 1988).

Vários são os tipos de cimentos endodônticos empregados nos procedimentos obturadores e dentre eles, os à base de óxido de zinco e eugenol é amplamente utilizado, devido às boas propriedades físico-químicas encontradas (Benatti *et al.*, 1978). No entanto, características desfavoráveis podem ser observadas nestes materiais, tais como pouca adesão às paredes dentinárias e alta solubilidade (Grossman *et al.*, 1976; McComb & Smith, 1976; Lee *et al.*, 2002).

Com o surgimento dos cimentos à base de ionômero de vidro, bons resultados da adesão destes às paredes dentinárias puderam ser vistos (Powis *et al.*, 1982; Aboush & Seefeld, 1986), entretanto, quando comparados a outros cimentos, observou-se baixa radiopacidade (Tanomaru-Filho *et al.*, 2008) e maiores índices de infiltração para o terço apical (Monticelli *et al.*, 2007).

A excelente capacidade de selamento apical (Abramovich & Goldberg, 1976; Grossman, 1976; Limkangwalmongkol *et al.*, 1991), assim como de vedamento à ramificações artificiais (Almeida *et al.*, 2007) proporcionada pelos cimentos resinosos torna-os de grande aceitação clínica. O AH Plus, exemplo deste tipo de cimento, de acordo com o fabricante apresenta bons resultados seladores, além de não possuir em sua composição o formaldeído (De Almeida *et al.*, 2000). Trabalhos mostram que sua adesão à guta-percha é satisfatória, quando comparada a outros sistemas obturadores (Fisher *et al.*, 2007 e Gesi *et al.*, 2005). Outra importante propriedade presente neste material obturador é a capacidade antimicrobiana (Leonardo *et al.*, 1998).

O bom comportamento apresentado pelo cimento AH Plus pode ser confirmado em sua comparação com os cimentos Pulp Canal Sealer, Ketac-Endo e Sealapex. Embora não estatisticamente significativa, esse cimento apresentou taxas de infiltração de corante menores em média (1,8mm) do que o Sealapex (2,1mm), o Pulp Canal Sealer (2,2mm) e o Ketac Endo (3,6mm), quando analisadas através de mensuração linear da infiltração e com

secção longitudinal dos espécimes (Camps & Pashley, 2003). Em estudo realizado por Siqueira *et al.*(2001b), a capacidade seladora do cimento Sealer 26 se apresentou semelhante ao cimento AH Plus, porém melhor que os cimentos ThermaSeal, Pulp Canal Sealer (EWT) e cimento de Grossman. Entretanto, não foi encontrada diferença significativa entre os cimentos AH Plus e Pulp Canal Sealer (EWT).

Desta forma, faz-se necessário associar os bons resultados seladores proporcionados pelo cimento AH Plus às diversas técnicas obturadoras e cones de guta-percha, com o objetivo de verificar a influencia deste no preenchimento e selamento de canais laterais artificiais em dentes humanos.

2.7. Selamento marginal do sistema de canais radiculares

A necessidade de selamento do sistema de canais radiculares com o intuito de evitar a infiltração de fluidos teciduais para o seu interior não constitui conceito recente. Assim, já em 1912, Prinz destacava a importância da completa impermeabilização dos canais radiculares e preocupado com os problemas relativos ao selamento apical, alertou sobre a necessidade de se melhorar a técnica e os materiais obturadores utilizados (Hort, 1972).

Muitos estudos *in vitro*, utilizando as mais diversas metodologias, são conduzidos com a finalidade de testar a capacidade do selamento apical de diversos materiais e técnicas de obturação (Allison *et al.*, 1981; Antonopoulos *et al.*, 1998). Alguns autores utilizam a penetração de bactérias como parâmetro de avaliação (Siqueira *et al.*, 2000, 2001; Gilbert *et al.*, 2001), outros buscam resposta com a penetração de corantes (Bonetti-Filho, 2000; Davalou *et al.*, 1999; Silva Neto, 2001) e também com o método de transporte de fluido, introduzido por Wu *et al.*, 1993).

A técnica de penetração de corantes, devido a sua simplicidade, é bastante utilizada (Limkangwalmongkol *et al.*, 1991; Wu & Wesselink, 1993; Lucena-Martin *et al.*, 2002; Zaia *et al.*, 2002; Almeida *et al.*, 2007). A capacidade seladora apical proporcionada por diversas técnicas obturadoras e diferentes cimentos já foram testadas por esse método de avaliação. Este tipo de estudo oferece ao profissional uma idéia da qualidade de obturação

do canal radicular e possibilidade de sua aplicação clínica (Wu & Wesselink, 1993; Oliver & Abbott, 2001).

Diversos trabalhos nos mostram que a infiltração apical pode ocorrer nas interfaces entre o cimento e a dentina, cimento e o cone ou por entre o cimento endodôntico pela dissolução do mesmo. Sabe-se que os cimentos endodônticos desempenham um importante papel no controle da percolação apical reduzindo a infiltração clínica (Evans & Simon, 1986; Hata *et al.*, 1992), escoando para as ramificações e melhorando as adaptações da obturação nas irregularidades da interface dentina e material obturador. Da mesma forma, atua como lubrificante para o cone de guta-percha, auxiliando na sua adaptação.

Bramante *et al.*, 1989 compararam a infiltração apical ocorrida em setenta caninos superiores obturados pelas técnicas de Condensação Lateral, Híbrida de Tagger, McSpadden, Schilder e o sistema Ultrafil. O cimento utilizado foi o de óxido de zinco e eugenol, (com exceção do grupo Ultrafil, em que não foi utilizado cimento). As técnicas de Condensação Lateral e Híbrida de Tagger apresentaram menor infiltração apical, quando comparadas às demais.

Dalat & Spangberg (1994) ao compararem a infiltração apical de canais radiculares obturados pelas técnicas: cone único, Condensação Lateral, Condensação Vertical e os sistemas Thermafil e Ultrafil, verificaram não haver diferença significativa na infiltração apresentada pelas técnicas de obturação.

O estudo de Pommel & Camps (2001) analisou o selamento apical de canais radiculares obturados por diferentes técnicas. Avaliada pelo método de filtração de fluidos, em dois diferentes intervalos de tempo, a infiltração apical apresentou os piores resultados para a técnica do cone único, em ambos os períodos avaliados. Já os sistemas Thermafil, System B e a técnica da condensação vertical apresentaram menor infiltração apical após um mês.

Silva Neto *et al.*, 2001, estudaram o selamento apical de canais radiculares obturados pelas técnicas do System B e Híbrida de Tagger utilizando-se o cimento

Endomethasone. Após a obturação, os dentes foram imersos em corante azul de metileno a 2% e aguardado certo intervalo de tempo, os resultados mostraram-se melhores para os canais obturados pelo sistema System B, quando comparados aos obturados pela técnica Híbrida de Tagger.

Cortez (2002) avaliou o selamento apical de quatro diferentes técnicas: Onda Contínua de Condensação, cone único modelado, Híbrida de Tagger e Condensação Lateral. Os resultados encontrados com relação à infiltração apical demonstraram que a técnica da Onda Contínua de Condensação apresentou selamento superior às demais técnicas. A técnica de cone único modelado apresentou o segundo melhor selamento apical, não diferindo estatisticamente da Onda Contínua de Condensação. Estes resultados estão de acordo com Kytridou *et al.* (1999) e Pommel *et al.*, (2001) que observaram uma melhora no selamento apical, das técnicas plastificadas (Onda Contínua de Condensação e o sistema Thermafil) quando comparado à condensação lateral e cone único.

Jacobson *et al.*, 2002, ao compararem a infiltração coronária de canais radiculares obturados pelas técnicas de condensação lateral e da Onda Contínua de Condensação, por meio da penetração de bactérias anaeróbias, verificaram que a infiltração ocorreu de forma mais rápida nos dentes obturados pela técnica de Condensação lateral.

Almeida *et al.*, (2007) avaliaram o preenchimento e microinfiltração de corantes em canais laterais artificiais, obturados com cinco diferentes tipos de cimentos endodônticos. Observaram que as ramificações artificiais preenchidas apenas por cimento endodôntico apresentaram menor infiltração com a utilização do AH Plus, Epiphany e Sealapex do que quando utilizado o Pulp Canal Sealer (EWT). O Endomethasone foi semelhante estatisticamente a todos outros cimentos testados.

3. PROPOSIÇÃO

O objetivo do presente estudo foi

1. Examinar a qualidade de obturação de canais laterais artificiais confeccionados em dentes anteriores humanos, por meio de espécimes diafanizados, obturados segundo diferentes técnicas de obturação e cones de guta-percha de diversas marcas comerciais;
2. Quantificar o polímero guta-percha nos cones utilizados e correlacionar os achados com a qualidade de obturação encontrada;
3. Correlacionar a qualidade de obturação visualizada em imagens radiográficas com as encontradas nas raízes diafanizadas.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Formação dos grupos

Foram utilizadas três marcas comerciais de cones de guta-percha: Konne¹, Autofit² e Dentsply³, nas conicidades Fine-Fine (FF), Fine-Medium (FM) e Fine (F) (Figura 1). O cimento endodôntico utilizado foi o AH Plus⁴, à base de resina epóxica, manipulado de acordo com as instruções de uso do fabricante.

Os grupos experimentais foram formados de acordo com as marcas comerciais de cones de guta-percha e as técnicas de obturação (Tabela 1): 12 grupos com 10 amostras cada. Os grupos controles, positivo e negativo, contendo 2 amostras cada, verificaram a eficácia do corante em penetrar nos canais laterais vazios e a eficácia do impermeabilizador em impedir a infiltração do corante, respectivamente.

Tabela 1 - Formação dos grupos experimentais (n=10) de acordo com as marcas comerciais de cones de guta percha e as técnicas obturadoras.

Técnicas obturadoras	Marcas comerciais de cones de guta-percha		
	Konne	Autofit	Dentsply
Condensação lateral	Grupo I	Grupo II	Grupo III
Híbrida de Tagger	Grupo IV	Grupo V	Grupo VI
Schilder	Grupo VII	Grupo VIII	Grupo IX
Onda Contínua de Condensação	Grupo X	Grupo XI	Grupo XII

4.2. Seleção das amostras

Para a realização desta pesquisa foram selecionados 124 dentes humanos anteriores superiores recém extraídos e armazenados em solução de Timol 0,2%. Com o auxílio de curetas periodontais, cálculos e restos de tecidos orgânicos foram removidos da superfície

¹ Konne Ind. E Com., Belo Horizonte, MG, Brasil.

² Analytic Endodontics, Orange, CA, USA.

³ Dentsply Ind. E Com., Petrópolis, RJ Brasil

⁴ Dentsply – Konstanz, Alemanha.

radicular dos dentes. As amostras foram radiografadas no sentido vestibulo-lingual com o uso do aparelho de raios-X, modelo Spectron 70x Eletronic⁵, operando com 70 kVp e 8 mA, com o tempo de exposição de 0,2 segundos e distância foco-filme de 10 cm. AS radiografias foram reveladas em processadora automática de maneira padronizada. Certificada a presença de trincas, fraturas, reabsorções e a existência de canais extras, o elemento dental era descartado. As coroas dentais foram removidas com o uso de um disco diamantado dupla face⁶ estabelecendo um remanescente radicular de comprimento de 15 mm.

Anteriormente à realização deste estudo o projeto foi submetido e aprovado (007/2008) pelo Comitê de Ética em Humanos da Faculdade de Odontologia de Piracicaba – UNICAMP (Anexo 1).



Figura 1 – Marcas comerciais de cones de gutta-percha nas conicidades FF, F e FM (A) Autofit; (B) Dentsply; (C) Konne.

⁵ Dabi Atlante – Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil.

⁶ Microdont – São Paulo, Brasil.

4.3. Confeção dos canais laterais

Foram realizadas duas marcações, uma no terço apical (3mm do ápice) e outra no terço médio (6mm do ápice), com caneta vermelha de ponta fina, em uma das faces proximais da raiz, indicando o local exato para a confecção dos canais laterais (Figura 2-A).

Na face da raiz com as marcações foi realizada uma pequena canaleta confeccionada com o auxílio do mesmo disco diamantado dupla face, descrito anteriormente. Os canais laterais foram confeccionados com brocas de 0,10 mm de diâmetro e 2 mm de comprimento⁷ (Figura 2-B e C).

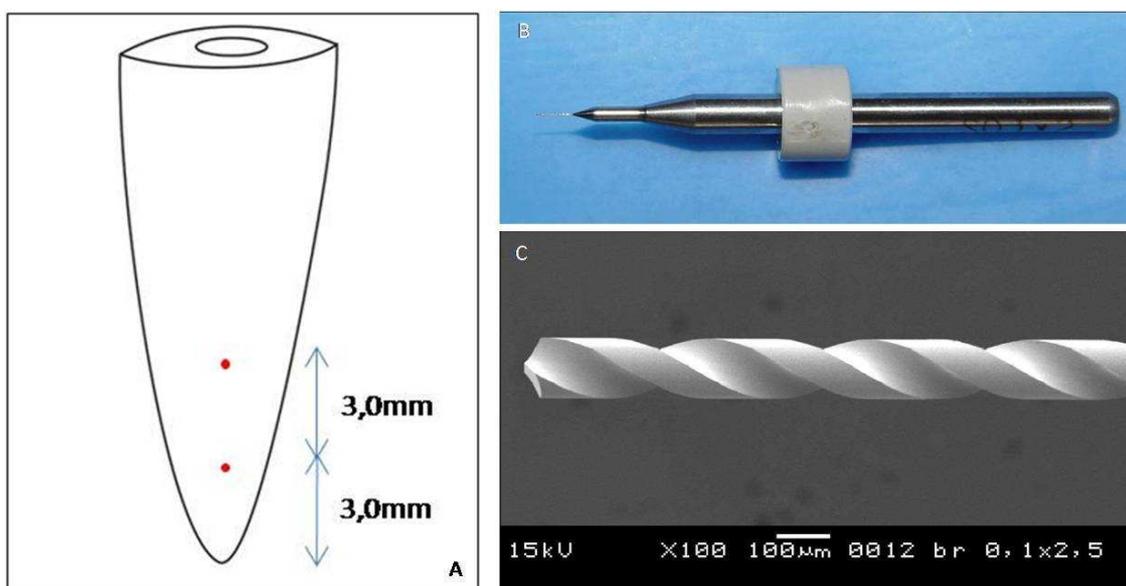


Figura 2 – (A) marcação dos pontos de confecção dos canais laterais (B) broca 0,1 mm de diâmetro, utilizada para a confecção dos canais laterais; (C) imagem de microscopia eletrônica de varredura da ponta ativa da broca (100X).

⁷ Série MD – MICRO DRILLS - Union Tool – Europa.

As raízes foram fixadas em placas de acrílico transparente com o auxílio de Cera Utilidade⁸, ficando a face proximal a ser perfurada voltada para a base da mesma (Figura 3-A). Uma segunda placa, também de acrílico transparente, contendo cinco aberturas de dimensões superiores ao tamanho das raízes, se encaixava à primeira (Figura 3-B), permitindo desta forma a posterior inserção de Silicona de Condensação⁹ no interior dos compartimentos (Figura 3-C). Manipulado de acordo com as instruções do fabricante, este material de moldagem permitia apenas a exposição da face a ser perfurada (Figura 3-D). Após o tempo de presa, as placas foram separadas e as raízes incluídas levadas para os procedimentos de perfuração (Figura 3-E).

Um aparato metálico (Figura 4-A) foi criado para a fixação das placas de acrílico e da turbina de alta rotação. As raízes incluídas em material de moldagem foram fixadas a uma mesa de perfuração podendo ser deslocada nos sentidos dos eixos X e Y (Figura 4-B).

As brocas utilizadas foram acopladas a uma turbina de alta rotação da marca NSK¹⁰ presa no suporte metálico, capaz de movimentar-se verticalmente (avanço e recuo) (Figura 4-C). As perfurações foram realizadas com as brocas numa velocidade de 150.000 rotações por minuto (rpm), sendo os movimentos de avanço e recuo controlados manualmente e aferidos por um relógio comparador mecânico¹¹ com escala de 0,01mm. A cada 0,4 mm de perfuração, era feito o recuo da broca até que a ponta ativa fosse vista completamente fora do canal confeccionado, para permitir a saída das raspas de dentina produzidas. Um novo avanço de 0,4 mm além do comprimento já perfurado era executado e esta manobra repetida até o momento de perfuração total do canal lateral.

Ao término das perfurações, limas tipo Kerr # 06¹² foram introduzidas no interior dos canais laterais e novas tomadas radiográficas foram realizadas, com o objetivo de verificar a penetração da broca no interior do canal principal (Figura 5). Na ausência de continuidade do canal lateral com o canal principal o dente era descartado.

⁸ ASFER – São José, São Caetano do Sul, Brasil.

⁹ ZetaLabor – Zermack, Rovigo, Itália.

¹⁰ Série Planet – Pneumático – Tochigi-Ken, Japão.

¹¹ Mitutoyo – São Paulo, São Paulo, Brasil.

¹² Maillefer – Balligues, Suíça.

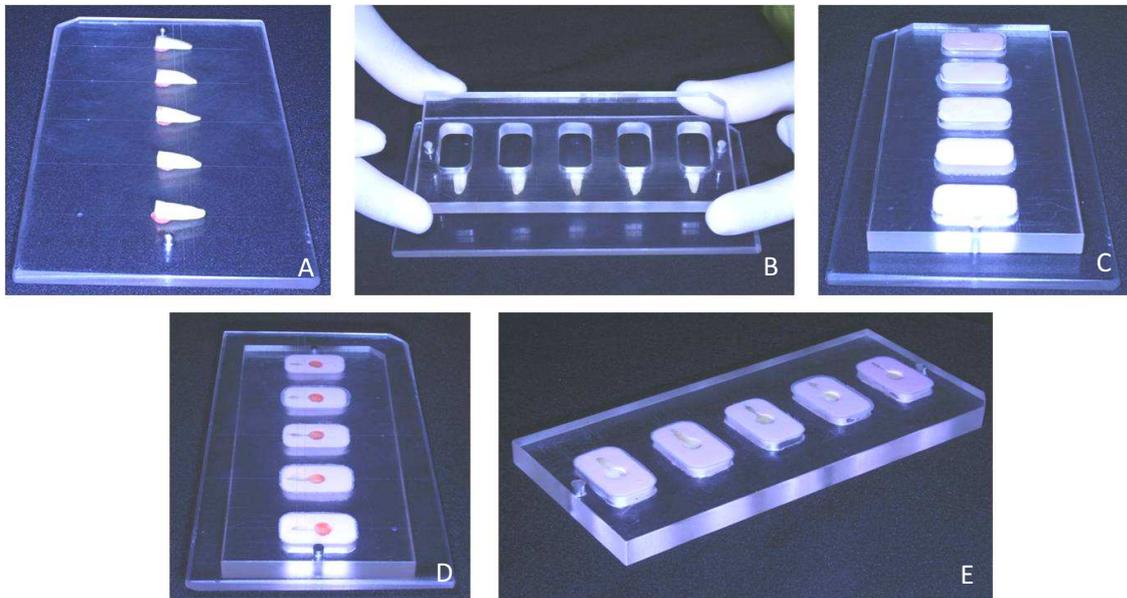


Figura 3 - Preparo das raízes para a confecção dos canais laterais. (A) fixação das raízes com uma de suas faces proximais voltadas para a base da placa de acrílico; (B) encaixe de uma segunda base de acrílico; (C) espaços preenchidos com material de moldagem para estabilização das raízes; (D) visão das faces a serem perfuradas; (E) placa com as raízes fixadas, prontas para a etapa de confecção dos canais laterais.

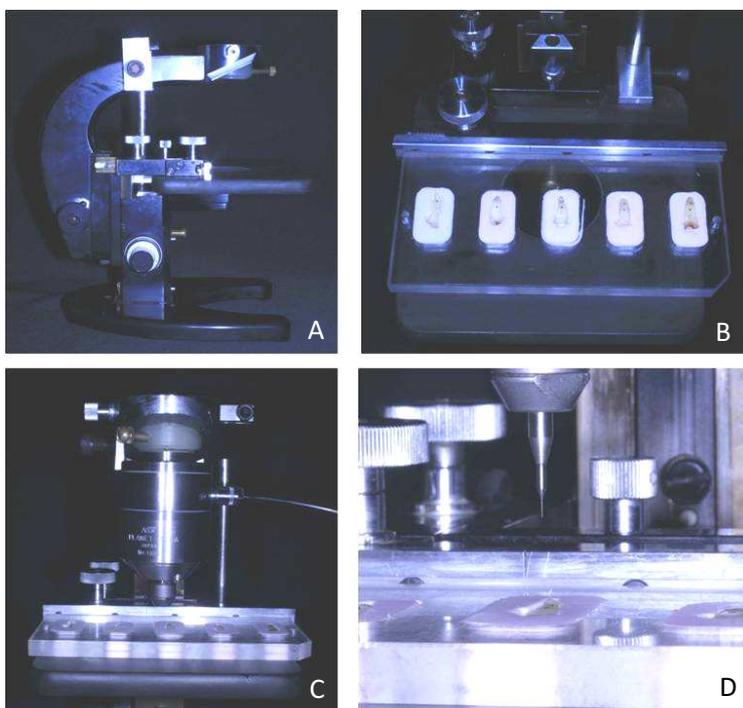


Figura 4 – (A) vista lateral do aparato metálico, no qual foram fixadas a turbina de alta rotação e a placa de acrílico contendo as raízes; (B) fixação da placa de acrílico na mesa perfuradora; (C) turbina fixada no suporte metálico; (D) visualização da broca próxima a raiz a ser perfurada.

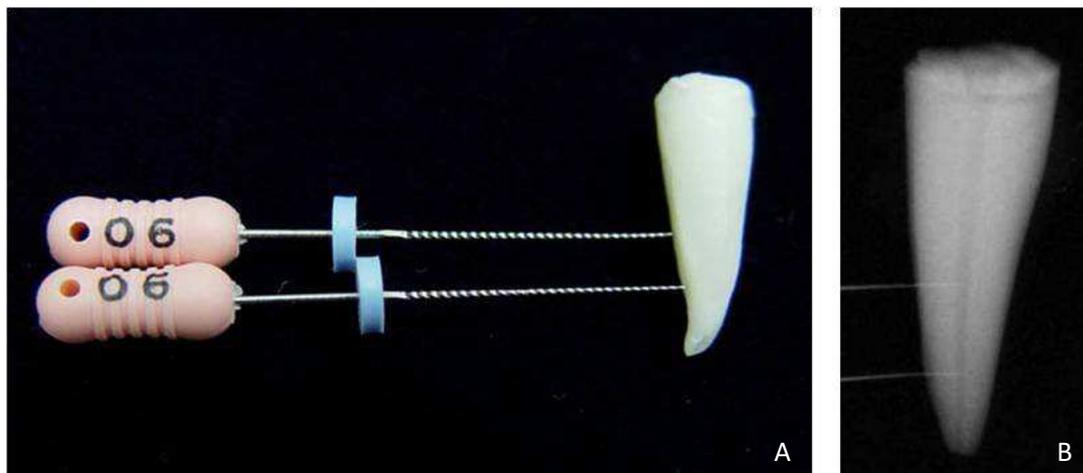


Figura 5 – (A) limas n° 06 no interior dos canais laterais artificiais para verificação de suas continuidades com o canal principal para verificação de suas continuidades com o canal principal; (B) radiografia das limas em posição nos canais laterais, ilustrando a penetração correta da broca no interior do canal principal.

4.4. Preparo químico-mecânico dos canais radiculares

Os terços cervicais e médios das raízes foram instrumentados no sentido coroa-ápice com brocas Largo n.º 2¹³ e Gattes-Glidden números 3 e 2¹⁴. A determinação do comprimento de trabalho realizada com a introdução de uma lima tipo K #25¹⁵ no interior do canal, até a visualização de sua ponta rente ao forame apical e a partir deste comprimento subtraiu-se 1mm. O batente apical foi alargado até lima tipo K # 40, seguido de escalonamento regressivo até lima tipo K n° 55.

A cada troca de broca ou lima, o canal era irrigado com 5 mL de Soro fisiológico 0,9% através de seringa descartável de 5 mL e agulha descartável 20 x 0,55 mm¹⁶ e o canal preenchido com Clorexidina Gel 2%¹⁷. Ao término do preparo, o canal foi irrigado com 3 mL de EDTA 17%, mantendo o canal inundado por 3 minutos para remoção da “smear

¹³ Maillefer – Balligues, Suíça.

¹⁴ Maillefer – Balligues, Suíça.

¹⁵ Maillefer – Balligues, Suíça.

¹⁶ Becton Dickinson (BD) – Curitiba, Brasil.

¹⁷ Endogel, Essencial Farma – Itapetininga, Brasil.

layer”. Após a irrigação final com 5 mL de Soro fisiológico 0,9% os canais foram aspirados e secos com cones de papel absorvente¹⁸.

4.5. Obturação dos canais radiculares

Anteriormente à obturação dos condutos, os dentes foram inclusos em blocos de alginato Ava Gel¹⁹ para servir de anteparo ao cimento obturador após seu possível extravasamento pelo canal lateral. Os Protocolos utilizados durante a realização das técnicas foram:

Condensação lateral: um cone de guta-percha F (fine) foi calibrado de acordo com o diâmetro preparado no ombro apical (#40). O cimento obturador foi espatulado e levado ao canal radicular com o auxílio de espiral Lentulo n° 35²⁰. O cone principal foi imerso no cimento obturador e assentado no ombro apical. Cones acessórios FF (fine-fine) de marcas comerciais semelhantes ao cone principal foram introduzidos com auxílio dos espaçadores digitais n° 25 e 30²¹, colocados sempre por vestibular, iniciando-se a 2 mm aquém do comprimento de trabalho e até que a sua penetração não representasse aprofundamento suficiente às imediações do canal lateral confeccionado no terço médio. O corte da obturação foi realizado com condensador FM (fine-medium) do termocompactor EasyEndo (SI)²², com profundidade de 3 mm e, em seguida, realizou-se a condensação vertical vigorosa com condensador frio. Após o corte da obturação, a embocadura do canal (3 mm) foi preenchida com material restaurador provisório Coltosol²³.

Técnica de Schilder: um cone de guta-percha FM (fine-medium) foi calibrado de acordo com o diâmetro preparado no ombro apical. O preparo e inserção do cimento obturador no interior do canal foram semelhantes aos realizados na técnica de condensação lateral. A condensação vertical foi feita com auxílio do condensador FM (fine-medium) do termocompactor EasyEndo (SI) no nível 6 de aquecimento, levado ao interior do canal

¹⁸ Tanari – Manacapuru, Brasil.

¹⁹ Dentsply - Petrópolis, Brasil

²⁰ Maillefer – Balligues, Suíça.

²¹ Maillefer – Balligues, Suíça.

²² EasyEndo – Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.

²³ Vigodent / Coltene – Rio de Janeiro, Brasil.

penetrando coronariamente de 3 a 4 mm na guta-percha. Foi realizada a condensação vertical da guta-percha plastificada utilizando-se de condensador Paiva n° 3 frio e compressão apical. Os procedimentos de corte e compressão da guta-percha foram repetidos até que fosse atingido o terço apical do canal radicular, permanecendo um remanescente de 4 mm de material obturador. O preenchimento da porção desobturada do canal foi feito com pequenos fragmentos de material restaurador provisório Coltosol²⁴ inseridos e condensados em direção vertical. Essa manobra foi repetida até que se realizasse o selamento dos 10 mm do canal restantes.

Técnica Híbrida de Tagger: o preparo do cone de guta-percha F (fine), assim como o preparo e inserção do cimento obturador no interior do canal foram semelhantes aos realizados na técnica de condensação lateral. Com o auxílio de espaçadores digitais n° 25 e 30²⁵, foram acrescentados dois cones de guta-percha secundários FF (fine-fine), obturando o terço apical. A profundidade de penetração do compactador foi estabelecida em 9 mm e a termoplastificação da guta-percha foi realizada com os compactadores de McSpadden acionadas por um motor elétrico²⁶, a uma velocidade de 20000 rpm. O compactador permaneceu acionado durante 5 segundos e após a plastificação da guta-percha, foi feita rapidamente a condensação vertical com condensador Paiva n° 3. Os três milímetros coronários foram preenchidos com material restaurador provisório Coltosol²⁷.

Onda Contínua de Condensação: o cone de guta-percha utilizado foi FM (fine-medium) e o preparo e a inserção do cimento obturador no interior do canal foram semelhantes aos realizados na técnica de condensação lateral. O condensador FM do termocompactador EasyEndo (SI)²⁸ foi acionado e direcionado através do cone de guta-percha, exercendo uma compressão em direção apical até 4 mm aquém do comprimento de trabalho, em uma única etapa. Foi realizada uma compressão apical com o condensador por cerca de 10 segundos. O preenchimento da porção desobturada do canal foi feito com

²⁴ Vigodent / Coltene – Rio de Janeiro, Brasil.

²⁵ Maillefer – Balligues, Suíça.

²⁶ TC MOTOR 3000 / Nouvag – Alemanha.

²⁷ Vigodent / Coltene – Rio de Janeiro, Brasil.

²⁸ EasyEndo – Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.

pequenos fragmentos de material restaurador provisório Coltosol²⁹ inseridos e condensados em direção vertical. Essa manobra foi repetida até que se realizasse o selamento dos 10 mm do canal restantes.

Após a obturação, os dentes dos grupos experimentais foram mantidos em recipientes com algodão umedecido, à 37°C, para que o cimento tomasse presa. Os blocos de alginato foram removidos e os dentes radiografados para posterior análise do preenchimento dos canais laterais com a massa obturadora.

4.6. Infiltração de corante.

Após a presa do cimento (48h), as porções coronárias e apicais, bem como as paredes laterais da superfície externa dos dentes experimentais e do controle positivo foram seladas com duas camadas de esmalte para unha na cor vermelha³⁰, mantendo apenas os orifícios dos canais laterais expostos. Após a aplicação da primeira camada de esmalte aguardou-se 2 horas para a secagem antes da aplicação da segunda camada. Os dois dentes utilizados como controle negativo, tiveram toda a superfície envolvida pelo esmalte, a fim de verificar a capacidade de selamento obtida pelo mesmo. Vinte e quatro horas após o vedamento da superfície dental com esmalte, as raízes foram imersas em tinta nanquim³¹, submetidas ao vácuo por 30 minutos em câmara conectada a uma bomba a vácuo sob pressão de 700 mmHg e mantidas nessas condições por 24 horas em temperatura ambiente. Após esse período, os dentes foram colocados em água corrente por 2 horas para remoção do excesso de corante e o esmalte que os recobria foi totalmente removido com o auxílio de uma lâmina de bisturi. As raízes foram descalcificadas em ácido clorídrico 5% e diafanizadas em salicilato de metila, como descrito em Zaia *et al.* (2002).

4.7. Análise dos dados

Radiografia

²⁹ Vigodent / Coltene – Rio de Janeiro, Brasil.

³⁰ Colorama, Bozzano Ceil - São Paulo, Brasil.

³¹ Indian Ink - Royal Talens, Apeldoorn, Holanda.

As imagens radiográficas foram digitalizadas com máquina fotográfica digital³², transferidas para um computador e analisadas com o auxílio do Software IM 50, em que foi possível obter o comprimento total do canal lateral e a medida linear da penetração da massa obturadora no interior dos canais laterais. O quociente obtido pela relação estabelecida entre a extensão de preenchimento e o comprimento total do canal lateral foi multiplicado por 100 para a obtenção da porcentagem de preenchimento proporcionada pelo material obturador na análise radiográfica.

Diafanização

Para a análise dos canais laterais, as raízes foram examinadas em lupa estereoscópica³³ com 32X de aumento. As raízes foram mantidas na solução de salicilato de metila para que as imagens fossem obtidas e transferidas para um computador através de uma câmera de vídeo³⁴. As mensurações do tamanho total do canal lateral, da quantidade de preenchimento do mesmo e da infiltração ocorrida entre o cimento e a parede do canal lateral foram feitas com auxílio de software IM 50³⁵. A infiltração de corante entre a massa obturadora e a parede do canal lateral foi medida linearmente, utilizando-se de uma escala em milímetros, e os valores obtidos foram divididos pela extensão do preenchimento e multiplicado por 100 para a obtenção da porcentagem de infiltração.

Após a obtenção dos resultados de infiltração foi feita a análise estatística qualitativa por meio dos testes não paramétricos de Kruskal Wallis, Dunn e Wilcoxon, todos com $\alpha = 0,05$. Estes testes foram escolhidos, pois os valores analisados não atendiam às pressuposições paramétricas (homogeneidade de variâncias e normalidade dos valores obtidos).

Os dados obtidos com as imagens radiográficas e as imagens dos espécimes diafanizados, quanto ao preenchimento dos canais laterais, foram comparados por meio de análise estatística descritiva, para possibilitar a verificação da frequência de coincidência

³² Canon Eos Rebel Xti 10.0

³³ Leica Microsystems – Wetzlar, Germany

³⁴ Câmera Digital CCD, LG - Honeywell, Coréia

³⁵ Leica Microsystems – Wetzlar, Germany

entre análise radiográfica dos canais laterais e análise dos espécimes diafanizados. Foram denominados coincidentes, os espécimes que apresentaram uma diferença de 50% nas medidas lineares de preenchimento dos canais laterais mensurada para ambos os terços, e não coincidentes aquelas diferenças superiores a 50%. Foi feita também uma comparação dos mesmos dados por meio da análise de correlação de Pearson ($\alpha=0,05$).

4.8. Quantificação do polímero de guta-percha nos cones utilizados

Os diferentes cones de guta-percha utilizados neste trabalho foram submetidos à análise da composição química, com o objetivo de promover a separação das frações orgânica e inorgânica. Para isto, foram selecionados cones, estando todos dentro do prazo de validade e apresentando o mesmo lote de fabricação. Em busca de uma análise acurada dos componentes destes materiais obturadores, os procedimentos foram repetidos três vezes para cada marca comercial.

A separação das frações orgânicas e inorgânicas dos cones de guta-percha foi realizada de acordo com a metodologia proposta por Gurgel-Filho (2003). Todos os materiais e instrumental utilizados foram previamente pesados, para eliminar possíveis interferências durante a obtenção das massas dos componentes dos cones de guta-percha. No presente estudo, maior ênfase foi dada a porcentagem dos componentes da fração orgânica.

Para cada marca de cone de guta-percha foi utilizada uma quantidade de três gramas e esta porção, dissolvida em um béquer de vidro de 100 mL³⁶, contendo 60 mL de clorofórmio³⁷. Promoveu-se uma agitação constante, por 12 horas, com o auxílio do Agitador-Aquecedor, modelo 158³⁸. Após este intervalo de tempo, a solução resultante foi transferida para 04 tubos de polietileno do tipo Falcon³⁹, de 15 mL. Foi realizada a centrifugação⁴⁰ da solução por 15 minutos, numa velocidade de 15.000 rpm, o que permitiu a separação dos componentes orgânicos (guta-percha, ceras/resinas), dissolvidos em

³⁶ Cial – Paulínea, São Paulo.

³⁷ Synth – Diadema, São Paulo, Brasil.

³⁸ FANEM – São Paulo – Brasil.

³⁹ Global Trade Technology – Monte Alto, São Paulo.

⁴⁰ Centrifugeur – Saint Herblain, France.

clorofórmio, dos inorgânicos (óxido de zinco e sulfatos metálicos), precipitados no fundo do frasco. Esta manobra foi repetida três vezes, permitindo uma completa separação das fases.

Por meio de filtração e posterior pesagem do precipitado, foi possível determinar a massa da fração inorgânica, e à solução restante, adicionou-se acetona⁴¹ na proporção de 1:1. , o que permitiu a coagulação do polímero guta-percha. Aguardo-se 10 minutos, para posterior filtração com auxílio de papel de filtro e a massa retida, referia-se a quantidade total do polímero de guta-percha presente na amostra analisada. Já a solução restante, permaneceu em repouso, à temperatura ambiente, e após a completa evaporação do solvente, obteve-se a massa referente aos componentes resina e cera. Os produtos obtidos ao término destes procedimentos foram pesados e os valores transformados em porcentagem para posterior determinação das médias e desvios-padrão, referente a cada marca comercial de cone de guta-percha.

⁴¹ Synth – Diadema, São Paulo, Brasil.

5. RESULTADOS

5.1. Preenchimento dos canais laterais artificiais (guta-percha + cimento)

A porcentagem do preenchimento dos canais laterais dos terços médio e apical e a diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) entre os grupos experimentais estão representados na Tabela 2. Independente da localização do canal lateral, da marca comercial do cone de gutapercha e da técnica utilizada, os canais laterais foram satisfatoriamente preenchidos, considerando-se o conjunto gutapercha e cimento obturador (mediana – 100% de preenchimento). As Figuras 9, 10, 11 e 12 mostram o preenchimento dos canais laterais em ambos os terços, para todos os grupos.

Tabela 2 – Medianas das porcentagens de preenchimento (cimento e gutapercha) dos canais laterais no terço médio e apical nos grupos experimentais.

Técnicas	Marcas comerciais de cones de gutapercha					
	Terço Médio			Terço Apical		
	Konne	Autofit	Dentsply	Konne	Autofit	Dentsply
Condensação Lateral	100 Aa	100 Aa	100 Aa	100 Aa	100 Aa	100 Aa
Híbrida de Tagger	100 Aa	100 Aa	100 Aa	100 Aa	100 Aa	100 Aa
Schilder	100 Aa	100 Aa	100 Aa	100 Aa	100 Aa	100 Aa
Onda Contínua de Condensação	100 Aa	100 Aa	100 Aa	100 Aa	100 Aa	100 Aa

Medianas seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente (Kruskal-Wallis / Dunn $\alpha = 5\%$). Letras maiúsculas mostram diferença estatística nas colunas e minúsculas nas linhas.

A porcentagem de preenchimento dos canais laterais para ambos os terços, apenas considerando a gutapercha, e a diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) estão representados na Tabela 3. Quando se compara marca comercial em função das técnicas obturadoras, no terço médio, percebe-se que os cones das marcas Konne e Autofit apresentaram resultados semelhantes. O mesmo acontece quando se compara Autofit e Dentsply. Todavia, a marca Konne mostrou resultados superiores quando comparada à marca Dentsply. Analisando-se apenas a técnica da Condensação Lateral, as três marcas comerciais se comportaram de maneira semelhante, sem capacidade de preenchimento com gutapercha dos canais laterais localizados nos terços médio e apical.

Na comparação das técnicas de obturação em função das marcas comerciais de cones de guta-percha, no terço médio, verificou-se que, para a marca Konne, as técnicas Híbrida de Tagger, Schilder e Onda Contínua de Condensação apresentaram resultados semelhantes. O mesmo acontece quando se comparam Schilder, Onda Contínua de Condensação e Condensação Lateral. No entanto, a técnica Híbrida de Tagger apresentou melhores resultados, à técnica de Condensação lateral. Para a marca Autofit, as técnicas Híbrida de Tagger e Onda Contínua de Condensação apresentaram resultados similares, da mesma forma, resultados semelhantes foram observados entre as técnicas Schilder, Onda Contínua de Condensação e Condensação Lateral. Entretanto, a técnica Híbrida de Tagger apresentou melhores resultados, quando comparada à Condensação Lateral e Schilder. Já, para a marca Dentsply, a técnica Híbrida de Tagger apresentou melhores resultados, às demais. Analisando-se apenas o terço apical, as quatro técnicas apresentaram resultados semelhantes para todas as marcas comerciais de cones de guta-percha.

Tabela 3 – Medianas das porcentagens de penetração da guta-percha nos canais laterais dos terços médios e apical, nos grupos experimentais

Técnicas	Marcas comerciais de cones de guta-percha					
	Terço Médio			Terço Apical		
	Konne	Autofit	Dentsply	Konne	Autofit	Dentsply
Condensação Lateral	0 Ba	0 Ba	0 Ba	0 Aa	0 Aa	0 Aa
Híbrida de Tagger	100 Aa	58,05 Aab	47,06 Ab	20,25 Aa	0 Aa	0 Aa
Schilder	53,92 ABa	0 Bab	0 Bb	0 Aa	0 Aa	0 Aa
Onda Contínua de Condensação	45,96 ABa	0 ABab	0 Bb	9,02 Aa	0 Aa	0 Aa

Medianas seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente (Kruskal-Wallis / Dunn $\alpha = 5\%$). Letras maiúsculas mostram diferença estatística nas colunas e minúsculas nas linhas.

A análise estatística realizada dentro dos grupos experimentais para a comparação da porcentagem de preenchimento dos canais laterais em função dos terços do mesmo grupo está representada na Tabela 4. Independente da marca comercial dos cones de guta-percha e das técnicas de obturação, os canais laterais de ambos os terços mostraram preenchimento satisfatório e sem diferenças estatisticamente significantes (medianas – 100% de preenchimento - $p > 0,05$).

Tabela 4 – Medianas das porcentagens de preenchimento (guta-percha/cimento) dos canais laterais, nos grupos experimentais, em função da localização dos canais.

Técnicas	Marcas de cones de gutapercha					
	Konne		Autofit		Dentsply	
	T.M.	T.A.	T.M.	T.A.	T.M.	T.A.
Condensação Lateral	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a
Híbrida de Tagger	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a
Schilder	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a
Onda Contínua de Condensação	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a

Medianas seguidas letras de iguais não diferem estatisticamente (Wilcoxon $\alpha = 5\%$). Minúsculas comparam terços dentro do fator grupo.

A porcentagem de preenchimento dos canais laterais com gutapercha, em função dos terços pode ser vista na Tabela 5. Para a técnica Híbrida de Tagger, independente das marcas dos cones utilizada, uma maior penetração da gutapercha foi observada no terço médio. Melhores resultados também foram apresentados no terço médio para as técnicas de Schilder e Onda Contínua de Condensação com o uso dos cones da marca Konne. As marcas comerciais Autofit e Dentsply apresentaram uma menor capacidade de preenchimentos das ramificações com gutapercha, independente da localização do canal lateral; salvo para a técnica Híbrida de Tagger.

Tabela 5 – Medianas das porcentagens de preenchimento com gutapercha, em função da localização dos canais laterais artificiais

Técnicas	Marcas de cones de gutapercha					
	Konne		Autofit		Dentsply	
	T.M.	T.A.	T.M.	T.A.	T.M.	T.A.
Condensação Lateral	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a
Híbrida de Tagger	100 a	20,25 b	58,05 a	0 b	47,06 a	0 b
Schilder	53,92 a	0 b	0 a	0 a	0 a	0 a
Onda Contínua de Condensação	45,96 a	9,02 b	0 a	0 a	0 a	0 a

Medianas seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente (Wilcoxon $\alpha = 5\%$). Minúsculas comparam terços dentro do fator grupo.

5.2. Infiltração de corantes

A infiltração de corante nos canais laterais dos terços médio e apical e a diferença estatisticamente significativa ($p > 0,05$) entre os grupos experimentais estão representados na Tabela 6. A análise linear da quantidade de infiltração entre o cimento obturador e a parede dentinária demonstrou que o corante foi capaz de infiltrar nos canais laterais. No entanto, não houve diferença estatística significativa, quanto à comparação das técnicas dentro do fator marca comercial de cone de guta-percha e das marcas dentro do fator técnica, sendo ambas as comparações realizadas separadamente para os dois terços. O cimento AH Plus e os cones de guta-percha foram capazes de proporcionar um bom selamento aos canais laterais, tanto àqueles preenchidos por apenas cimento, quanto aos canais preenchidos por cimento e guta-percha. Esses dados estão representados nas Figuras 9, 10, 11 e 12.

Tabela 6 – Medianas das porcentagens de infiltração dos canais laterais no terços médio e apical nos grupos experimentais.

Técnicas	Marcas comerciais de cones de guta-percha					
	Terço Médio			Terço Apical		
	Konne	Autofit	Dentsply	Konne	Autofit	Dentsply
Condensação Lateral	0 Aa	0 Aa	0 Aa	38,35 Aa	0 Aa	36,73 Aa
Híbrida de Tagger	0 Aa	0 Aa	0 Aa	0 Aa	0 Aa	0 Aa
Schilder	0 Aa	0 Aa	0 Aa	0 Aa	0 Aa	0 Aa
Onda Contínua de Condensação	0 Aa	0 Aa	0 Aa	0 Aa	0 Aa	0 Aa

Medianas seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente (Kruskal-Wallis / Dunn $\alpha = 5\%$). Letras maiúsculas mostram diferença estatística nas colunas e minúsculas nas linhas.

A análise estatística realizada dentro dos grupos experimentais para a comparação da porcentagem de infiltração dos canais laterais em função dos terços está representada na Tabela 7. As porcentagens de infiltração de corante para os canais laterais dos terços médio e apical, quando comparadas dentro de um mesmo grupo não apresentaram diferença estatística significativa.

Tabela 7 – Medianas das porcentagens de infiltração dos canais laterais, nos grupos experimentais, em função da localização dos canais.

Técnicas	Marcas de cones de guta-percha					
	Konne		Autofit		Dentsply	
	T.M.	T.A.	T.M.	T.A.	T.M.	T.A.
Condensação Lateral	0 a	38,35 a	0 a	0 a	0 a	36,73 a
Híbrida de Tagger	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a
Schilder	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a
Onda Contínua de Condensação	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a

Medianas seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente (Wilcoxon $\alpha = 5\%$). Minúsculas comparam terços dentro do fator grupo.

As duas raízes utilizadas como controles positivos apresentaram infiltração de corante pelos canais laterais que atingia todo o canal principal (Figura 13 – A). Ao contrário, as raízes do grupo controle negativo não sofreram infiltração de corante (Figura 13 – B).

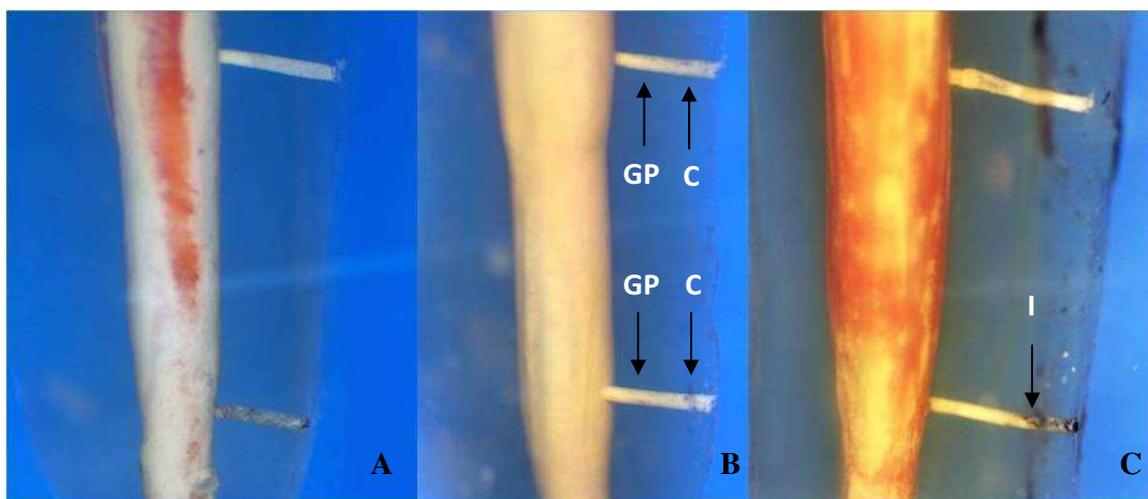


Figura 9 – Preenchimento, infiltração de corante e penetração de guta-percha nos canais laterais. Foram selecionadas apenas imagens com preenchimento completo das ramificações, independentemente da presença de cimento obturador ou guta-percha (A) GI – Preenchimento apenas com cimento e infiltração em toda a extensão do canal apical; (B) GII – Ausência de infiltração e penetração parcial de guta-percha em ambos os canais; (C) GIII – Ausência de penetração de guta-percha e ocorrência de infiltração parcial no canal apical. (GP- guta-percha / C – cimento / I - infiltração)

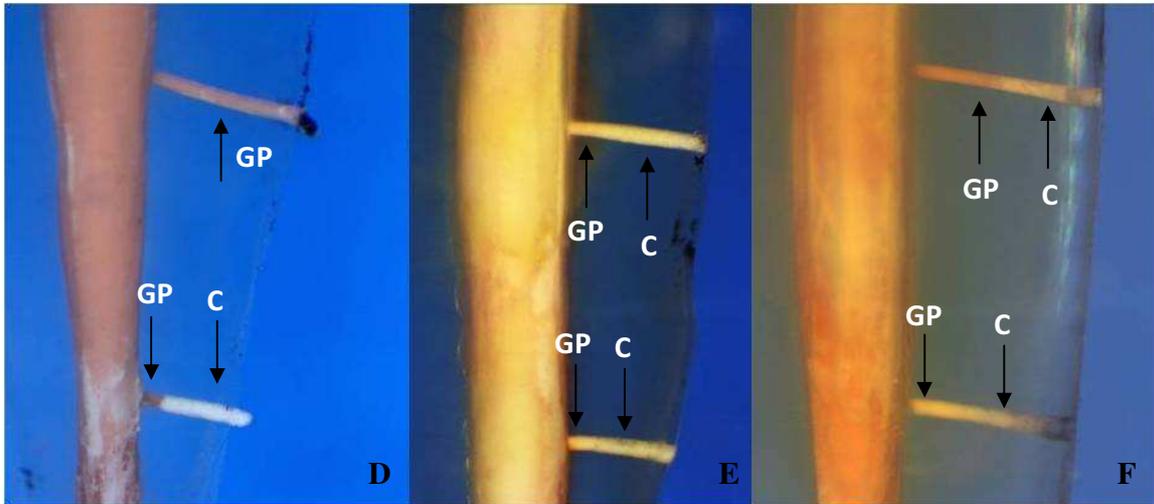


Figura 10 – (D) GIV – Penetração total de gutta-percha no canal médio e parcial no canal apical e ausência de infiltração em ambos (E) GV – Ausência de infiltração e penetração parcial de gutta-percha nas ramificações; (F) GVI – Penetração parcial de gutta-percha nas ramificações e ocorrência da infiltração parcial no canal apical – (GP- gutta-percha / C – cimento / I - infiltração).

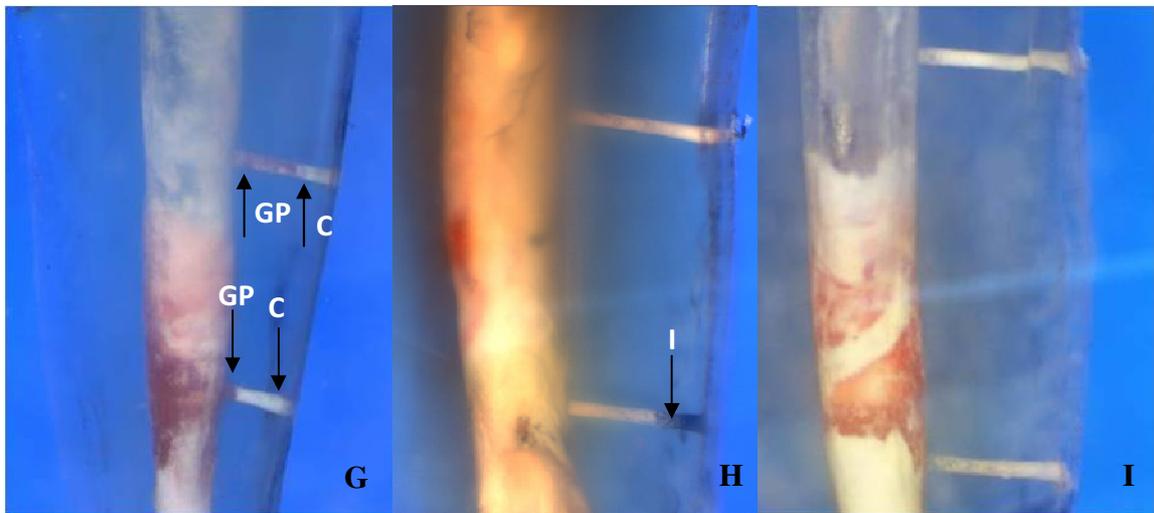


Figura 11 – (G) GV II – Ausência de infiltração e penetração parcial de gutta-percha em ambos os canais laterais; (H) GVIII – ocorrência de infiltração parcial no canal apical e ausência de penetração de gutta-percha nos canais; (I) GIX – Ausência de infiltração e ausência de penetração de gutta-percha nos canais laterais (GP- gutta-percha / C – cimento / I - infiltração).

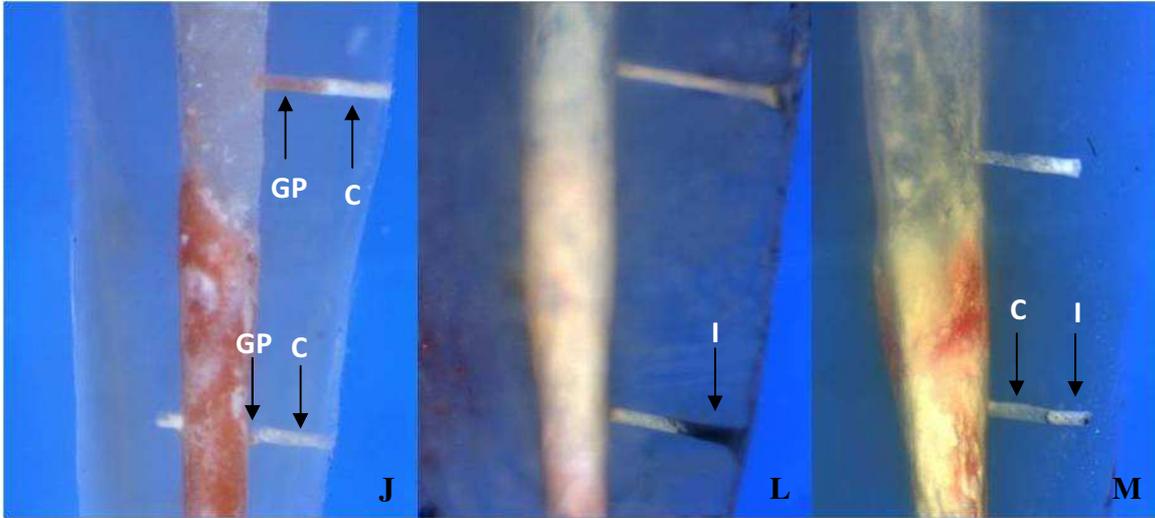


Figura 12 – (J) GX – Ausência de infiltração e penetração parcial de gutta-percha em ambos os canais; (L) GXI – Ocorrência de infiltração parcial no terço apical e ausência de penetração de gutta-percha nos canais; (M) GXII – Ocorrência da infiltração parcial no canal apical e ausência de penetração de gutta-percha nos dois canais.

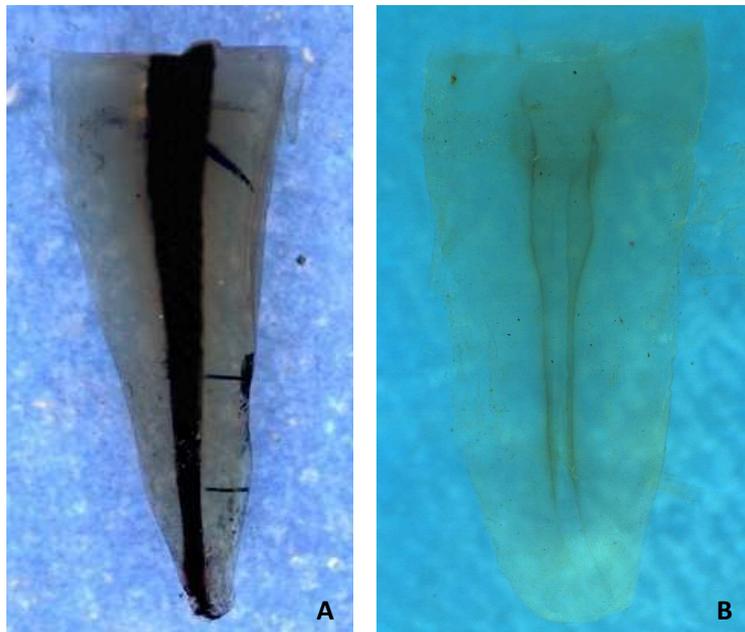


Figura 13 – (A) controle positivo evidenciando a completa infiltração de corantes pelos canais laterais artificiais, com preenchimento de todo canal principal e de um canal lateral natural; (B) controle negativo com ausência de infiltração de corante pelos canais laterais. Aumento 32X.

5.3. Correlação entre o preenchimento dos canais laterais verificados nas imagens radiográficas e nas imagens dos espécimes diafanizados

A quantidade de canais laterais que apresentaram ou não correlação entre o preenchimento verificado nas imagens radiográficas e nas imagens dos espécimes diafanizados está representado na Tabela 8. A comparação dos dados radiográficos com a análise dos espécimes diafanizados demonstrou que 22,1% do número de canais analisados não apresentaram imagem radiográfica e apresentavam preenchimento observado por diafanização. A Figura 14 mostra a comparação entre a imagem radiográfica e a imagem da diafanização do preenchimento dos canais laterais dos terços médio e apical.

Tabela 8 – Porcentagem de canais laterais que apresentaram ou não correlação entre a imagem radiográfica e a diafanização.

Técnicas	Marcas de cones de guta-percha					
	Konne		Autofit		Dentsply	
	NC	C	NC	C	NC	C
Condensação Lateral	55	45	35	65	35	65
Híbrida de Tagger	15	85	10	90	45	55
Schilder	15	85	25	75	10	90
Onda Contínua de Condensação	0	100	15	85	5	95

Quantidade de canais laterais Coincidentes (C) e Não-Coincidentes (NC) entre a imagem radiográfica e a diafanização, em função da técnica e marca comercial de cones de guta-percha (foram consideradas diferenças maiores que 50%).

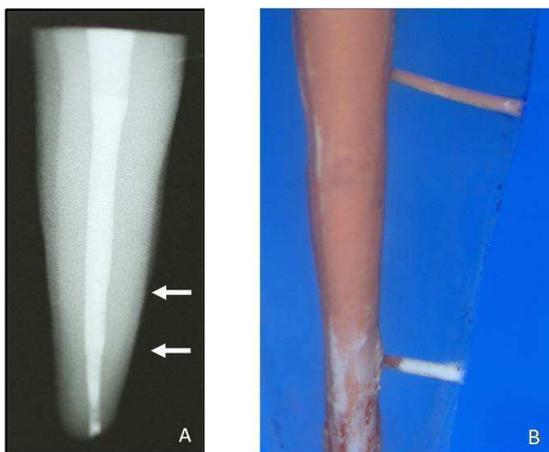


Figura 14 – Grupo IV (A) canais laterais de ambos os terços não identificados na imagem radiográfica; (B) imagem da diafanização revelando o preenchimento total com cimento e guta-percha de ambos os canais laterais.

Através da Correlação Linear de Pearson foi possível verificar se havia ou não correlação entre a imagem radiográfica e a diafanizada para o preenchimento dos canais laterais de ambos os terços. O coeficiente de Pearson (Tabela 9) mostrou haver correlação fraca positiva (Santos, 2007) entre os dados obtidos por meio da análise radiográfica e pelas raízes diafanizadas do preenchimento dos canais laterais do terço médio. Isso mostra que a porcentagem de obturação visualizada na radiografia foi equivalente à visualizada nos espécimes diafanizados. Para o terço apical, não houve correlação, mostrando que nem sempre o preenchimento do canal lateral do terço apical na imagem do espécime diafanizado foi vista radiograficamente.

Tabela 9 – Comparação do preenchimento radiográfico com o preenchimento das raízes diafanizadas, dos canais laterais

Terços	r (Pearson)	p
Médio	0,2182	0,0166
Apical	0,168	0,0666

Coeficiente de Pearson (-1 a 1)

5.4. Obturação de ramificações naturais

No momento da análise das raízes diafanizadas verificou-se o preenchimento de 20 ramificações naturais do canal principal em 7 raízes. A maioria destas ramificações ocorreu no terço apical, sendo encontrado apenas um canal lateral localizado no terço médio e obturado pela técnica de condensação lateral com cone de guta-percha da marca Konne.

Dentre estas 20 ramificações foram encontrados 15 canais secundários nos terços apicais de incisivos centrais e laterais, 2 canais acessórios e 2 canais recorrentes, também localizados nos terços apicais de incisivos centrais e laterais. Além disso, foi encontrado 1 canal lateral localizado no terço médio de um canino. A classificação e nomenclatura das ramificações encontradas estão de acordo com De Deus (1992). Os diâmetros das ramificações naturais encontradas variaram entre 40µm a 150µm.

A condensação lateral foi capaz de preencher seis destas ramificações naturais, sendo duas ramificações com cone da marca Autofit, três Dentsply e uma Konne. A técnica de Onda Contínua de Condensação foi capaz de preencher nove ramificações em duas raízes, seis ramificações com cone da marca Autofit e três ramificações com cone da marca Konne. Já a técnica de Schilder preencheu duas ramificações presentes em uma única raiz, ambas com a marca Konne, e a técnica Híbrida de Tagger foi capaz de obturar três ramificações, também presentes em uma raiz, com a marca de cone Autofit.

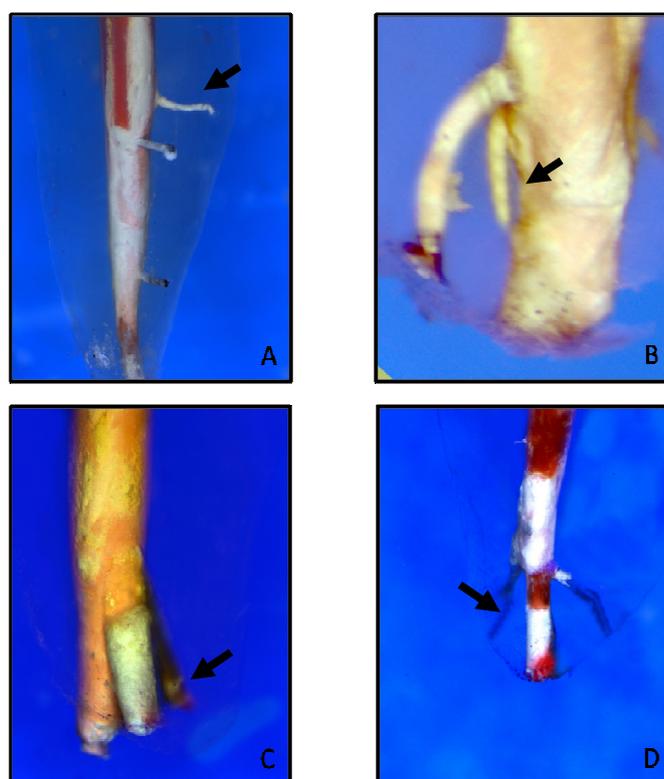


Figura 15 – Ramificações naturais. (A) canal lateral (seta) presente no terço médio de uma raiz diafanizada de um canino. Esta raiz foi obturada pela técnica de Condensação Lateral com o cone de guta-percha da marca Konne; (B) canal recorrente (seta) encontrado em um incisivo central superior obturado pela técnica Híbrida de Tagger com cone de guta-percha da marca Autofit; (C) canal secundário (seta) encontrado em um incisivo central superior obturado pela técnica Condensação Lateral da com cone da marca Autofit; (D) canal acessório (seta) encontrado em um incisivo lateral superior obturado pela técnica de onda contínua com cone da marca Konne. Aumento de 32X.

5.5. Resultados da quantificação do polímero guta-percha

Os resultados obtidos das análises químicas executadas, separando-se as porções orgânica e inorgânica, das três marcas comerciais de cones de guta-percha analisadas, estão descritos nas Tabelas 10 e 11.

Tabela 10 – Médias e desvios padrão (DP) das porcentagens dos pesos das frações orgânica e inorgânica obtidas através do processo de separação dos cones de guta-percha.

Marcas	Fração Orgânica (média ± DP)	Fração Inorgânica (média ± DP)
Konne	22,85 ± 0,88	77,15 ± 0,88
Autofit	20,64 ± 0,30	79,35 ± 0,30
Dentsply	17,97 ± 1,25	82,02 ± 1,25

Tabela 11 – Porcentagem das composições químicas da fração orgânica.

Marcas	Fração Orgânica	
	Guta-percha (média ± DP)	Cera / Resina (média ± DP)
Konne	20,03 ± 0,41	2,82 ± 0,47
Autofit	18,24 ± 0,56	2,4 ± 0,26
Dentsply	16,51 ± 0,99	1,45 ± 0,26

6. DISCUSSÃO

6.1. Aplicação da metodologia

Na tentativa de promover um selamento hermético e tridimensional do sistema de canais radiculares, muitas pesquisas são realizadas com o objetivo de analisar a influência das diferentes técnicas de obturação e materiais obturadores no selamento do canal principal e suas ramificações (Goldberg *et al.* 2001; Almeida *et al.* 2007; Venturi, 2003; Morgental *et al.* 2008). Para a realização dessas pesquisas, podem ser empregados modelos experimentais do sistema de canais radiculares confeccionados em blocos e dentes de resina (Reader *et al.* 1993; Wolcott *et al.* 1997; Dulac *et al.* 1999; Gurgel-Filho *et al.* 2006) ou , em dentes humanos, que se aproximam mais da realidade (Goldberg *et al.* 2002; Villegas *et al.* 2002; Venturi *et al.* 2005). Dessa forma, a produção de ramificações artificiais realizadas na presente pesquisa traz maior confiabilidade aos resultados, já que não possui as possíveis interferências, tais como a lisura da superfície da parede dos canais e ausência de smear layer, encontradas em blocos ou dentes de resina.

Nos modelos que empregam dentes humanos, as ramificações naturais podem ser reproduzidas com a confecção de canais laterais artificiais nos diferentes terços radiculares (Goldberg *et al.* 2001, 2002; Silva & Moraes, 2005; Almeida *et al.* 2007; Morgental *et al.* 2008). Entretanto, grande parte destes modelos apresenta canais com diâmetros maiores, que os encontrados nos diversos tipos de ramificações naturais do sistema de canais radiculares. Os estudos de Kasahara *et al.* 1990 e Miyashita *et al.* (1997) mostram que 61,3% das ramificações laterais presentes em incisivos inferiores e 70,1% em incisivos centrais superiores apresentam diâmetros inferiores a de uma lima K #10. A utilização de uma broca cilíndrica com diâmetro de 0,1mm produz ramificações mais fidedignas, cujos resultados podem ser extrapolados para uma maior quantidade de ramificações naturais.

Considerando as diversas técnicas *in vitro* propostas por muitos autores, verifica-se a existência de canais laterais artificiais com diâmetros de 0,1 mm (Almeida *et al.* 2007), 0,15 mm (Goldberg *et al.* 2001) e 0,2 mm (DuLac *et al.* 1999). No presente estudo, as ramificações laterais foram confeccionadas em dentes humanos, com brocas de 0,1 mm de

diâmetro, igual ao estudo de Almeida *et al.* (2007). As perfurações realizadas foram feitas nas faces proximais de dentes (Siqueira Jr, 1993; Goldberg *et al.*, 2001 e 2002; Pécora *et al.*, 2002; Almeida *et al.*, 2007) e nos locais de maiores incidências de ramificações naturais, no terço médio (De Deus, 1975) e no terço apical (Vertucci, 1978; Gulabivala *et al.*, 2000; Barbosa *et al.*, 2009). Essa localização foi escolhida para simular a situação próxima da anatomia dos dentes humanos.

A instrumentação dos canais radiculares foi realizada após a confecção das ramificações (Almeida *et al.* 2007), ao contrário de outros trabalhos que adotaram o protocolo de preparo dos canais laterais após o preparo químico-mecânico (Holland & Murata, 1995; Pécora *et al.* 2002; Moraes *et al.* 2004). A confecção dos canais laterais artificiais foi feita nesta ordem metodológica com a mesma finalidade de simulação da realidade clínica, pois as ramificações do sistema de canais radiculares sempre estão presentes antes do momento da instrumentação. Desta maneira, a influência da presença ou ausência da camada de “smear layer” formada após a instrumentação foi transposta nos resultados desse trabalho, assim como está presente nos procedimentos clínicos realizados.

A literatura mostra que a aplicação de substâncias quelantes, tais como o EDTA em diferentes concentrações, contribui para a limpeza das paredes dentinárias (Holland *et al.* 1988). Para muitos autores, a remoção de substâncias orgânicas e inorgânicas com o emprego de diferentes soluções irrigantes promove uma melhor penetração dos materiais obturadores no interior dos canais laterais (Goldberg *et al.* 1986; Villegas *et al.* 2002). No presente estudo, como etapa final do preparo químico-mecânico, foi utilizado o EDTA 17% e assim como, os resultados encontrados por Almeida *et al.* (2007), observou-se um alto índice de obturação dos canais confeccionados artificialmente além de obturação de ramificações naturais.

A qualidade do preenchimento das ramificações pode estar relacionada à técnica de obturação, ao material empregado, ou à associação de ambos. A intenção de se comparar a Condensação Lateral com as demais técnicas termoplastificadas estudadas ocorreu devido ao fato de que a Condensação Lateral é uma técnica de fácil execução, muito ensinada em

escolas de Odontologia sendo, portanto, considerada o padrão ouro na literatura mundial (Qualtrough & Dummer, 1997). As termoplastificadas, por sua vez, são técnicas que mostram um melhor preenchimento dos canais laterais com guta-percha, já que o aquecimento da mesma é capaz de melhorar a capacidade de penetração dos cones nas ramificações (Reader *et al.*, 1993; Dulac *et al.*, 1999). Por esse motivo, este trabalho objetivou comparar a técnica de Schilder, Híbrida de Tagger e Onda Contínua de Condensação a Condensação Lateral.

De acordo com os princípios preconizados pela técnica de Schilder (1967), a penetração do condensador deve ser realizada de 3 a 4 mm na guta-percha, com posterior condensação à frio, repetidas vezes, até que se obtenha um remanescente de 4 a 5 mm de obturação. Para a técnica de Onda Contínua de Condensação (Buchanan, 1998) o corte do material obturador é feito com movimento único até que seja alcançado remanescente de guta-percha semelhante à técnica de Schilder. Logo após, deve-se realizar novo preenchimento do espaço desobturado (“back fill”), com fragmentos de guta-percha (Schilder, 1967) ou com pistola e guta-percha termoplastificada (sistema Obtura) até a embocadura do canal. Entretanto, no presente estudo, o preenchimento dos terços médio e cervical foi realizado com pequenos incrementos de material obturador provisório (Coltosol), pois se objetivou padronizar o preenchimento das técnicas obturadoras empregadas. Um dos objetivos deste trabalho foi avaliar a influência de diferentes marcas comerciais de cones de guta-percha na obturação de canais laterais artificiais, e não seria possível realizar essa avaliação caso houvesse a influência da guta-percha do aparelho Obtura nos resultados de preenchimento para a técnica da Onda Contínua de Condensação. As marcas de cones avaliadas não estão disponíveis em bastão como é utilizada neste aparelho.

A grande maioria dos trabalhos, que empregam a técnica de Onda Contínua de Condensação, utiliza pontas condensadoras de conicidade Medium (M) (Jarrett *et al.*, 2004; Gurgel-Filho *et al.*, 2007; Barbosa *et al.*, 2009). Entretanto, para o presente estudo, a ponta de conicidade Fine-Medium (FM) apresentou melhor adaptação entre às paredes do canal no comprimento desejado, o que possibilitou a execução da penetração em movimento

único até 4mm aquém do comprimento real de trabalho. A padronização das raízes no comprimento de 15 mm pode ter influenciado no diâmetro remanescente das amostras e por esse motivo, ter havido melhor adaptação da ponta FM.

Baseado nos conceitos introduzidos por Tagger *et al.* (1984) observa-se que a velocidade de rotação e o tempo de ação do compactador de McSpadden são os principais fatores responsáveis pela termoplastificação da guta-percha. Entretanto, o aquecimento excessivo da massa obturadora poderá causar alterações nas estruturas químicas deste polímero, comprometendo a longevidade e a qualidade da obturação dos canais radiculares (Maniglia-Ferreira *et al.* 2007). Neste trabalho, a execução da técnica Híbrida de Tagger se fez com o uso do compactador a uma profundidade de 4 mm aquém do comprimento real de trabalho, sendo este instrumento acionado em baixa rotação (20.000) num pequeno intervalo de tempo (5 segundos), com o intuito de evitar o super aquecimento da massa obturadora.

Foram utilizadas três marcas comerciais de cones de guta-percha (Autofit, Konne, Dentsply) para que os resultados desse trabalho pudessem ser comparados a outros estudos, que avaliaram a composição química da guta-percha (Gurgel-Filho *et al.*, 2003; Maniglia-Ferreira *et al.*, 2005). Também foi utilizado o cimento AH Plus por apresentar propriedades físico-químicas adequadas ao preenchimento e selamento dos sistema de canais radiculares (De Almeida *et al.*, 2000). De acordo com o estudo de Almeida *et al.* (2007) este cimento apresentou boa capacidade de escoamento e selamento em ramificações laterais artificiais. O estudo de Orstavik *et al.* (2001) mostrou que este material apresenta a capacidade de expansão de 0,4% no interior dos canais, após 4 semanas, o que deve favorecer o selamento do canal principal e suas ramificações.

Muitas vezes, a análise do preenchimento de ramificações é realizada apenas por meio de técnicas radiográficas convencionais (Goldberg *et al.*, 2001, 2002; Moraes *et al.*, 2004; Raymundo *et al.*, 2005; Quadro *et al.*, 2007). No entanto, fatores como a impossibilidade da visualização tridimensional, a ocorrência de sobreposição de imagens e a dificuldade de visualização de pequenos diâmetros encontrados nos canais laterais podem

ser considerados uma limitação dessa técnica de avaliação. Para solucionar a terceira limitação citada, as imagens radiográficas obtidas após a realização da obturação dos espécimes foram analisadas com o uso da magnificação e do software Adobe Photoshop CS4, que possibilitou a inversão de cores para facilitar a visualização de prováveis ramificações. Além disso, na tentativa de solucionar as demais limitações, utilizou-se a técnica de diafanização dos espécimes obturados, já que segundo o trabalho de Almeida *et al.*, 2007 8% das ramificações obturadas podem não ser vistas radiograficamente.

A técnica empregada neste estudo para avaliar a capacidade de selamento do sistema de canais radiculares foi a de corante, sendo bastante utilizada em muitos trabalhos (Wu & Wesselink, 1993; Zaia *et al.*, 2002; Almeida *et al.*, 2007). Embora existam diferentes tipos de corantes, a tinta nanquim tem sido amplamente utilizada em conjunto com a diafanização. Partículas do azul de metileno podem dissolver durante o processo de desmineralização e diafanização (Vali *et al.*, 1998) dificultando sua visualização (Scott *et al.*, 1992; Pathomvanich & Edmunds, 1996). Este método foi realizado com auxílio de uma bomba a vácuo, com o objetivo de promover a eliminação de eventuais bolhas de ar aprisionadas entre a obturação e as paredes do canal e ao mesmo tempo, permitir a penetração do corante nos espaços deixados por falhas na obturação (Goldman *et al.*, 1989; Spangberg *et al.*, 1989; Holland *et al.*, 1990; Wu & Wesselink, 1993).

A análise da penetração do corante no interior dos canais radiculares pode ser realizada por diferentes métodos, tais como a secção transversal (Lucena-Martin *et al.*, 2002), a secção longitudinal (De Almeida *et al.*, 2000) e a diafanização dos espécimes (Almeida *et al.*, 2007). Diante dos benefícios obtidos pela última, tal como a possibilidade de visualização tridimensional da infiltração de corante (Valli *et al.*, 1998), os espécimes do presente estudo foram diafanizados e analisados em estereomicroscópio com aumentos de 32X.

6.2. Análise do preenchimento e selamento marginal em canais laterais artificiais

Os resultados desse estudo mostraram não haver diferença entre os grupos quanto à quantidade de preenchimento dos canais laterais, quando se avalia preenchimento total dos mesmos (cimento e guta-percha). Da mesma forma, excelente qualidade de preenchimento para ambos os terços dentro de cada grupo foram encontradas (Tabelas 2 e 4). Estes achados discordam dos obtidos por Goldberg *et al.* (2001), Brothman *et al.* (1981) e Clark e ElDeeb, 1993, os quais mostraram que as técnicas termoplastificadas preenchem melhor os canais laterais simulados em raízes humanas, quando comparadas a Condensação Lateral. Entretanto, no estudo de Goldberg *et al.* (2001), a avaliação de preenchimento foi realizada por meio de análise radiográfica, o que pode explicar essa diferença, pois sabe-se que o cimento endodôntico sozinho apresenta radiopacidade inferior a da associação cone de guta-percha/cimento endodôntico (Ferreira *et al.*, 1999). Algumas associações podem aumentar a radiopacidade em relação aos materiais isolados em torno de 12% (Ferreira *et al.*, 1999). Provavelmente, os canais laterais obturados pela técnica da Condensação Lateral foram preenchidos apenas por cimento no trabalho de Goldberg *et al.*, (2001), assim como os do presente estudo (Figura 9 A, B e C), tendo sua total visualização limitada pela técnica radiográfica.

Em contrapartida, Dulac *et al.* (1999) mostraram que tanto os métodos termoplastificados quanto a Condensação Lateral da guta-percha foram capazes de obturar todos os canais laterais independente de terem sido preenchidos com cimento ou com guta-percha. E afirmaram que em nenhum momento foi observada a presença de guta-percha no interior dos canais laterais obturados pela técnica de Condensação Lateral, o que está de acordo com Reader *et al.*, (1993) e com o presente estudo. As mensurações do trabalho de Dulac *et al.*, (1999) foram feitas com o auxílio de um microscópio, em blocos de resina avaliados tridimensionalmente, e não radiograficamente.

É importante citar também que a escolha do cimento endodôntico pode ter influenciado no excelente preenchimento dos canais laterais de ambos os terços. É conhecido o bom desempenho do cimento AH Plus no preenchimento de canais laterais

artificiais com o emprego da técnica de Condensação Lateral (Almeida *et al.*, 2007). Além disso, deve-se considerar que os obstáculos enfrentados pelo cimento endodôntico em ramificações naturais podem ser maiores com a presença de detritos orgânicos e inorgânicos, tortuosidade e diâmetro dessas ramificações, o que não pode ser simulado em ramificações artificiais que se encontram patentes após sua confecção, além de serem cilíndricas.

Quando se analisa o preenchimento dos canais laterais apenas com gutapercha (Tabela 3) os resultados são diferentes, aparecendo variações entre os grupos. Nesse caso, concordando com Goldberg *et al.*, (2001) e Gurgel-Filho *et al.*, (2006), as técnicas termoplastificadas preencheram melhor os canais laterais simulados com gutapercha, principalmente quando se analisa a marca Konne para o terço médio. A Tabela 5 confirma que esta marca de cone de gutapercha comporta-se de melhor maneira para este terço, nas técnicas termoplastificadas, dentro de cada grupo. O aquecimento da gutapercha a aproximadamente 4 mm do comprimento real de trabalho faz com que na região do terço médio haja plastificação deste material, melhorando a penetração da mesma no interior dos canais laterais localizados neste terço (Schilder, 1967; Buchanan, 1998; Dulac *et al.*, 1999).

Sabe-se também, que a composição química dos cones de gutapercha influencia nas propriedades físicas dos mesmos (Gurgel-Filho *et al.*, 2006). Quanto maior a porcentagem do polímero gutapercha, maior a capacidade de penetração do material no interior dos canais radiculares (Zuolo & Imura, 1998). Os achados deste trabalho (Tabelas 10 e 11) mostraram que o cone da marca Konne apresentou maior porcentagem de fração orgânica (Tabela 10), e dentro desta, maior porcentagem do polímero gutapercha (Tabela 11), quando comparado às demais marcas comerciais de cones de gutapercha, o que corrobora com os resultados encontrados por Gurgel-Filho *et al.*, (2003).

Quando se compara as técnicas termoplastificadas, entre elas, para a marca Konne no terço médio, não houve diferença quanto ao preenchimento dos canais laterais com gutapercha. Todavia, para as duas outras marcas estudadas, a técnica híbrida de Tagger mostrou um melhor preenchimento. Sugere-se que, o fato da técnica exigir o uso de um

compactador de McSpadden (McCullagh *et al.*, 1997), uma maior quantidade da massa obturadora pode ter sido empurrada contra as paredes do canal principal, permitindo maior penetração da guta-percha nos canais laterais do terço médio. Tal fato, pode ter favorecido os resultados com o uso de cone de guta percha com menor porcentagem do polímero guta-percha. Outro fator a ser enfatizado relaciona-se ao extravasamento desse material para o meio externo ao dente, não sendo este acontecimento desejável clinicamente (Tagger *et al.*, 1984). Dessa forma, deve-se considerar que o aquecimento controlado do material obturador seja mais favorável para o sucesso do tratamento endodôntico do que a maior plastificação oferecida por essa técnica.

A associação do cimento endodôntico com os cones de guta-percha parece ser capaz de melhorar o escoamento do polímero guta-percha para o interior dos canais laterais (Dulac *et al.*, 1999). Além disso, a ocorrência de um selamento ideal está relacionada à presença de uma fina camada de cimento entre a guta-percha e as paredes dentinárias (Kontakiotis *et al.*, 1997; Dulac *et al.*, 1999). Tais achados discordam dos resultados encontrados neste trabalho, que demonstrou não haver diferença para a infiltração entre as técnicas (Tabela 6), e nem entre os terços quando comparados dentro dos grupos (Tabela 7). A presença apenas do cimento no interior dos canais laterais, para a técnica de Condensação Lateral, não facilitou a infiltração de corantes, assim como no estudo de Almeida *et al.*, (2007), onde foram verificados baixos índices de infiltração em ramificações laterais artificiais. Sugere-se que, o diâmetro dos canais confeccionados, possa ter influenciado na ausência de infiltração, pois este diâmetro diminuto pode ter criado uma espessura delgada e semelhante à citada como ideal no selamento. Ao avaliar o selamento promovido pelo cimento AH Plus, após certo intervalo de tempo, Orstavik *et al.* (2001) verificaram uma expansão de 0,4% do volume. Embora no presente estudo, a avaliação do selamento tenha sido feita logo após o tempo de presa do cimento, sugere-se que, este aumento de volume possa também ter ocorrido, evitando a ocorrência de infiltração.

A Tabela 8 mostra os resultados da análise estatística descritiva de coincidência e não coincidência dos dados radiográficos com os dados diafanizados, possibilitando a verificação de frequência de falhas (22,1%) na detecção radiográfica do preenchimento dos

canais laterais. Segundo Almeida *et al.* (2007) a análise radiográfica pode falhar na detecção de preenchimento dos canais laterais, entretanto seus dados mostraram apenas 8% de não coincidência. Essa diferença nas frequências encontradas pelos dois trabalhos, possivelmente ocorreu pelas diversas divergências na metodologia empregada, tais como, o uso de cimentos de diferentes radiopacidades e o uso de radiografia digital.

Observou-se correlação fraca positiva para os dados dos terços médios de preenchimento verificados nas imagens radiográficas e nas imagens dos espécimes diafanizados, e ausência de correlação para o terço apical. Isso pode ser explicado pelo fato de que no terço médio houve maior penetração da guta-percha da marca comercial Konne (Tabela 5), para os grupos que empregaram as técnicas termoplastificadas nos procedimentos obturadores, quando comparado ao terço apical. Para as outras marcas comerciais, quando se avaliou a técnica Híbrida de Tagger, o mesmo foi verificado. Assim, sabendo-se que a associação cimento endodôntico / cone de guta-percha pode mostrar radiopacidade superior à encontrada para os mesmos materiais radiografados isoladamente (Ferreira *et al.*, 1999), a penetração da guta-percha no interior dos canais laterais provavelmente favoreceu a detecção dos canais preenchidos por meio de análise radiográfica. Contudo, deve-se atentar para o fato de que esses resultados de correlação dos achados radiográficos são resultados originários de modelos experimentais *in vitro*. Clinicamente, a sobreposição de estruturas ósseas assim como a localização de ramificações nas faces vestibular ou lingual dificulta ainda mais a análise desses canais laterais preenchidos nas radiografias.

Neste estudo, foram verificadas 20 ramificações em 7 raízes das 120 analisadas, sendo que 95% destas estavam localizadas no terço apical, assim como nos trabalhos de Villegas *et al.* (2002), De Deus (1975) e Venturi *et al.* (2005). A variação dos diâmetros destas ramificações foi de 40 a 150 μ m, muito próxima à verificada por Venturi *et al.* (2005).

Os estudos da composição química de marcas comerciais de cones de guta-percha explicam os diferentes comportamentos apresentados pelas mesmas durante os

procedimentos obturadores (Gurgel-Filho *et al.* 2003; Maniglia-Ferrera *et al.*, 2005). No presente estudo, foi analisada a composição química das três diferentes marcas estudadas. Verificou-se uma variação de 17,97% a 22,85% para a fração orgânica e 77,15% a 82,02% para a inorgânica, o que concorda com os resultados encontrados por Friedman *et al.* (1977), Gurgel-Filho *et al.* (2003) e Maniglia-Ferreira *et al.* (2005). Os resultados apresentados na Tabela 11 evidenciam maior quantidade de polímero guta-percha para o cone da marca Konne (20,03%), quando comparado ao Autofit (18,24%) e Dentsply (16,51%). Gurgel-Filho *et al.* (2003) encontraram 18,9% para a marca Konne, 20,4% para a marca Autofit/Analytic e 14,5% para a marca Dentsply. Já Maniglia-Ferreira *et al.* (2005) encontraram 17,6% para a marca Konne e 16,3% para Dentsply. Essas variações na porcentagem do polímero guta-percha encontradas podem ser referentes a variações dos lotes fabricados e evidenciam que deve haver melhor controle de qualidade desses materiais pelos fabricantes, assim como, o desenvolvimento de freqüentes estudos para verificação da composição desses materiais.

6.3. Obturação e sucesso do tratamento endodôntico

Apesar da técnica de Condensação Lateral ter apresentado resultados semelhantes às técnicas termoplastificadoras, quanto ao preenchimento e infiltração dos canais laterais artificiais, as vantagens da plastificação dos cones de guta-percha durante os procedimentos obturadores, podem ser observadas na obturação tridimensional do sistema de canais radiculares (Schilder, 1967). Estudos mostram que a termoplastificação da guta-percha proporciona uma melhor adaptação da massa obturadora às irregularidades anatômicas e aos diversos tipos de ramificações, podendo levar a formação de uma delgada camada de cimento entre as paredes dentinárias e o material obturador (Kontakiotis *et al.*, 1997; Georgopoulou *et al.*, 1995; Wu *et al.*, 1994). Tal espessura pode impedir a ocorrência da microinfiltração de fluidos para o interior do sistema de canais radiculares (Kontakiotis *et al.*, 1997; Wu *et al.*, 1994), favorecendo assim, a obtenção do sucesso da terapia endodôntica.

Fatores como a ausência de espaços vazios e a maior densidade da massa obturadora estão associados aos benefícios promovidos pela compactação vertical da guta-percha aquecida (Buchanan, 1998; Epley *et al.*, 2006; De Deus *et al.*, 2007). A pressão exercida no sentido apical contra a massa obturadora faz desta, um verdadeiro êmbolo, que possibilita o preenchimento de todos os espaços dos terços radiculares, anteriormente ocupados pelo tecido pulpar (Venturi *et al.*, 2006). Sugere-se que em casos clínicos, nos quais se observa muitos fatores controlados pela metodologia desse trabalho, tais como ausência de smear layer, localização adequada das ramificações, detritos orgânicos, além de diâmetro e tortuosidade das ramificações naturais, parecem ser as técnicas termoplastificadoras mais adequadas para que se possam almejar índices de sucesso mais altos.

E diante das inúmeras vantagens observadas com o emprego destas técnicas obturadoras, verifica-se a possibilidade de associá-las às diversas marcas comerciais de cones de guta-percha. Sabe-se que a composição química destes, pode interferir diretamente na capacidade seladora e de preenchimento de todo o sistema de canais radiculares (Friedman *et al.*, 1977; Maniglia-Ferreira *et al.*, 2005; Gurgel-Filho *et al.*, 2006). Tendo em vista que, o não saneamento e/ou o não preenchimento poderá levar ao fracasso da terapia endodôntica (Zuolo & Imura, 1998), cabe ao profissional selecionar técnica e materiais adequados que possibilitem a obtenção de uma obturação hermética e tridimensional do sistema de canais radiculares.

7. CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos e frente às metodologias empregadas, é possível concluir que:

- ✓ O emprego das quatro técnicas de obturação e das três marcas de cones de guta-percha avaliadas preencheu e selou de maneira satisfatória e semelhante os canais laterais artificiais em dentes humanos;
- ✓ A técnica Híbrida de Tagger proporcionou maior penetração da guta-percha nos canais laterais artificiais de dentes humanos, no terço médio, quando comparada à técnica de Condensação Lateral;
- ✓ Uma maior concentração do polímero guta-percha presentes nos cones analisados permitiu uma maior penetração de guta-percha no interior dos canais laterais artificiais;
- ✓ A análise radiográfica não foi eficaz em demonstrar a obturação dos canais laterais artificiais, principalmente no terço apical.

8. REFERÊNCIAS*

- 1 Aboush YE, Jenkins CB. An evaluation of the bonding of glass-ionomer restoratives to dentine and enamel. *Br Dent J.* 1986 Sep 6;161(5):179-84.
- 2 Abramovich A, Goldberg F. The relationship of the root canal sealer to the dentine wall. An in vitro study using the scanning electron microscope. *J Br Endod Soc.* 1976 Jul;9(2):81-6.
- 3 Allison DA, Weber CR, Walton RE. The influence of the method of canal preparation on the quality of apical and coronal obturation. *J Endod.* 1979; 5(10): 298-304.
- 4 Allison, DA, Michelich, RJ, Walton, RE. The influence of master cone adaptation on the quality of the apical seal. *J. Endod.* 1981, v.7, n.2, p.61-5.
- 5 Almeida JF, Gomes BP, Ferraz CC, Souza-Filho FJ, Zaia AA. Filling of artificial lateral canals and microleakage and flow of five endodontic sealers. *Int Endod J.* 2007; Setp; 40(9): 692-9.
- 6 Antonopoulos KG, Attin T, Hellwig E. Evaluation of the apical seal of root canal fillings with different methods. *J Endod.* 1998 Oct;24(10):655-8.
- 7 Awawdeh LA, Al-Qudah AA. Root form and canal morphology of mandibular premolars in a Jordanian population. *Int Endod J.* 2008 Mar; 41(3): 240-8.
- 8 Barbosa FO, Gusman H, Pimenta de Araújo MC. A comparative study on the frequency, location, and direction of accessory canals filled with the hydraulic vertical condensation and continuous wave of condensation techniques. *J Endod.* 2009 Mar; 35(3): 397-400.
- 9 Barroso, JM; Carrasco, LD; Capelli, A; Guerisoli, DMZ; Saquy, PC; Pécora, JD. Influence of gutta-percha points on the filling of simulated lateral canals, *J. appl. oral sci.* 2005;13(2):176-179.

* De acordo com a norma da UNICAMP/FOP, baseadas na norma do Internacional Committee of Medical Journal Editors – Grupo de Vancouver. Abreviatura dos periódicos em conformidade com o Medline.

- 10 Barthel CR, Zimmer S, Wussogk R, Roulet JF. Long-Term bacterial leakage along obturated roots restored with temporary and adhesive fillings. *J Endod.* 2001 Sep;27(9):559-62.
- 11 Barthel CR, Zimmer S, Trope M. Relationship of radiologic and histologic signs of inflammation in human root-filled teeth. *J Endod.* 2004; 30(2): 75-9.
- 12 Benatti O, Stolf WL, Ruhnke LA. Verification of the consistency, setting time, and dimensional changes of root canal filling materials. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1978 Jul;46(1):107-13.
- 13 Bertacci A, Baroni C, Breschi L, Venturi M, Prati C. The influence of smear layer in lateral channels filling. *Clin Oral Investig.* 2007 Dec; 11(4): 353-9.
- 14 Blasković-Subat V, Smojver B, Marčić B, Sutalo J. A computerized method for the evaluation of root canal morphology. *Int Endod J.* 1995 Nov; 28(6): 290-6.
- 15 Bonetti Filho I, Tagliaferro AC, Tanomaru FM, Mendes, AJD. . Avaliação "In Vitro" da capacidade seladora da técnica da obturação Microseal através da infiltração apical do corante azul de metileno a 2%. *Revista Brasileira de Odontologia, Rio Grande do Sul,* 2000v. 57, p. 80-83,
- 16 Bramante, CM *et al.* Estudo comparativo de algumas técnicas de obturação de canais radiculares. *Rev. Brás. Odont.* 1989, v.46, n.5, p.26-35.
- 17 Buchanan LS. The continuous wave of condensation technique: a convergence of conceptual and procedural advances in obturation *Dent Today.* 1994; 13(10): 80, 82, 84-5.
- 18 Buchanan L. S. The continuous wave of obturation technique. *Dent. Today.* 1996 v.15, n.1, p. 60-7.
- 19 Buchanan LS. Continuous wave of condensation technique *Endod Prac.* 1998 Dec; 1(4): 7-10, 13-6.
- 20 Calişkan MK, Pehlivan Y, Sepetçioğlu F, Türkün M, Tuncer SS. Root canal morphology of human permanent teeth in a Turkish population. *J Endod.* 1995 Apr; 21(4): 200-4.

- 21 Callahan JR. Rosin solution for the sealing of the dentinal tubule and as an adjuvant in the filling of root canals. *Allied Dent Soc.* 1914; 9: 53-63.
- 22 Camps J, Pashley D. Reliability of the dye penetration studies. *J Endod.* 2003 Sep;29(9):592-4.
- 23 Castelucci A. *Endodontics. Vol 1; Il tridente;* 2004.
- 24 Cohen S, Burns RC. *Caminhos da polpa. 7ª ed.* Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2000.
- 25 Cortez, DGN. Estudo "in vitro" do selamento, densidade radiográfica e tempo operatório de técnicas de obturação endodôntica [dissertação]. Piracicaba: FOP/UNICAMP; 2002.
- 26 Dalat, DM, Spangberg, LSW, Comparison of apical leakage in root canals obturated with various gutta-percha techniques using a dye vacuum tracing method. *J. Endod.* 1994, v.20, n7, p.315-9.
- 27 Davalou S, Gutmann JL, Nunn MH. Assessment of apical and coronal root canal seals using contemporary endodontic obturation and restorative materials and techniques. *Int Endod J.* 1999 Sep;32(5):388-96.
- 28 De Almeida WA, Leonardo MR, Tanomaru Filho M, Silva LA. Evaluation of apical sealing of three endodontic sealers. *Int Endod J.* 2000; 33(1): 25-7.
- 29 De Deus GA, Martins F, Lima AC, Gurgel-Filho ED, Maniglia CF, Coutinho-Filho T. Analysis of the film thickness of a root canal sealer following three obturation techniques. *Pesqui Odontol Bras.* 2003 Apr-Jun;17(2):119-25.
- 30 De Deus QD. Frequency, location, and direction of the lateral, secondary, and accessory canals. *J Endod.* 1975; 1(11): 361-6.
- 31 De Deus QD. *Endodontia. 5 ed.* Rio de Janeiro: Medsi; 1992.
- 32 De Gee AJ, Wu MK, Wesselink PR. Sealing properties of Ketac-Endo glass ionomer cement and AH26 root canal sealers. *Int Endod J.* 1994 Sep; 27(5): 239-44.

- 33 De-Deus G, Maniglia-Ferreira CM, Gurgel-Filho ED, Paciornik S, Machado AC, Coutinho-Filho T. Comparison of the percentage of gutta-percha-filled area obtained by Thermafil and System B. *Aust Endod J.* 2007 Aug;33(2):55-61.
- 34 Dulac KA, Nielsen CJ, Tomazic TJ, Ferrillo PJ Jr, Hatton JF. Comparison of the obturation of lateral canals by six techniques. *J Endod.* 1999; 25(5): 376-80.
- 35 Dulaimi SF, Wali Al-Hashimi MK. A comparison of spreader penetration depth and load required during lateral condensation in teeth prepared using various root canal preparation techniques. *Int Endod J.* 2005 Aug; 38(8): 510-5.
- 36 Ferreira FBA, Silva e Souza PAR, Vale MS, Tavano O. Radiopacidade de cimento endodônticos avaliada pelo sistema de radiografia digital. *Ver. FOB.* 1999, v.7, n.1/2, p.55-60.
- 37 Fisher MA, Berzins DW, Bahcall JK. An in vitro comparison of bond strength of various obturation materials to root canal dentin using a push-out test design. *J Endod.* 2007 Jul;33(7):856-8.
- 38 Friedman CE, Sandrik JL, Heuer MA, Rapp GW. Composition and physical properties of gutta-percha endodontic filling materials. *J Endod.* 1977 Aug;3(8):304-8.
- 39 Georgopoulou MK, Wu MK, Nikolaou A, Wesselink PR. Effect of thickness on the sealing ability of some root canal sealers. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1995 Sep;80(3):338-44.
- 40 Gesi A, Raffaelli O, Goracci C, Pashley DH, Tay FR, Ferrari M. Interfacial strength of Resilon and gutta-percha to intraradicular dentin. *J Endod.* 2005 Nov;31(11):809-13.
- 41 Gilbert SD, Witherspoon DE, Berry CW. Coronal leakage following three obturation techniques. *Int Endod J.* 2001 Jun;34(4):293-9.
- 42 Gilhooly RM, Hayes SJ, Bryant ST, Dummer PM. Comparison of lateral condensation and thermomechanically compacted warm alpha-phase gutta-percha with a single cone for obturating curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2001 Jan; 91(1): 89-94.

- 43 Goldberg F, Massone JE, Spielberg C. Effect of irrigation solutions on the filling of lateral root canals. *Endod Dent Traumatol.* 1986; 2(2): 65-6.
- 44 Goldberg F, Artaza LP, De Silvio A. Effectiveness of different obturation techniques in the filling of simulated lateral canals. *J Endod.* 2001; 27(5): 362-4.
- 45 Goldberg F, Artaza LP, De Silvio AC. Influence of calcium hydroxide dressing on the obturation of simulated lateral canals. *J Endod.* 2002; 28(2): 99-101.
- 46 Goldman M, Simmonds S, Rush R. The usefulness of dye-penetration studies reexamined. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1989; 67(3): 327-32.
- 47 Grossman LI. Physical properties of root canal cements. *J Endod.* 1976; 2(6): 166-75.
- 48 Grossman L: *Endodontics*, ed 11, Philadelphia, 1988, Lea & Febiger.
- 49 Gulabivala K, Abdo S, Sherriff M, Regan JD. The influence of interfacial forces and duration of filing on root canal shaping. *Endod Dent Traumatol.* 2000 Aug; 16(4):166-74.
- 50 Gurgel-Filho ED, Andrade Feitosa JP, Teixeira FB, Monteiro de Paula RC, Araújo Silva JB, Souza-Filho FJ. Chemical and X-ray analyses of five brands of dental gutta-percha cone. *Int Endod J.* 2003 Apr; 36(4): 302-7.
- 51 Gurgel-Filho ED, Feitosa JP, Gomes BP, Ferraz CC, Souza-Filho FJ, Teixeira FB. Assessment of different gutta-percha brands during the filling of simulated lateral canals. *Int Endod J.* 2006 Feb; 39(2): 113-8.
- 52 Gutmann JL, Witherspoon DE. Obturation of the cleaned and shaped root canal system. In: Cohen S, Burns RC (ed). *Pathways of the pulp.* 8 ed. St. Louis: Mosby; 1998. Cap. 9, p. 293-364.
- 53 Hata G, Kawazoe S, Toda T, Weine FS. Sealing ability of Thermafil with and without sealer. *J Endod.* 1992 Jul; 18(7):322-6.
- 54 Holland R, Sakashita MS, Murata SS, Junior ED. Effect of dentine surface treatment on leakage of root fillings with a glass ionomer sealer. *Int Endod J.* 1995; 28(4): 190-3.

- 55 Holland R, Silva ACF, Bazaglia AM, Barros VCL, Magro VM. Influência do uso de soluções descalcificadoras na obturação do sistema de canais radiculares. Rev. Bras Odont. 1988; 45: 16-22.
- 56 Holland, R *et al.* Influência do emprego do vácuo na profundidade da infiltração marginal do azul de metileno em dentes com canais obturados, Rev. Ass. Paul. Cirurg. Dent. 1990, v.44, p.213-6.
- 57 Hort W. In memoriam Friedrich Prinz (Feb. 2, 1912--Sept. 7, 1971) Verh Dtsch Ges Pathol. 1972;56:694-5.
- 58 Jacobson HL, Xia T, Baumgartner JC, Marshall JG, Beeler WJ. Microbial leakage evaluation of the continuous wave of condensation. J Endod. 2002 Apr;28(4):269-71.
- 59 Jarrett IS, Marx D, Covey D, Karmazin M, Lavin M, Gound T. Percentage of canals filled in apical cross sections - an in vitro study of seven obturation techniques. Int Endod J. 2004 Jun;37(6):392-8.
- 60 Kasahara E, Yasuda E, Yamamoto A, Anzai M. Root canal system of the maxillary central incisor. J Endod. 1990; 16(4): 158-61.
- 61 Kerekes K, Rowe AH. Thermo-mechanical compaction of gutta-percha root filling. Int Endod J. 1982 Jan; 15(1): 27-35.
- 62 Kirkham DB. The location and incidence of accessory pulpal canals in periodontal pockets. J Am Dent Assoc. 1975 Aug;91(2):353-6.
- 63 Kontakiotis EG, Wu MK, Wesselink PR. Effect of sealer thickness on long-term sealing ability: a 2-year follow-up study. Int Endod J. 1997; 30(5): 307-12.
- 64 Kytridou V, Gutmann JL, Nunn MH. Adaptation and sealability of two contemporary obturation techniques in the absence of the dentinal smear layer. Int Endod J. 1999 Nov;32(6):464-74.
- 65 Lea CS, Apicella MJ, Mines P, Yancich PP, Parker MH. Comparison of the obturation density of cold lateral compaction versus warm vertical compaction using the continuous wave of condensation technique. J Endod. 2005 Jan;31(1):37-9.
- 66 Lee FS, Van Cura JE, BeGole E. A comparison of root surface temperatures using different obturation heat sources. J Endod. 1998 Sep; 24(9): 617-20.

- 67 Leonardo, MR, Leal, JM. Endodontia: tratamento de canais radiculares. 3.ed. São Paulo, Panamericana, 1998.
- 68 Limkangwalmongkol S, Burtscher P, Abbott PV, Sandler AB, Bishop BM. A comparative study of the apical leakage of four root canal sealers and laterally condensed gutta-percha. J Endod. 1991; 17(10): 495-9.
- 69 Lipski M. Root surface temperature rises during root canal obturation, in vitro, by the continuous wave of condensation technique using System B HeatSource. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2005 Apr;99(4):505-10.
- 70 Lowman JV, Burke RS, Pelleu GB. Patent accessory canal: Incidence in molar furcation region. Oral Surg. 1973; 36(4): 580-584.
- 71 Lucena-Martin C, Ferrer-Luque CM, Gonzalez-Rodriguez MP, Robles-Gijon V, Navajas-Rodriguez de Mondelo JM. A comparative study of apical leakage of endométhasone, Top Seal, and Roeko Seal sealer cements. J Endod. 2002; 28(6): 423-6.
- 72 Maniglia-Ferreira C, Silva JB Jr, Paula RC, Feitosa JP, Cortez DG, Zaia AA, Souza-Filho FJ. Brazilian gutta-percha points. Part I: chemical composition and X-ray diffraction analysis. Braz Oral Res. 2005 Jul-Sep; 19(3): 193-7.
- 73 Manning SA. Root canal anatomy of mandibular second molars. Part I. Int Endod J. 1990 Jan;23(1):34-9.
- 74 Manning SA. Root canal anatomy of mandibular second molars. Part II. C-shaped canals. Int Endod J. 1990 Jan;23(1):40-5.
- 75 Marciano J, Michalesco PM. Dental gutta-percha: chemical composition, X-ray identification, enthalpic studies, and clinical implications. J Endod. 1989 Apr;15(4):149-53.
- 76 Marciano J, Michalesco P, Charpentier E, Carrera LC, Abadie MJ. Thermomechanical analysis of dental gutta-percha. J Endod. 1992 Jun;18(6):263-70.

- 77 McComb D, Smith DC, Beagrie GS. The results of in vivo endodontic chemomechanical instrumentation--a scanning electron microscopic study. *J Br Endod Soc.* 1976 Jan;9(1):11-8.
- 78 McCullagh JJ, Biagioni PA, Lamey PJ, Hussey DL. Thermographic assessment of root canal obturation using thermomechanical compaction. *Int Endod J.* 1997 May;30(3):191-5.
- 79 Meister F Jr, Lommel TJ, Gerstein H. Diagnosis and possible causes of vertical root fractures. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1980 Mar;49(3):243-53.
- 80 Miserendino LJ. Current endodontic instruments, materials, and drugs, and new techniques for their application. *Curr Opin Dent.* 1992 Jun;2:78-84.
- 81 Miyashita M, Kasahara E, Yasuda E, Yamamoto A, Sekizawa T. Root canal system of the mandibular incisor. *J Endod.* 1997 Aug;23(8):479-84.
- 82 Monticelli F, Sword J, Martin RL, Schuster GS, Weller RN, Ferrari M, Pashley DH, Tay FR. Sealing properties of two contemporary single-cone obturation systems. *Int Endod J.* 2007 May;40(5):374-85.
- 83 Moraes FG, Bramante CM, Moraes IG, Carneiro E, Menezes R. Influence of the EDTA, ND:YAG Laser and association of both on the filling of artificial lateral root canals. *J Appl Oral Sci.* 2004; 12(1): 22-6.
- 84 Morgental RD, Zanatta LRN, Rahde NM. Avaliação da obturação de canais laterais e secundários artificiais com diferentes técnicas obturadoras. *Rev. Odonto ciênc.* 2008; 23(3): 273-277.
- 85 Oliver CM, Abbott PV. Correlation between clinical success and apical dye penetration. *Int Endod J.* 2001 Dec;34(8):637-44.
- 86 Omer OE, Al Shalabi RM, Jennings, Glennon J, Claffey NM. A comparison between clearing and radiographic techniques in the study of the root-canal anatomy of maxillary first and second molars. *Int Endod J.* 2004 May;37(5):291-6.
- 87 Ørstavik D, Nordahl I, Tibballs JE. Dimensional change following setting of root canal sealer materials. *Dent Mater.* 2001 Nov;17(6):512-9.

- 88 Pathomvanich S, Edmunds DH. The sealing ability of Thermafil obturators assessed by four different microleakage techniques. *Int Endod J.* 1996 Sep;29(5):327-34.
- 89 Pecora JD, Ribeiro RG, Guerisoli DM, Barbizam JV, Marchesan MA. Influence of the spatulation of two zinc oxide-eugenol-based sealers on the obturation of lateral canals. *Pesq Odontol Bras.* 2002; 16(2): 127-30.
- 90 Piñeda F & Kuttler Y. Mesiodistal and buccolingual roentgenographic investigation of 7.275 root canal. *Oral Surg.* 1972; 33: 101-110.
- 91 Pommel L, Camps J. In vitro apical leakage of system B compared with other filling techniques. *J Endod.* 2001 Jul;27(7):449-51.
- 92 Powis DR, Follerås T, Merson SA, Wilson AD. Improved adhesion of a glass ionomer cement to dentin and enamel. *J Dent Res.* 1982 Dec;61(12):1416-22.
- 93 Quadros I, Zaia AA, Ferraz CC, de Souza Filho FJ, Gomes BP. Radiographic prevalence of root canal ramifications in a sample of root canal treatments in a Brazilian Dental School. *Braz Oral Res.* 2007 Apr-Jun; 21(2): 112-7.
- 94 Qualtrough AJ, Dummer PM. Undergraduate endodontic teaching in the United Kingdom: an update. *Int Endod J.* 1997 Jul;30(4):234-9.
- 95 Rahimi S, Shahi S, Yavari HR, Reyhani MF, Ebrahimi ME, Rajabi E. A stereomicroscopy study of root apices of human maxillary central incisors and mandibular second premolars in an Iranian population. *J Oral Sci.* 2009 Sep; 51(3): 411-5.
- 96 Ray HA, Trope M. Periapical status of endodontically treated teeth in relation to the technical quality of root filling and coronal restoration. *Int Endod J* 1995;28:12– 8.
- 97 Raymundo A, Portela CP, Leonardi DP, Barato-Filho F. Análise radiográfica do preenchimento de canais laterais por quatro diferentes técnicas de obturação RSBO 2005. v 2, n. 2,; 22-7.
- 98 Reader CM, Himel VT, Germain LP, Hoen MM. Effect of three obturation techniques on the filling of lateral canals and the main canal. *J Endod.* 1993;19(8): 404-8.

- 99 Rubach WC, Mitchell DF. Periodontal disease, accessory canals and pulp pathosis. *J Periodontol.* 1965; 36: 34-8.
- 100 Santos C. *Estatística Descritiva - Manual de Auto-aprendizagem* Lisboa: Edições Sílabo; 2007.
- 101 Saunders, EM, Saunders, WP. Long-term coronal leakage of JS Quickfill root fillings with Sealapex and Apexit sealers. *Endod. Dent Traumat.* 1995, v.11, n.4, p. 181-5.
- 102 Schilder H. Filling root canals in three dimensions. 1967. *J Endod.* 2006 Apr;32(4):281-90.
- 103 Schilder H. Filling root canals in three dimensions. *Dent Clin North Am.* 1967: 723-44.
- 104 Scott, AC, Vire, DE. An evaluation of the ability of a dentin plug to control extrusion of thermoplasticized gutta-percha. *J. Endod.* 1992, v.18, n.2, p.52-7.
- 105 Scott, JH, Symons NB. *Introduction to dental anatomy.* Edinburg and London ES. Livingstone, 1971, p.231.
- 106 Seltzer S, Bender IB, Smith J, Freedman I, Nazimov H. Endodontic failures an analysis based on clinical, roentgenographic, and histologic findings. I. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1967; 23(4): 500-16.
- 107 Sert S, Bayirli GS. Evaluation of the root canal configurations of the mandibular and maxillary permanent teeth by gender in the Turkish population. *J Endod.* 2004 Jun;30(6):391-8.
- 108 Silva Neto UX, Brochado VHD, Gonçalves JF, Westphalen VPD, Moraes IG. Selamento apical com as técnicas de Tagger e System B. *Revista da Faculdade de Odontologia de Bauru,* 2001, v. 9, n. 3/4, p. 145-148.
- 109 Silva DR, Moraes IG. Influence of different auxiliary agents of biomechanical preparation in the filling of "artificially prepared" lateral canals. *J. appl. oral sci.* 2005, 13(2):147-151.
- 110 Siqueira Jr JF. Análise "in vitro" do selamento de canais laterais artificiais pela técnica híbrida de Tagger. *Odontol Mod.* 1993; 20(1): 16-8.

- 111 Siqueira JF Jr, Rocas IN, Favieri A, Abad EC, Castro AJ, Gahyva SM. Bacterial leakage in coronally unsealed root canals obturated with 3 different techniques. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2000; 90(5): 647-50.
- 112 Siqueira JF Jr, Rocas IN, Abad EC, Castro AJ, Gahyva SM, Favieri A. Ability of three root-end filling materials to prevent bacterial leakage. *J Endod.* 2001; 27(11): 673-5.
- 113 Spangberg, LSW, Acierno, TG, Cha, BY. Influence of entrapped air on the accuracy of leakage studies using dye penetration methods. *J. Endod.* 1989, v.15, n.11, p.548-51.
- 114 Tagger M. Use of thermo-mechanical compactors as an adjunct to lateral condensation. *Quintessence Int.* 1984; 15(1): 27-30.
- 115 Tagger M, Gold A. Flow of various brands of Gutta-percha cones under in vitro thermomechanical compaction. *J Endod.* 1988 Mar; 14(3): 115-20.
- 116 Tanomaru-Filho M, da Silva GF, Duarte MA, Gonçalves M, Tanomaru JM. Radiopacity evaluation of root-end filling materials by digitization of images. *J Appl Oral Sci.* 2008 Nov-Dec;16(6):376-9.
- 117 Teixeira FB, Sano CL, Gomes BP, Zaia AA, Ferraz CC, Souza-Filho FJ. A preliminary in vitro study of the incidence and position of the root canal isthmus in maxillary and mandibular first molars. *Int Endod J.* 2003 Apr;36(4):276-80.
- 118 Valli KS, Rafeek RN, Walker RT. Sealing capacity in vitro of thermoplasticized gutta-percha with a solid core endodontic filling technique. *Endod Dent Traumatol.* 1998; 14(2): 68-71.
- 119 Venturi M, Prati C, Capelli G, Falconi M, Breschi L. A preliminary analysis of the morphology of lateral canals after root canal filling using a tooth-clearing technique. *Int Endod J.* 2003 Jan;36(1):54-63.
- 120 Venturi M, Di Lenarda R, Prati C, Breschi L. An in vitro model to investigate filling of lateral canals. *J Endod.* 2005 Dec; 31(12): 877-81.
- 121 Venturi M, Di Lenarda R, Breschi L. An ex vivo comparison of three different gutta-percha cones when compacted at different temperatures: rheological considerations in relation to the filling of lateral canals. *Int Endod J.* 2006 Aug;39(8):648-56.

- 122 Venturi M. An ex vivo evaluation of a gutta-percha filling technique when used with two endodontic sealers: analysis of the filling of main and lateral canals. *J Endod.* 2008 Sep;34(9):1105-10.
- 123 Vertucci FJ. Root canal morphology of mandibular premolars. *J Am Dent Assoc.* 1978; 97(1): 47-50.
- 124 Vertucci FJ. Root canal anatomy of the human permanent teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1984; 58(5): 589-99.86.
- 125 Villegas JC, Yoshioka T, Kobayashi C, Suda H. Obturation of accessory canals after four different final irrigation regimes. *J Endod.* 2002; 28(7): 534-6.
- 126 Weine, FS. The enigma of the lateral canal. *Dent Clin North Am.* 1984; 28(4): 883-52.
- 127 Weinmann JP. Eruption of the teeth. In "Orban's Oral Histology and Embriology", 6th ed., H. Scher, ed., The C.V. Mosby Company, St. Louis, 1966, p128.
- 128 Weller RN, Kimbrough WF, Anderson RW. A comparison of thermoplastic obturation techniques: adaptation to the canal walls. *J Endod.* 1997 Nov; 23(11): 703-6.
- 129 Wolcott J, Himel VT, Powell W, Penney J. Effect of two obturation techniques on the filling of lateral canals and the main canal. *J Endod.* 1997 Oct;23(10):632-5.
- 130 Wu MK, De Gee AJ, Wesselink PR, Moorer WR. Fluid transport and bacterial penetration along root canal fillings. *Int Endod J.* 1993 Jul;26(4):203-8.
- 131 Wu MK, Wesselink PR. Part I. Methodology, application and relevance. *Int Endod J.* 1993 Jan; 26(1): 37-43.
- 132 Wu MK, De Gee AJ, Wesselink PR. Leakage of four root canal sealers at different thickness. *Int Endod J.* 1994 Nov;27(6):304-8.
- 133 Wu MK, Wesselink PR. A primary observation on the preparation and obturation of oval canals. *Int Endod J.* 2001 Mar;34(2):137-41.

- 134 Zaia AA, Nakagawa R, De Quadros I, Gomes BP, Ferraz CC, Souza-Filho FJ *et al.* An in vitro evaluation of four materials as barriers to coronal microleakage in root-filled teeth. *Int Endod J.* 2002; 35(9): 729-34.
- 135 Zuolo ML, Imura Z. *Endodontia para o clínico geral.* São Paulo: Artes Médica; 1998.

Anexo 1. Aprovação do Comitê de Ética FOP/UNICAMP



COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

CERTIFICADO

O Comitê de Ética em Pesquisa da FOP-UNICAMP certifica que o projeto de pesquisa **"Preenchimento, selamento marginal e desobturação em canais laterais artificiais produzidos em dentes humanos"**, protocolo nº 007/2008, dos pesquisadores José Flávio Affonso de Almeida e Carlos Augusto de Moraes Souto Pantoja, satisfaz as exigências do Conselho Nacional de Saúde - Ministério da Saúde para as pesquisas em seres humanos e foi aprovado por este comitê em 03/04/2008.

The Ethics Committee in Research of the School of Dentistry of Piracicaba - State University of Campinas, certify that the project **"Filling, microleakage and retreatment in artificial lateral canals after the use of different obturation techniques and gutta-percha brands"**, register number 007/2008, of José Flávio Affonso de Almeida and Carlos Augusto de Moraes Souto Pantoja, comply with the recommendations of the National Health Council - Ministry of Health of Brazil for research in human subjects and therefore was approved by this committee at .



Prof. Dr. Pablo Agustín Vargas
Secretário
CEPI/FOP/UNICAMP



Prof. Dr. Jacks Jorge Junior
Coordenador
CEPI/FOP/UNICAMP

Nota: O título do protocolo aparece como formulário para pesquisadores, sem qualquer edição.
Notice: The title of the project appears as provided by the authors, without editing.

Anexo 2.

Tabela 12. Informações referentes aos cones de guta-percha utilizados

Guta-percha	Origem	Lote	Validade
Konne	Konne Ind. E Com. De Mat. Odontol., Belo Horizonte, MG, Brasil	1009GP	08/2010
Autofit	Analytic Endodontics, Orange, CA, USA	040808	05/2010
Dentsply	Dentsply Indústria e Comércio Ltda., Petrópolis, RJ, Brasil	940522	06/2010