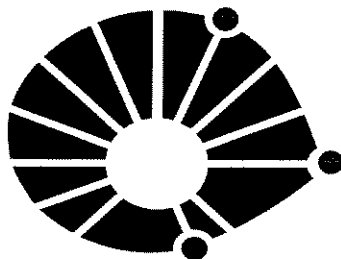


Faculdade de Odontologia de Piracicaba



UNICAMP

Eduardo Diogo Gurgel Filho

Cirurgião-dentista

200336614

Estudo das propriedades químicas de cinco marcas comerciais de cones de guta-percha e de suas qualidades seladoras

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Clínica Odontológica, área de Endodontia.

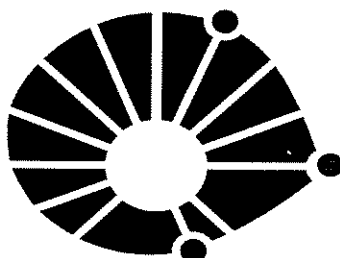
Piracicaba-SP

2002

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SEÇÃO CIRCULANTE

Faculdade de Odontologia de Piracicaba

Eduardo Diogo Gurgel Filho



UNICAMP

Estudo das propriedades químicas de cinco marcas comerciais de cones de guta-percha e de suas qualidades seladoras

Exemplar foi devidamente corrigido-
acordo com a Resolução CCPG-036/83
CPG. 13/10/2003
Assinatura do Orientador

Orientador: Prof. Dr. Fabrício Batista Teixeira.

Co-Orientador: Prof. Dr. Francisco José de Souza-Filho.

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Clínica Odontológica, área de concentração em Endodontia.

Piracicaba-SP

2002

UNIDADE	BC
Nº CHAMADA	UNICAMP
	G962e
V	EX
TOMBO	56606
PRAC.	16-124-03
CC	☐
D	☒
PREÇO	2511,00
DATA	29/11/03
Vº CPD	

CM00192B55-2

bib id 307091

Ficha Catalográfica

G962e Gurgel Filho, Eduardo Diogo.
 Estudo das propriedades químicas de cinco marcas comerciais de cones de guta-percha e de suas qualidades seladoras. / Eduardo Diogo Gurgel Filho. -- Piracicaba, SP : [s.n.], 2003.
 xxiv, 135p. : il.

Orientadores : Prof. Dr. Fabrício Batista Teixeira,
 Prof. Dr. Francisco José de Souza Filho.
 Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas,
 Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Endodontia. 2. Obturação (Odontologia). 3. Canal radicular – Tratamento. I. Teixeira, Fabrício Batista. II. Souza Filho, Francisco José de. III. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. IV. Título.

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Marilene Girello CRB/8-6159, da Biblioteca da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP.



FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS



A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Tese de DOUTORADO, em sessão pública realizada em 10 de Dezembro de 2002, considerou o candidato EDUARDO DIOGO GURGEL FILHO aprovado.

1. Prof. Dr. FRANCISCO JOSE DE SOUZA FILHO

2. Prof. Dr. IDOMEIO BONETTI FILHO

3. Profa. Dra. JUDITH PESSOA DE ANDRADE FEITOSA

4. Prof. Dr. CAIO CEZAR RANDI FERRAZ

5. Profa. Dra. BRENDA PAULA FIGUEIREDO DE ALMEIDA GOMES

Dedico este trabalho

A minha esposa Viviane que abdicou de seus momentos pelo irrestrito companheirismo e apoio em todas as fases do trabalho. Soube ter a serenidade de entender a importância deste momento em nossas vidas. Mais um passo que construímos juntos e que marcará para sempre nossa união.

A meus pais Eduardo e Tereza, pela vibração e emoção em acompanhar a realização deste sonho. Exemplos de paz e harmonia. Meu muito obrigado pela vida.

A meus irmãos Érika e Ivo, pelo carinho e compreensão nas minhas ausências.

Em especial a meu sogro Sylvio (*In memorian*), exemplo de luta, perseverança e apoio irrestrito durante todas as fases do trabalho, meu muito obrigado. Minha eterna saudade.

A minha sogra Lucia, pelo exemplo de força de vontade em ultrapassar as barreiras mesmo quando pareciam intransponíveis.

A meus cunhados Carol e Renatinho, pelo amor a mim transmitido.

Agradecimento Especial

A meu orientador Prof. Dr. Fabrício Batista Teixeira, pelo grande apoio e fé em nosso projeto. Exemplo de dedicação ao meio acadêmico e solicitude quando foi preciso sua orientação. Agradeço a oportunidade de participar dos seminários do mestrado onde pudemos discutir nossos conhecimentos. Obrigado pela carinhosa recepção que me foi dada e a minha esposa Viviane.

Agradecimento Especial ao Departamento de Química Orgânica e Inorgânica da Universidade Federal do Ceará (Laboratório de Polímeros do Programa de Pós-graduação em Química Inorgânica).

À **Profa. Dra. Regina Célia Monteiro de Paula** pela primeira acolhida na Universidade Federal do Ceará no Laboratório de Polímeros. Obrigado por acreditar na idéia, viabilizar o trabalho e me orientar quando solicitada.

A minha “segunda” orientadora **Profa. Dra. Judith Pessoa de Andrade Feitosa** que soube, com sua extrema competência e dedicação, mostrar-me a importância dos mínimos detalhes na excelência de um trabalho científico. Sempre disponível e atenciosa para definir nossa pesquisa química.

Ao aluno de mestrado do Curso de Pós-graduação em Química Inorgânica da UFC, **João Batista Araújo Silva Jr.**, pelo seu incansável trabalho na parte prática dos estudos químicos. Sem sua participação, nosso trabalho não teria se concretizado. Meu muito obrigado.

Agradecimentos

Ao Prof. Dr. Francisco José de Souza Filho, responsável pela área de Endodontia e chefe do Departamento de Odontologia Restauradora, pela carinhosa acolhida, incentivo científico e apoio ao trabalho. Seus conceitos renovadores me fazem amar e acreditar cada vez mais naquilo que faço e que procuro ensinar aos nossos alunos. Você era, é, e será um dos meus referenciais científicos. Meu muito obrigado.

Ao Prof. Dr. Caio Cezar Randi Ferraz pelas valiosas considerações e incentivos durante os seminários. Obrigado pela oportunidade de melhorar meus conhecimentos em microbiologia.

À Prof. Dra. Brenda Paula Figueiredo de Almeida Gomes, pela carinhosa recepção em nossa primeira visita a disciplina de Endodontia da FOP. Obrigado pela ajuda e oportunidade de trabalhar no laboratório de microbiologia onde realizamos um de nossos trabalhos. Obrigado pela sua atenção e preocupação com o nosso bem estar.

Ao Prof. Dr. Luiz Valdrighi, pelo companheirismo e apoio constantes.

Ao Prof. Dr. Alexandre Augusto Zaia, pela atenção dispensada a minha pessoa.

Agradecimentos

À Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade de Campinas, na pessoa de seu diretor, Prof. Dr. Thales Rocha de Mattos Filho, de quem recebi o apoio necessário para a realização deste trabalho.

À Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade de Campinas, na pessoa de seu ex-diretor, Prof. Dr. Antônio Wilson Sallum.

Ao Prof. Dr. Lourenço Correr Sobrinho, coordenador geral do programa de pós-graduação da FOP-UNICAMP.

A Profa. Dra. Altair Antoninha Del Bel Cury, ex-coordenadora geral do programa de pós-graduação da FOP-UNICAMP.

À Prof. Dra. Brenda Paula Figueiredo de Almeida Gomes, coordenadora do programa de pós-graduação em Clínica Odontológica da FOP-UNICAMP.

Em especial ao Prof. Dr. Tauby Coutinho Filho da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, que me iniciou na vida acadêmica.

Ao Prof. Gustavo A. De Deus da UERJ pela amizade e incentivo na confecção do trabalho.

Ao meu amigo e irmão Prof. Cláudio Maniglia Ferreira, pela inestimável ajuda nos momentos ausentes.

Aos professores da disciplina de Endodontia da UNIFOR, Flávio Pinheiro Moraes, Cláudio Maniglia Ferreira e Elilton Cavalcante Pinheiro Jr., pelo apoio durante meu afastamento.

Aos grandes amigos do curso, Daniel Pinto de Oliveira, Douglas Giordani Negreiros Cortez, Fábio Roberto Dametto, Helena Rosa Campos Rabang, Iadasa de Quadros, Morgana Eli Vianna, Nilton Vivacqua Gomes, Rogério de Castilho Jacinto, Adelmo Moraes de Souza Filho, Alexandre Roberto Heck, Cícero Romão Gadê Neto, Egas Moniz de Aragão, Ericka Tavares Pinheiro, Ezilmara Leonor Rolim de Sousa, Júlio César Bento dos Santos e Ronaldo Rogério Rodrigues, pelos inesquecíveis momentos compartilhados.

Aos funcionários da Disciplina de Endodontia, Denise L de Pinho, Maria Aparecida Buscariol, Rubens Marques Payão e Adailton dos Santos Lima.

Ao Prof. Elliot Kitajima do núcleo de apoio à Pesquisa Microscopia Eletrônica Aplicada à Pesquisa Agropecuária NAP-MEPA, ESALQ-USP.

À Érica Pinho, secretária da Pós-graduação da Faculdade de Odontologia de Piracicaba-UNICAMP, pela pronta disponibilidade.

À Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-RJ), na pessoa do Prof. Gustavo A de Deus e Marcelo Malheiros, pelo uso do laboratório de metalografia (DCMM) e orientação no preparo das amostras.

À Universidade de Fortaleza pela minha liberação para cursar o doutorado.

À Coordenação do Curso de Odontologia da UNIFOR, na pessoa da Profa. Polyanna Maria Rocha Novais, meu muito obrigado.

Ao CNPq, pela concessão do auxílio financeiro sob a forma de bolsa de estudo que viabilizou a execução deste trabalho.

“É melhor arriscar coisas grandiosas, alcançar triunfos e glórias, mesmo expondo-se a derrotas, do que formar fila com os pobres de espírito que nem gozam muito e nem sofrem muito, porque vivem nessa penumbra cinzenta e não conhecem vitórias e nem derrotas”.

Theodoro Roosevelt, 1906.

SUMÁRIO

RESUMO-----	1
ABSTRACT-----	3
1. INTRODUÇÃO-----	5
2. PROPOSIÇÃO-----	17
3. CAPÍTULOS-----	19
3.1 CAPÍTULO 1-----	19
3.2 CAPÍTULO 2-----	37
3.3 CAPÍTULO 3-----	53
4. CONCLUSÃO-----	71
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS-----	73
ANEXOS-----	83
Capítulo 1-----	83
Material e Métodos-----	83
Resultados-----	89
Capítulo 2-----	97
Material e Métodos-----	98
Resultados-----	106
Capítulo 3-----	117
Material e Métodos-----	117
Resultados-----	122
Comitê de Ética-----	131
Cartas de Envios dos trabalhos-----	133

RESUMO

A composição química e a qualidade seladora dos cones de guta-percha têm sido pouco estudadas. O presente trabalho, composto por três artigos, teve como objetivos: 1) avaliar a composição química de cinco marcas comerciais de cones de guta-percha (Dentsply®, Tanari®, Konne®, Analytic® e Obtura®); 2) estudar o selamento apical das cinco marcas estudadas quimicamente; 3) quantificar a ocupação dos canais laterais simulados utilizando as mesmas marcas. No estudo químico foram feitas a separação e a quantificação dos componentes orgânicos e inorgânicos pela dissolução em clorofórmio, associado à Análise de Raios-X, Microscopia Eletrônica de Varredura e Análise elementar. O selamento apical foi avaliado através da infiltração linear com tinta nanquim e diafanização, utilizado-se duas técnicas de obturação: cone modelado e onda contínua de condensação e condensação lateral como controle. O estudo da obturação de canal lateral foi feito em dentes de resina epóxica com canais laterais simulados. Com base nos protocolos experimentais estudados concluiu-se que a quantidade do material orgânico e inorgânico variou de 15,7% a 22,4% e de 77,6 a 84,3%, respectivamente. O selamento apical foi melhor nas técnicas do cone modelado e da onda de condensação, sendo esta diferença estatisticamente superior ao da condensação lateral. A maior quantidade de componente orgânico do cone influenciou diretamente no selamento apical, da mesma forma que um maior escoamento foi observado nos canais laterais quando a quantidade de guta-percha foi superior a 15,6%.

ABSTRACT

Few works studied the chemical and apical sealing ability of the gutta-percha cones brands. The aim of the three works were: 1) to determine the chemical composition of five commercially available nonstandardized gutta-percha points (Dentsply™, Tanari™, Konne™, Obtura™ and Analytic™) 2) to study the apical seal of this five gutta-percha brands; 3) to compare the ability of this five gutta-percha brands to obturate simulated lateral canals. The organic fraction was separated from the inorganic one by dissolution in chloroform. Energy-dispersive X-ray microanalysis, elemental microanalysis and X-ray diffraction were employed to identify chemical elements and compounds. The apical seal was evaluated by linear dye penetration in Indian ink comparing two fillings techniques: shaped single cone and continuous wave condensation and lateral condensation as control group. Finally the study was made on clear plastic tooth model with simulate lateral canals. Within the limits of this study it was concluded that the organic and inorganic fraction were 15.7 to 22.4% and 77.6 to 84.3%, respectively. The best apical seal was observed in the shaped single cone and wave of condensation being this difference statistically significant when compared to lateral condensation. The largest amount of organic component influenced directly the apical seal, in the same way that high percentage of gutta-percha, with more than 15.6%, indeed more flow characteristics as revealed by the length of penetration in the lateral canals.

1. INTRODUÇÃO

A reparação dos tecidos periapicais constitui o principal objetivo da terapia endodôntica. Tendo-a em vista, um consenso existe de que a limpeza, modelagem e obturação do sistema de canais radiculares representam a tríade principal para o sucesso endodôntico (DE DEUS et al., 2000).

Depois do advento do microscópio eletrônico de varredura (MEV), na década de 60, foi possível constatar a freqüente presença de debris formados pela ação intracanal de instrumentos cortantes, resultando na formação de raspas dentinárias que ficam aderidas nas paredes dos canais radiculares. Essa camada de debris é conhecida como lama dentinária, e tem uma aparência amorfa, irregular e granular quando vista pela microscopia eletrônica de varredura (McCOMB & SMITH, 1975; DE DEUS et al., 2000).

A remoção da lama dentinária permite a penetração dos cimentos endodônticos nos túbulos dentinários aumentando a eficiência seladora da obturação, além da atividade antimicrobiana intratubular do cimento endodôntico (LEONARD et al., 1986; DE DEUS et al., 2002).

Essas raspas dentinárias formadas são removidas pela substância irrigadora, constituindo na principal função da irrigação (LOPES & SIQUEIRA-JR, 1999). A comprovada capacidade de remoção da lama dentinária pela associação do hipoclorito de sódio com EDTA a 17% tem sido mostrada (DE DEUS et al., 2002) e só recentemente a limpeza de paredes, promovida pela clorexidina gel 2%, foi estudada (FERRAZ et al., 2001).

A clorexidina tem sido usada em Endodontia, como solução irrigadora e medicação intracanal (RINGEL et al., 1982; VIVACQUA-GOMES, 2002). Sua ação como irrigante endodôntico é comparada ao hipoclorito de sódio, devido a sua propriedade antimicrobiana

(FERRAZ, 1999) de substantividade (BASRANI et al., 2002) e biocompatibilidade (TANOMARU-FILHO et al., 2002).

Como solução irrigante pode ser utilizada na forma líquida e gel. Em forma de gel já foi estudada como medicação intracanal (SIQUEIRA-JR. & UZEDA, 1997; VIVACQUA-GOMES, 2002) e como irrigante endodôntico (FERRAZ, 1999). A base utilizada é o Natrosol (hidroxietilcelulose), um agente espessante não iônico altamente eficiente, inerte, hidrossolúvel e com pH entre 6,0-9,0. O gel com sua viscosidade mantém a atividade antimicrobiana por mais tempo, lubrifica as paredes do canal e impede a formação da lama dentinária (FERRAZ, 1999).

Como solução irrigante em Endodontia, a clorexidina gel 2% promoveu maior remoção da lama dentinária quando comparado a clorexidina líquida a 2% e ao hipoclorito de sódio a 5,25%, em dentes instrumentados *in vitro* e analisados por microscopia eletrônica de varredura (FERRAZ et al., 2001).

A remoção da lama dentinária é importante para a obturação do sistema de canais radiculares, com infinitas variações e ramificações do canal principal. São encontradas lesões endodônticas que se localizam envolvendo o ápice, a região para-apical e lateral em relação à raiz (NGUYEN, 1997). DE DEUS (1975) demonstrou a presença de canais laterais em 27% de 1140 dentes examinados.

Diversos estudos têm demonstrado falhas no tratamento endodôntico devido à presença de canais laterais (NICHOLLS, 1963; NGUYEN, 1997), relacionando o sucesso e o insucesso do tratamento à obturação, ou não, respectivamente, destes canais (WEINE, 1984).

A obturação hermética é necessária para prevenir a saída de irritantes pelo forame apical ou canais laterais, prevenindo-se a quebra da integridade do ligamento periodontal

(LIFSHITZ et al., 1983). Caso não se consiga uma obturação bem densa e adaptada, pode haver comprometimento do prognóstico por melhores que tenham sido as outras fases da terapia endodôntica (DE DEUS, 1992).

Em estudo recente de obturação de canais laterais simulados, as técnicas ultrafil, thermafil e onda de condensação ("System B" + Obtura II) demonstraram superioridade quando comparadas com a técnica híbrida de Tagger e condensação lateral (GOLDBERG et al., 2001). A técnica da condensação lateral a frio é, talvez, a mais usada na prática endodôntica. No entanto, sua capacidade de ocupar os diferentes espaços internos do sistema de canais radiculares tem sido questionada (BRAYTON et al., 1973; WELLER et al., 1997; HEMBROUGH et al., 2002).

Em estudo comparativo entre a condensação lateral a frio e as técnicas termoplastificadas, foram notados espaços vazios, cones de guta-percha retorcidos na massa obturadora e pouca capacidade de adaptação às paredes dentinárias na técnica à frio (BRAYTON et al., 1973; WELLER et al., 1997).

O sucesso do tratamento endodôntico é determinado por vários fatores, sendo que um destes consiste numa correta obturação. Esta deve ocupar todo o sistema de canais radiculares, selando de forma perfeita o forame apical e os canais adicionais, com um material inerte, dimensionalmente estável e biologicamente compatível (DE DEUS, 1992).

A principal forma de suprimento de substratos para bactérias em regiões do canal dá-se através da percolação de fluidos oriundos dos tecidos perirradiculares, via forame apical, e pelo espaço existente entre o material obturador e as paredes do canal, resultante de um selamento apical inadequado. Estes fluidos contêm principalmente glicoproteínas, que servem de fonte nutricional tanto para bactérias sacarolíticas, quanto para as que obtêm energia a partir de aminoácidos. Por isso o fracasso associado a um selamento apical

defeituoso usualmente é observado em longo prazo (LOPES & SIQUEIRA-JR., 1999). Cerca de 60% dos fracassos endodônticos são causados, aparentemente, pela obturação incompleta da cavidade pulpar (DOW & INGLE, 1955; INGLE et al., 1985; ANTONOPOULOS et al., 1998).

Uma série de estudos *in vitro* e *in vivo*, utilizando as mais variadas metodologias, são conduzidos com a finalidade de testar a capacidade de selamento apical de diversos materiais e técnicas de obturação (ALLISON et al., 1981; MADISON & WILCOX, 1988; BRAMANTE et al., 1989; ANTONOPOULOS et al., 1998). Dentre estes estudos, a infiltração de corante tem sido um dos métodos mais utilizados (ISHLEY et al., 1983; TAGGER et al., 1984; AHLBERG et al., 1995; DE MOOR et al., 2000; FRÓES et al., 2000; HAYES et al., 2002). Este tipo de estudo oferece ao profissional uma idéia da qualidade da obturação do canal radicular e a possibilidade de sua aplicação clínica (WU & WESSELINK, 1983; OLIVER & ABBOTT, 2001).

É descrito 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 (LEONARD et al., 1996). Mesmo assim, os cimentos endodônticos continuam representando um importante papel no controle da percolação apical reduzindo a microinfiltração clínica (EVANS & SIMON, 1986; HATA et al., 1992), escoando para as ramificações e melhorando a adaptação da obturação nas irregularidades da interface dentina e material obturador. Ainda assim, a qualidade do selamento apical depende do cimento endodôntico usado, podendo vir a ser melhor ou pior (KUGA et al., 1990). Estudos revelaram um selamento ineficaz na utilização da guta-percha sem cimento principalmente por ser carente em adesividade (ØRSTARVIK, 1983).

O cimento preenche as irregularidades e atua como lubrificante para o cone de guta-percha, auxiliando sua adaptação. Também obtura os canais adicionais abertos e os forames apicais múltiplos (RUDDLE, 1997). As pesquisas que testaram a guta-percha e os cimentos endodônticos revelaram que a utilização destes materiais isoladamente acarretou em performances comprometidas, porém quando juntos se completaram. Se por um lado os trabalhos atestam o caráter imprescindível do cimento endodôntico, sua confirmada solubilidade nos obriga a mantê-lo no espaço do canal radicular, sempre representado por uma camada fina (BHATTI & JOSHI, 1997).

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 do cone único modelado apresentou o segundo melhor selamento apical no experimento, 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 de condensação e thermafil) quando comparado à condensação lateral e cone único padrão.

A obturação em três dimensões foi mais bem entendida, após o trabalho de SCHILDER que, em 1967, demonstrou esta nova maneira de se buscar o selamento mais hermético, através do aquecimento e condensação da guta-percha no interior do canal. O autor enfatizou ainda a importância e necessidade de uma boa limpeza e modelagem do sistema de canais radiculares para que fosse possível alcançar uma obturação tridimensional.

Na descrição do processo, SCHILDER (1967) relata que a gutapercha ao ser aquecida pela fonte de calor, (condensador aquecido em lamparina), sofre plastificação entre 3 a 5 mm além do ponto de aquecimento. Após o aquecimento, deve-se seguir a condensação vertical, dinâmica esta, denominada de onda de condensação. A dinâmica de aquecimento e condensação deve terminar a 5 mm do ápice.

Só mais recentemente, GOODMAN et al., (1981) demonstraram que a gutapercha quando aquecida, plastifica a 5 mm da fonte de calor. No entanto, BOWMAN & BAUMGARTNER (2002) observaram melhor plastificação da gutapercha quando a fonte de calor era usada a 3mm do comprimento de trabalho.

Algumas modificações vêm sendo feitas ao longo do tempo na técnica de SCHILDER (1967), como o uso de fontes de calor mais seguras (“Touch and Heat” e “System B”), em substituição ao aquecimento através de condensadores em lamparina a álcool. Essa última, por alcançar temperatura em torno de 321°C, inviabiliza o trabalho clínico com a gutapercha, que se decompõe à 100°C (MARCIANO & MICHAILESCO, 1989). Além disso, promove o aquecimento excessivo e indesejável do periodonto (BLUM et al., 1997; LEE et al., 1998; SILVER et al., 1999).

Outro importante avanço foi idealizado por BUCHANAN (1996), utilizando pontas condensadoras com quatro calibres diferentes (fino, fino- médio, médio e médio-largo). Ao serem acopladas à unidade “System B”, funcionam como fonte de calor e condensador, otimizando o tempo para a condensação vertical do terço apical.

A técnica da condensação vertical, quando avaliada através de microscopia eletrônica de varredura (MEV), mostrou boa adaptação da gutapercha às paredes dentinárias, principalmente nos 3 milímetros finais, onde se observa a formação de películas mínimas de cimento, que variam entre 40 e 100 micrômetros (LIFSHITZ et al.,

1983), característica essa considerada muito interessante pela possibilidade da existência de uma correlação positiva entre a qualidade do vedamento periférico apical e a espessura do filme de cimento endodôntico (WU et al., 1994). Foram alcançados, também, bons níveis de obturação dos canais laterais e acessórios e um melhor selamento apical (SCHILDER, 1967; MARLIN & SCHILDER, 1973; MORENO, 1977; GOLDBERG et al., 2001).

O termo guta-percha tem significado diferente nas áreas de química e de odontologia. Na área de odontologia o termo é freqüentemente empregado para designar o material que compõe os cones, denominados de cones de guta-percha, ou simplesmente de guta-percha. Esses cones, cuja utilização foi introduzida por BOWMAN em 1867, são o material de escolha nas técnicas de obturação, independentemente se a técnica for a de condensação lateral ou a vertical (DE DEUS, 1992).

A guta-percha, na realidade, é apenas um dos componentes destes cones. Os outros componentes são: ZnO (óxido de zinco), BaSO₄ (sulfato de bário) e graxas ou resinas. A presença do óxido de zinco confere rigidez, atividade antimicrobiana e radiopacidade aos cones de guta-percha (FRIEDMAN et al., 1977; MOORER & GENET, 1982; SPANGBERG, 1998). O sulfato de bário também funciona como um radiopacificador (SPÅNGBERG, 1998). Apesar da grande variação na sua formulação, algumas generalizações podem ser registradas. A primeira é que os componentes principais são os inorgânicos (óxidos e sulfatos), contribuindo, em média, com 77% em massa. A segunda refere-se à contribuição da borracha guta-percha que, em geral, é de 20%. O restante é completado com componentes minoritários, que são as graxas, os corantes, etc. (FRIEDMAN et al., 1977; MARCIANO & MICHAILESCO, 1989).

Quimicamente a guta-percha é um polímero orgânico natural, que pode ser obtido pela coagulação de látex de árvores de Sapotáceas do gênero *Palaquim*, existentes

principalmente no arquipélago Malaio. Ele é derivado do monômero isopreno, polimerizado na posição 1,4. A guta-percha e a borracha natural apresentam a mesma unidade constitucional de repetição, mas diferem na posição dos grupamentos CH_2 , o que as torna isômeros. Na borracha natural, poli (1,4 cis-isopreno), os grupamentos CH_2 , através dos quais a cadeia polimérica é construída, estão localizados no mesmo lado em relação à dupla ligação. Na guta-percha, poli (1,4 trans-isopreno), os grupamentos CH_2 estão localizados em posição transversal. O isômero trans é mais linear e cristaliza mais facilmente, conseqüentemente, a guta-percha é mais dura, quebradiça e menos elástica do que a borracha natural, ou seja, isômero cis (NGUYEN, 1997). (Figura 1).

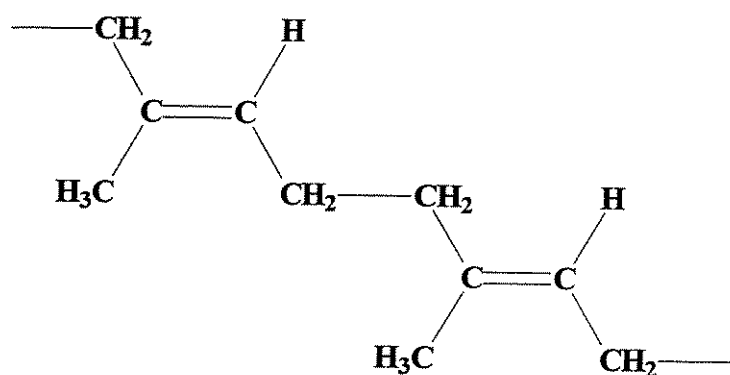
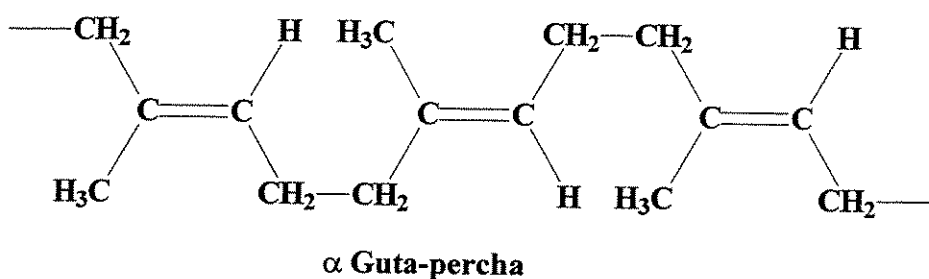


Figura 1. Estrutura da guta-percha α e β (1,4-trans isopreno).

O isômero trans existe em duas formas cristalinas, que diferem somente na configuração em relação à ligação simples $\text{CH}_2\text{-CH}_2$ (Figura 1). A forma mais estável é a forma α (alfa) e por esta razão é a encontrada na natureza. Além destas formas cristalinas, existe a forma amorfa, onde não existe ordenamento das cadeias do polímero.

A forma alfa possui uma baixa temperatura de fusão, boa adesividade e baixa viscosidade. A guta-percha beta tem temperatura de fusão mais elevada, alta viscosidade e nenhuma propriedade adesiva (SAHLI et al. 1997).

Os cones de guta-percha recém preparados são constituídos do polímero na forma β (beta) (SCHILDER et al., 1974a). Com o tempo, a forma β vai se transformando na forma mais estável, α , provocando alteração nas propriedades do cone endodôntico e tornando-o mais quebradiço (NGUYEN, 1997). Estes cones, juntamente com o cimento endodôntico, são empregados no preenchimento de todo o sistema de canais radiculares (SAHLI, 1997).

As temperaturas de transição de fase dependem muito da proporção entre material amorfo e cristalino, da proporção entre as formas α e β , da pureza, massa molar do polímero, entre outros fatores (SCHILDER et al., 1974a, GOODMAN et al., 1974, SCHILDER et al., 1974b). O polímero puro na forma mais estável, a α , transforma-se em material amorfo e fundido quando aquecido à temperatura superior a 65°C . Se o material fundido é resfriado muito lentamente (velocidade menor que $0,5^\circ\text{C}$ por hora) retorna a fase α . Se resfriado de forma rotineira passa a fase β (NGUYEN, 1997).

Quando formulado com os outros componentes (ZnO , BaSO_4 e graxa) para a fabricação do cone, observa-se variação nas suas temperaturas de transição, em razão das diferenças entre marcas comerciais. Nos cones, em geral, com a guta-percha predominantemente na fase beta, a transformação para a fase alfa ocorre em temperaturas

que variam de 42 a 49°C, dependendo da marca comercial. Estes cones, com a guta na fase alfa, transformam-se em material amorfo quando submetidos à temperatura mais elevada (53 a 64°C) (SCHILDER et al., 1974a; NGUYEN, 1997, GUTMANN & WITHERSPOON, 1998).

As transformações de fase do polímero guta-percha e dos cones com a temperatura estão sintetizadas na Figura 2.

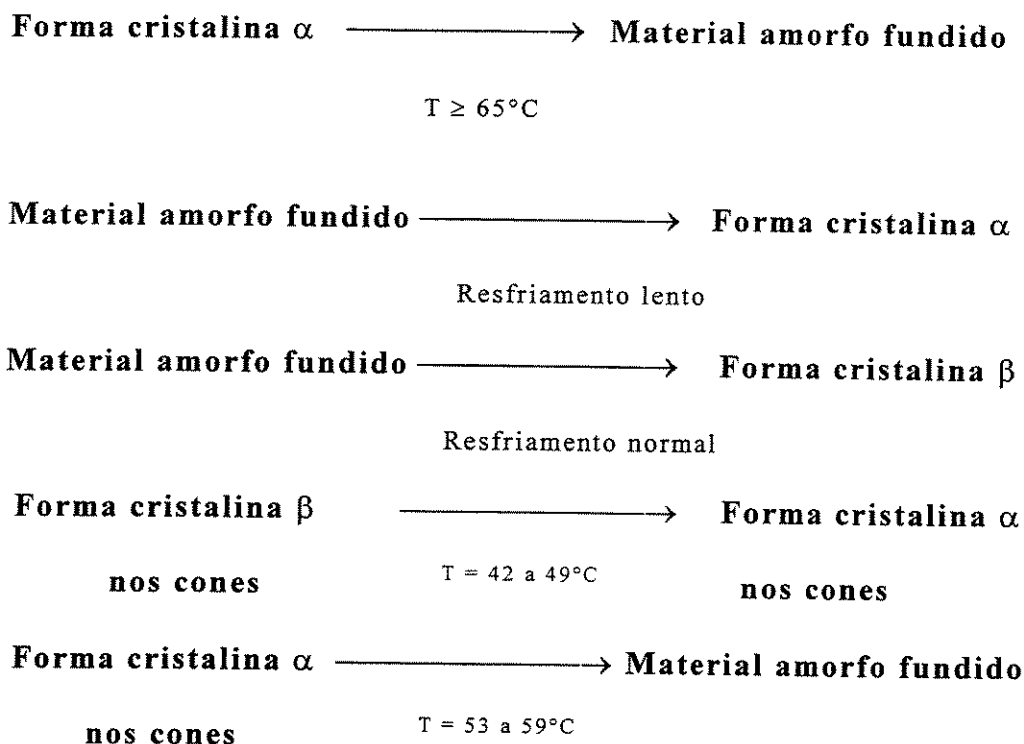


Figura 2. Transformações térmicas da guta-percha.

As principais aplicações da guta-percha decorrem de suas propriedades isolantes, impermeabilizantes e termoplásticas. A sua importância na Endodontia depende muito de suas características físicas, particularmente a termoplasticidade (DE DEUS, 1992).

Na área de odontologia a termoplasticidade é a mais importante. Esta propriedade é utilizada quando se faz uso de técnicas de obturação que empregam a guta-percha aquecida (ZUOLO & IMURA 1998).

Justificadamente, há uma busca constante de técnicas que sejam seguras, previsíveis, eficazes, reversíveis e tridimensionais. Sabe-se que não existe uma técnica que contemple todos esses objetivos, porém algumas que utilizam a guta-percha aquecida são as mais eficazes em relação ao selamento apical e à capacidade de obturar em três dimensões (MARLIN & SCHILDER, 1973; MORENO, 1977; READER et al., 1993; BUCHANAN, 1996; GOLDBERG et al., 2001). Estas técnicas são: a condensação vertical de SCHILDER (1967) e a onda de condensação preconizada por BUCHANAN (1996).

A eficiência da obturação tridimensional utilizando guta-percha aquecida depende de vários fatores, dentre os quais: qualidade do cone (OLIET, 1977); tipo da fonte de calor (MARCIANO & MICHAILESCO, 1989); temperatura de aquecimento (MARCIANO & MICHAILESCO, 1989); tempo de aquecimento (BUCHANAN, 1996); profundidade da fonte de calor dentro do canal (BOWMAN & BAUMGARTNER 2002) e propriedades do cimento endodôntico (RUDDLE, 1997).

Apesar da importância dos outros fatores, um enfoque particular será dado à qualidade do cone, objeto do presente estudo. O que pode ser extraído da literatura, tanto na área de odontologia quanto da de química de polímeros, é que a qualidade do cone deve depender de fatores como: composição química do cone (FRIEDMAN et al., 1977); tempo de fabricação do cone (OLIET, 1977); teor do polímero guta-percha contido no cone (GOODMAN et al., 1974) e massa molar do polímero (GOODMAN et al., 1974).

A composição química do cone, além de não ser especificada pelos fabricantes, tem sido pouco estudada (FRIEDMAN et al., 1977; ZUOLO & IMURA, 1998). Os trabalhos de

FRIEDMAN et al. (1977) e MARCIANO & MICHAILESCO (1989) revelaram que a composição dos cones varia muito com a marca comercial. Em uma amostragem de 14 marcas pode-se verificar que a percentagem de guta varia de 18,9 a 21,8%, enquanto que material orgânico total (guta e resina) varia de 17,7 a 45,7%. A percentagem de óxido de zinco varia de 36,6 a 75,3% e o sulfato de bário entre 1,1 a 31,2%.

Essa não padronização na composição química dos cones de guta-percha pode levar a modificações em suas propriedades físicas como, contração volumétrica pós-aquecimento e menor capacidade de plastificação linear ao longo do cone (GONÇALVES, 1999).

Não se encontra registrado na literatura, até o presente momento, nenhum trabalho de correlação entre a composição química e a qualidade da obturação. Apenas já foi relatada a relação entre a composição química e as propriedades mecânicas, tendo sido verificado que: quanto maior a porcentagem de guta-percha maior a plasticidade do cone (FRIEDMAN et al., 1977); e quanto maior o conteúdo de óxido de zinco, menor seu coeficiente de alongamento e fluidez (FRIEDMAN et al., 1977).

O presente trabalho visou estabelecer a correlação entre a composição química dos cones e a capacidade obturadora através da utilização de duas técnicas de obturação endodôntica, cone único modelado e onda contínua de condensação.

2. PROPOSIÇÃO

O presente trabalho, composto por três artigos, teve por objetivos:

- 1) Analisar a composição química de cinco marcas diferentes de cones de guta-percha, calibre médio, ainda não estudadas. As marcas foram: Dentsply®, Tanari®, Analytic Technology®, Konne® e Obtura®.
- 2) Estudar o selamento apical promovido pelas marcas Dentsply®, Tanari®, Analytic Technology®, Konne® e Obtura®, quando os canais foram obturados, pela técnica da onda de condensação e do cone modelado utilizado-se a condensação lateral como controle.
- 3) Avaliar o escoamento linear da guta-percha e cimento, em canais laterais simulados, correlacionando-os com a composição química das cinco diferentes marcas (Dentsply®, Tanari®, Analytic Technology®, Konne® e Obtura®).

Chemical and X-ray analyses of five brands of dental gutta-percha cone

ED Gurgel-Filho¹, J Pessoa de Andrade Feitosa², FB Teixeira³, RC Monteiro de Paula²,
JB Araújo Silva-Jr.², FJ Souza-Filho³ **Int Endod J**, v.36, n.4, p. 302-07, 2003.

¹Department of Endodontics, University of Fortaleza, Fortaleza-Ceará, Brazil,

²Department of Organic and Inorganic Chemistry, Federal University of Ceará, Fortaleza,

Brazil, ³Dental Faculty of Piracicaba, São Paulo, Brazil

Keywords: gutta-percha, composition, dental cone

Suggested running title: "Chemical analysis of Gutta-percha "

Corresponding author:

Eduardo Diogo Gurgel-Filho

Rua Silva Jathay 1140/2002

Meireles. Fortaleza, Ceará, CEP 60165-070, Brazil.

E-mail: gurgeduardo@aol.com

Abstract

Aim The aim of this study was to determine the chemical composition of five commercially available non standardized gutta-percha points (Dentsply™, Tanari™, Konne™, Obtura Spartan™ and Analytic Endodontics™).

Methodology The organic fraction (gutta-percha polymer and wax/resin) of non-standardized gutta-percha points was separated from the inorganic fraction (ZnO and BaSO₄) by dissolution in chloroform. Gutta-percha polymer was precipitated with acetone. Zinc oxide was partially separated from barium sulphate by reaction with HCl. Energy-dispersive X-ray microanalysis and X-ray diffraction were employed to identify the chemical elements and compounds (barium sulphate and zinc oxide). The barium sulphate content was calculated by percentage of sulphur from elemental microanalysis. All analyses were repeated three times.

Results The means and standard deviations of the percentage by weight of gutta-percha in the points were: Dentsply™ ($14.5 \pm 0.70\%$), Tanari™ ($15.6 \pm 0.66\%$), Obtura™ ($17.7 \pm 0.35\%$), Konne™ ($18.9 \pm 0.32\%$) and Analytic™ ($20.4 \pm 0.40\%$). The means and standard deviations of the zinc oxide content were: Dentsply™ ($84.3 \pm 0.50\%$), Tanari™ ($82.0 \pm 0.72\%$), Obtura™ ($69.5 \pm 0.21\%$), Konne™ ($78.0 \pm 0.05\%$) and Analytic™ ($66.5 \pm 0.50\%$).

Conclusions The method was appropriate to quantify gutta-percha and resin/wax components of gutta-percha points, but not barium sulphate and zinc oxide. An alternative procedure to determine barium sulphate and zinc oxide contents has been proposed based on elemental microanalysis of sulphur. Some brands of gutta-percha did not contain barium sulphate. **Keywords:** gutta-percha, composition, dental cone

Introduction

Gutta-percha polymer is a trans-1,4-polyisoprene, obtained from the coagulation of latex produced by trees of the family *Sapotaceae* and is mainly derived from *Palaequium gutta* bail (Marciano *et al.* 1993). The trans isomer is more linear and crystallizes more easily than the cis isomer (natural rubber from *Hevea brasiliensis*). Thus, gutta-percha polymer is harder, more brittle, and less elastic than natural rubber (Spångberg 1998).

Gutta-percha is rigid at room temperature, becomes pliable at 25 to 30°C, plasticises at 60°C, and melts (partial decomposition) at 100°C (Budavari *et al.* 1996). The polymer becomes brittle and loses elasticity during storage and the degree of decomposition increases with storage time and temperature. As a result, it should be stored in a cool dry place for enhanced shelf-life (Spångberg 1998).

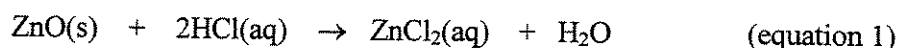
Modern gutta-percha cones are composed of organic (gutta-percha polymer and wax/resins) and inorganic components (zinc oxide, ZnO, barium sulphate, BaSO₄). Small percentages of colouring agents and antioxidants could also be present (Spångberg 1998). Substantial chemical heterogeneity is found among gutta-percha cones. Brittleness, stiffness, tensile strength, and radiopacity have been shown to depend primarily on the proportions of gutta-percha polymer and zinc oxide (Friedman *et al.* 1977). Antibacterial activity has been attributed to zinc oxide (Moorer & Genet 1982). Many commercial brands are available but only 15 of those have been analysed chemically (Friedman *et al.* 1977, Marciano & Michalesco 1989). In general, the composition has been shown to be approximately 18 to 22% gutta-percha polymer and 37 to 75% zinc oxide. The particular percentages of components vary according to the manufacturer. It is evident that since the cones differ in their composition, they may differ in their physical properties and even in their biological effect (Tagger & Gold 1988).

The objective of this study was to determine the chemical composition of five commercially available non standardized gutta-percha cones. These cone brands were: Dentsply™, Tanari™, Konne™, Obtura Spartan™ and Analytic Endodontics™.

Materials and methods

The gutta-percha cones studied are listed in Table 1. All samples were analysed before their expiration date.

In order to determine the chemical components of the cones, the procedure described by Friedman *et al.* (1977) (Fig. 1) was followed with modifications. To increase the mass of components obtained from the separation steps and so promote an increase in accuracy, 3 g of cones were used rather than 1g. The dissolution of the inorganic material was carried out using 40 mL of 2.4M HCl at 60°C for 15 min, in order to better promote the transformation (reaction) of zinc oxide, an insoluble compound, into zinc chloride (ZnCl₂), a soluble compound (chemical equation 1). After solvent and excess of acid evaporation, the solid was weighed. This mass (m_{ZnCl₂}) was transformed into zinc oxide mass (m_{ZnO}) using equation 1. Barium sulphate was not attacked by the dilute acid at low temperature and remained as a solid material.



$$m_{\text{ZnO}} = m_{\text{ZnCl}_2} \times (\text{ZnO molar mass} / \text{ZnCl}_2 \text{ molar mass}) = m_{\text{ZnCl}_2} \times 0.60 \quad (1)$$

As gutta-percha has, in general, a slow dissolution process (Stevens 1999), the samples were placed in contact with 60 mL of chloroform for 24 h prior to the centrifugation. The gutta-percha polymer, insoluble in acetone, was coagulated by addition of this solvent and weighed after total solvent evaporation. The mass of soluble material in acetone (wax/resin) was determined after solvent evaporation.

Energy-dispersive X-ray microanalysis was utilized to establish qualitatively the presence of chemical elements in the samples. The analysis was made in sections of all five brands mounted on aluminium stubs and carbon coated using a DSM-940A scanning electron microscope (Carl Zeiss, Jena, Germany) with Link System 3.34 Series 300 with Si (Li) detector. The sections were analysed at X 1000 magnifications.

The apparatus used for the X-ray diffraction analysis was a Philips MDR Pro (Eindhoven, Holland) with 40kV and 20mA using a copper tube. The equipment was calibrated to give 10^2 cps. Each specimen was observed separately and compared with the X-ray diffraction pattern of zinc oxide and barium sulphate to verify the presence of these two compounds.

The quantitative determination of carbon, hydrogen, nitrogen and sulphur chemical elements in the samples was carried out in a microanalyser CHNS/O Carlo Erba, model 1110 (Rodano, Italy) with combustion at 1000°C , in oxygen atmosphere. A thermal conductivity detector was employed. All the analyses were repeated three times for all materials.

The organic fraction (gutta-percha polymer and wax/resin) was determined by the use of the procedure described by Friedman *et al.* (1977). Barium sulphate content was determined by sulphur percentage (elemental microanalysis) using equation 2. Zinc oxide content was calculated by equation 3, when the specimen contained sulphur, or by equation 4, if not.

$$\text{BaSO}_4\% = \text{S}\% \times (\text{BaSO}_4 \text{ molar mass})/(\text{S atomic mass}) = \text{S}\% \times 7.28 \quad (2)$$

$$\text{ZnO}\% = 100\% - (\text{gutta-percha polymer}\% + \text{wax/resin}\% + \text{BaSO}_4\%) \quad (3)$$

$$\text{ZnO}\% = 100\% - (\text{gutta-percha polymer}\% + \text{wax/resin}\%) \quad (4)$$

Results

The chemical composition of the five brands is shown in Table 2. Gutta-percha, wax/resin, metal sulphate, and zinc oxide were detected in all specimens. However, only the Obtura™ and Analytic™ specimens had barium and sulphur (Table 3). Zinc and oxygen were present as major elements in all brands. Barium sulphate and zinc oxide were identified in Analytic™ specimen (Fig. 2), as well as in Obtura™ brands but not in the other three brands (Konne™, Tanari™ and Dentsply™). The X-ray diffractogram (Fig. 3) associated with the Konne™ specimen is a representative example of the three brands without metal sulphate. The results indicate that the method of Friedman *et al* (1977) was not accurate to correctly quantify inorganic components (ZnO and BaSO₄).

The chemical elements carbon, hydrogen and nitrogen were present in all five brands (Table 4); sulphur was present only in two specimens. The composition of the five brands is shown in Table 5. The amount of gutta-percha polymer ranged from 14.5 to 20.4% and zinc oxide from 66.5 to 84.3 %.

In Table 6 the data obtained from the present study are compared with results of Friedman *et al.* (1977) and Marciano & Michailesco (1989).

Discussion

The barium sulphate content determined by the method of Friedman *et al.* (1977) is overestimated (Table 2). This probably occurs because washing at 60°C with 2.4M HCl was not sufficient to promote the separation of all the zinc oxide from the barium sulphate. In fact, the insoluble residue after reaction with HCl, observed in those brands that did not contain barium sulphate, is wrongly assumed to be barium sulphate.

Increasing the reaction time up to 150 min, the reaction temperature up to 95°C, the wash repetition to 5, and HCl concentration to 6.0 M were attempted. As the method of Friedman *et al* (1977) did not give a reliable quantification of inorganic components another procedure was developed.

The X-ray microanalysis (Table 3) provided an overview of the chemical elements of gutta-percha cones. Zinc and oxygen are present in large amounts, reflecting the fact that zinc oxide is the main component (Möller & Orstavik 1984).

The occasional occurrence of small amounts of Cl, Ti, Ca and Si is most probably due to impurities or small volumes of compounds added during manufacturing. Ti, Ca and Si may be present as oxides, like TiO₂, CaO and SiO₂, and Cl as ZnCl₂.

The presence and absence of zinc oxide and barium sulphate was unequivocally determined by X-ray diffraction. This technique corroborates the X-ray microanalysis results, which indicate the presence of zinc oxide in all five brands and absence of barium sulphate in three of them (Konne™, Dentsply™, Tanari™).

Despite the relevance and importance of the X-ray, microanalysis and diffraction techniques in the screening of some chemical elements and compounds present in gutta-percha cones, there are some limitations in the use of these techniques for quantitative analysis. For rigorous quantitative X-ray microanalysis, the atomic number of the analysed element has to be greater than 11. Thus, important elements like hydrogen, carbon, nitrogen and oxygen could not be correctly quantified. In addition, the element concentration has to be greater than 5% and the specimen has to be homogeneous in the volume sampled (Lyman *et al.* 1990). The X-ray diffraction (powder diffraction) is very useful to identify crystalline substances, such as the inorganic compounds BaSO₄ and ZnO, but it is not normally used to quantify them.

The most popular technique to quantify C, H, N and S is elemental microanalysis. The results demonstrated that carbon percentage is proportional to gutta-percha polymer content (Table 4). The presence of nitrogen could be due to anti-oxidants added to the cones or to protein aggregated to natural gutta-percha polymer, very common in natural rubbers from different origins (Hasma & Othman 1990, Rodrigues *et al.* 1998).

The gutta-percha polymer and zinc oxide contents were at lower and higher ranges, respectively, than those determined by Friedman *et al.* (1977) (Table 6). Wax/resin content was in the same range. The most significant difference was in barium sulphate percentage. Friedman *et al.* (1977) detected the presence of BaSO₄ in all cone brands studied. In three of the five brand formulations analysed, barium sulphate was not detected. Barium sulphate and zinc oxide provide radiopacity (Spångberg 1998). As barium is a chemical element with larger atomic number than zinc, BaSO₄ absorbs X-rays more readily than ZnO. It means that the absence of barium sulphate will decrease gutta-percha radiopacity. The influences of barium compound in physical and clinical properties of cones have not been determined yet.

The chemical compositions of gutta-percha points vary according to the manufacturer. This variation, specially in the gutta-percha and zinc oxide percentages, may lead to changes in brittleness, stiffness, tensile strength, and radiopacity (Friedman *et al.* 1977, Gutmann & Witherspoon 1998) and also in flow, plasticity, elongation, inherent tension force, and thermal behaviour (Friedman *et al.* 1977, Tagger & Gold 1988, Marciano & Michalesco 1989, Marciano *et al.* 1992).

Conclusion

Within the limits of this study the following conclusion could be obtained:

- 1 The method described by Friedman *et al.* (1977) was appropriate to quantify gutta-percha and resin/wax components of cones, but led to overestimation of barium sulphate and underestimation of zinc oxide content.
- 2 An alternative procedure to quantify barium sulphate and zinc oxide has been proposed based on elemental microanalysis of sulphur.
- 3 The gutta-percha and zinc oxide contents ranged from 14.5 to 20.4% and 66.5 to 84.3%, respectively.
- 4 Cone brands without barium sulphate were found.

Acknowledgement

This work was supported by Brazilian grant administered by CNPq. We thank the NAP-MEPA ESALQ, USP, Piracicaba, Brazil for the use of the MEV and X-ray microanalysis; Department of Fundamental Chemistry, UFPe, Brazil, for elemental microanalysis and Dr. Jose Marcos Sasaki, UFC, Brazil, for the X-ray diffraction study.

References

- Budavari S, O'Neil MJ, Smith A, Heckelman PE, Kinneary J (1996) Merck index 12nd ed. pp. 782. Whitehouse Station, NJ, USA, Merck&Co., Inc.
- Friedman CE, Sandrick JL, Heuer MA, Rapp GW (1977) Composition and physical properties of gutta-percha endodontics filling materials. *Journal of Endodontics* **3**, 304-8.
- Gutmann JL, Witherspoon DE (1998) Obturation of the cleaned and shaped root canal system. In: Cohen S, Burns RC, ed. *Pathways of the pulp*. 7rd edn. pp. 258-361. St. Louis, CV Mosby.
- Lyman CE, Goldstein JL, Romig Jr AD, Echlin P, Joy DC, Newbury DE, Williams DB, Armstrong JT, Fiori CE, Lifshin E, Peters KR (1990) *Scanning electron microscopy, X-ray microanalysis, and analytical electron microscopy*. 1st edn, pp. 33-41. New York, NY, USA: Plenum Press.
- Hasma H, Othman AB (1990) Role of some non-rubber constituents on thermal oxidative ageing of natural rubber. *Journal of Natural Rubber Research* **5**, 1-8.
- Marciano J, Michailenco PM (1989) Dental gutta-percha: chemical composition, X-ray identification, enthalpic studies and clinical implications. *Journal of Endodontics* **15**, 149-53.
- Marciano J, Michailenco PM, Abadie JM (1993) Stereochemical structure characterization of dental gutta-percha. *Journal of Endodontics* **19**, 31-4.
- Marciano J, Michailenco PM, Charpentier E, Carrera L, Abadie JM (1992) Thermomechanical analysis of dental gutta-percha. *Journal of Endodontics* **18**, 263-70.
- Möller B, Ørstavik D (1984) Chemical and energy-dispersive X-ray analyses of gutta-percha points. *Journal of Endodontics* **10**, 413-6.

- Moorer WR, Genet JM (1982) Antibacterial activity of gutta-percha cones attributed to the zinc oxide components. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontics* **53**, 508-17.
- Rodrigues JF, Oliveira FC, Ricardo NMPS, Lima MCP (1998) Effect of divalent metal ions on the viscosity of natural rubber from *Manihot glaziovii*. *Journal of Rubber Research* **1**, 240-52.
- Spångberg LSW (1998) Instruments, materials, and devices. In: Cohen S, Burns RC, ed. *Pathways of the pulp*. 7rd edn. pp. 508 -10. St. Louis, CV Mosby.
- Stevens MP (1999) Polymer chemistry, an introduction, 1st edn, pp. 37, New York, NY, USA: Oxford University Press.
- Tagger M, Gold A (1988) Flow of various brands of gutta-percha cones under in vitro thermomechanical compaction. *Journal of Endodontics* **14**, 115-20.

Table 1 Dental gutta-percha cones size medium selected for study

Cone brand	Manufacturer/supplier	Lot number	Expiration date
Analytic TM	Analytic Endodontics Orange, CA, USA	110698	2001-11
Konne TM	Konne Indústria e Comércio de Materiais Odontológicos Belo Horizonte, MG, Brazil	-	2003 - 02
Obtura Spartan TM	Precise Dental Internacional S.A. Jalisco, Mexico	9693A	2003 - 01
Tanari TM	Tanariman Ind. Ltda. Macapuru, AM, Brazil	011001G	2004 - 05
Dentsply TM	Dentsply Indústria e Comércio Ltda. Petrópolis, RJ, Brazil	55448	2004 - 04

Table 2 Chemical compositions of gutta-percha cones from different brands, based on Friedman *et al.* (1977) method

Cone Brand	Gutta-percha%	Wax/resin%	Metal sulphates%	Zinc chloride mass (g)*	Zinc oxide%
	mean $\pm$ SD	mean $\pm$ SD	mean $\pm$ SD	mean $\pm$ SD	mean $\pm$ SD
Analytic TM	20.4 $\pm$ 0.55	2.0 $\pm$ 0.30	22.4 $\pm$ 0.22	2.76 $\pm$ 0.21	55.2 $\pm$ 4.28
Konne TM	18.9 $\pm$ 0.32	3.1 $\pm$ 0.25	19.2 $\pm$ 4.21	2.94 $\pm$ 0.15	58.8 $\pm$ 3.16
Obtura TM	17.7 $\pm$ 0.40	1.4 $\pm$ 0.20	23.5 $\pm$ 0.10	2.87 $\pm$ 0.02	57.4 $\pm$ 0.42
Tanari TM	15.6 $\pm$ 0.64	2.4 $\pm$ 0.20	34.9 $\pm$ 2.12	2.35 $\pm$ 0.10	47.0 $\pm$ 2.00
Dentsply TM	14.5 $\pm$ 0.70	1.2 $\pm$ 0.26	28.0 $\pm$ 3.21	2.82 $\pm$ 0.11	56.3 $\pm$ 2.18
*mass	obtained	from	3g	of	cone

Table 3 Presence of minor and major components in five different brands of endodontic gutta-percha cones

Cone Brand	Data from energy-dispersive X-ray microanalysis								
	Cl	Si	S	Ba	Fe	Ti	Ca	Zn	O
Analytic TM		x	x	x		x	x	X	X
Konne TM					x			X	X
Obtura TM		x	x	x		x		X	X
Tanari TM		x						X	X
Dentsply TM	x	x						X	X

x, minor component; X, major component.

Table 4 Elemental microanalysis of cones from different brands

Cone Brand	Percentage of chemical elements (mean $\pm$ SD)			
	Carbon	Hydrogen	Nitrogen	Sulphur
Analytic TM	20.76 $\pm$ 0.09	2.97 $\pm$ 0.04	0.26 $\pm$ 0.12	1.52 $\pm$ 0.05
Konne TM	19.49 $\pm$ 0.25	2.85 $\pm$ 0.06	0.45 $\pm$ 0.04	0
Obtura TM	17.49 $\pm$ 0.15	2.57 $\pm$ 0.06	0.17 $\pm$ 0.02	1.56 $\pm$ 0.16
Tanari TM	16.59 $\pm$ 0.07	2.45 $\pm$ 0.01	0.36 $\pm$ 0.03	0
Dentsply TM	16.15 $\pm$ 0.03	2.47 $\pm$ 0.08	0.29 $\pm$ 0.29	0

SD = standard deviation

Table 5 Real compositions of gutta-percha endodontic filling materials

Cone Brand	Gutta-percha % mean $\pm$ SD	Wax/resin % mean $\pm$ SD	Barium sulphate % mean $\pm$ SD	Zinc oxide % mean $\pm$ SD
Analytic TM	20.4 $\pm$ 0.40	2.0 $\pm$ 0.15	11.1 $\pm$ 0.22	66.5 $\pm$ 0.50
Konne TM	18.9 $\pm$ 0.32	3.1 $\pm$ 0.32	not present	78.0 $\pm$ 0.05
Obtura TM	17.7 $\pm$ 0.35	1.4 $\pm$ 0.20	11.4 $\pm$ 0.07	69.5 $\pm$ 0.21
Tanari TM	15.6 $\pm$ 0.66	2.4 $\pm$ 0.20	not present	82.0 $\pm$ 0.72
Dentsply TM	14.5 $\pm$ 0.70	1.2 $\pm$ 0.24	not present	84.3 $\pm$ 0.50

SD = standard deviation

Table 6 Comparison between ranges of components percentage of gutta-percha cones obtained from different authors and brands

Gutta-percha polymer (%)	Wax/resin (%)	Organic fraction (%)	Barium sulphate (%)	Zinc oxide (%)	Inorganic fraction (%)	Reference
18.9 – 21.8	1.0 – 4.1	22.7 – 23.8	1.1 – 17.3	59.1 – 75.3	75.3 – 76.9	Friedman <i>et al.</i> (1977) ^a
		17.7 – 45.7	3.2 – 31.2	36.6 – 74.6	54.3 – 82.3	Marciano & Michalesco (1989) ^b
14.5 – 20.4	1.2 – 3.1	15.7 – 22.4	0 – 11.4	66.5 – 84.3	77.6 – 84.3	This work

^a Five commercial brands were studied (Premier, Mynol, Indian Head, Dent-O-Lux, Tempryte).

^b Ten commercial brands were studied (Hygienic, Mynol, Roeko, Detrey, Becht, Septodont, Medico-Dentaire, IFKER, SPAD, Endoset)

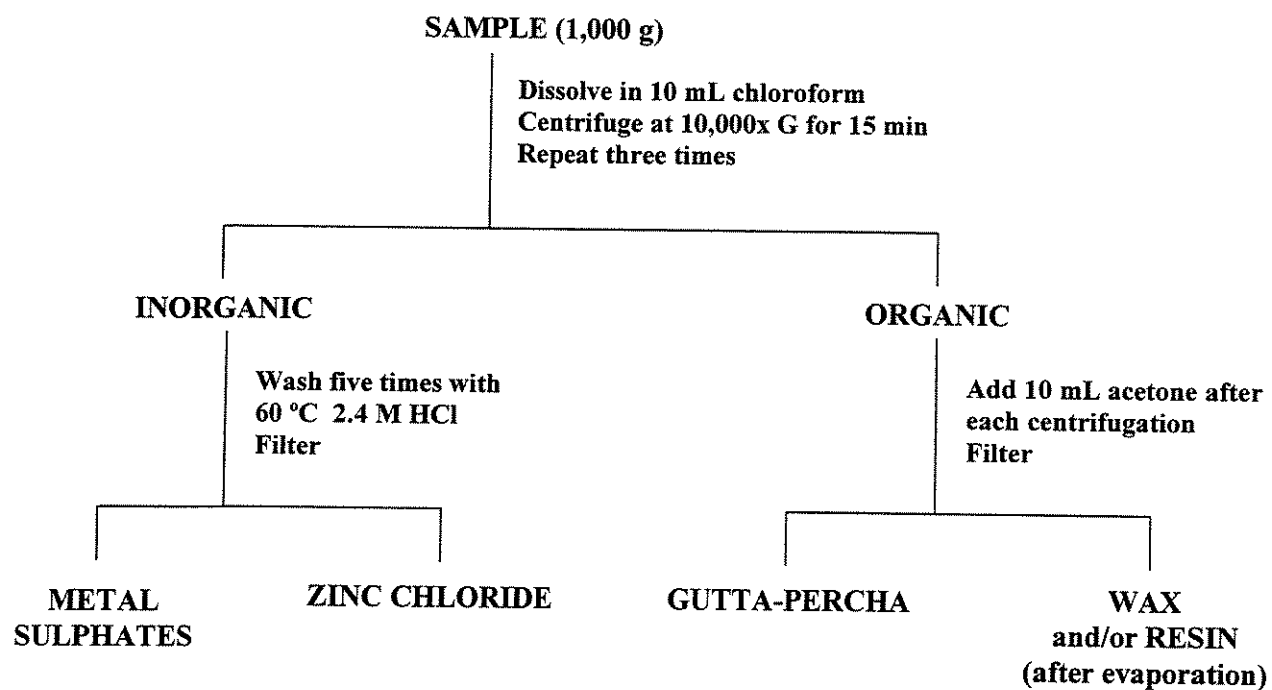


Figure 1 Scheme for separations of gutta-percha cone components suggested by Friedman *et al.* (1977).

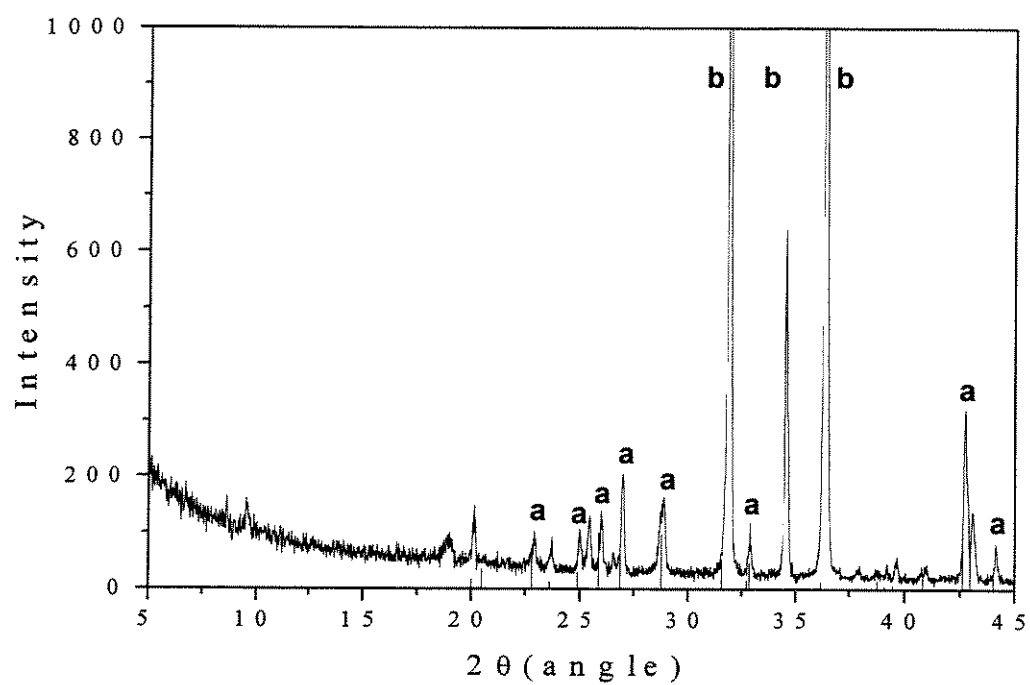


Figure 2 X-ray diffractogram of Analytic[™] gutta-percha cone: a, BaSO₄ pattern; b, ZnO pattern.

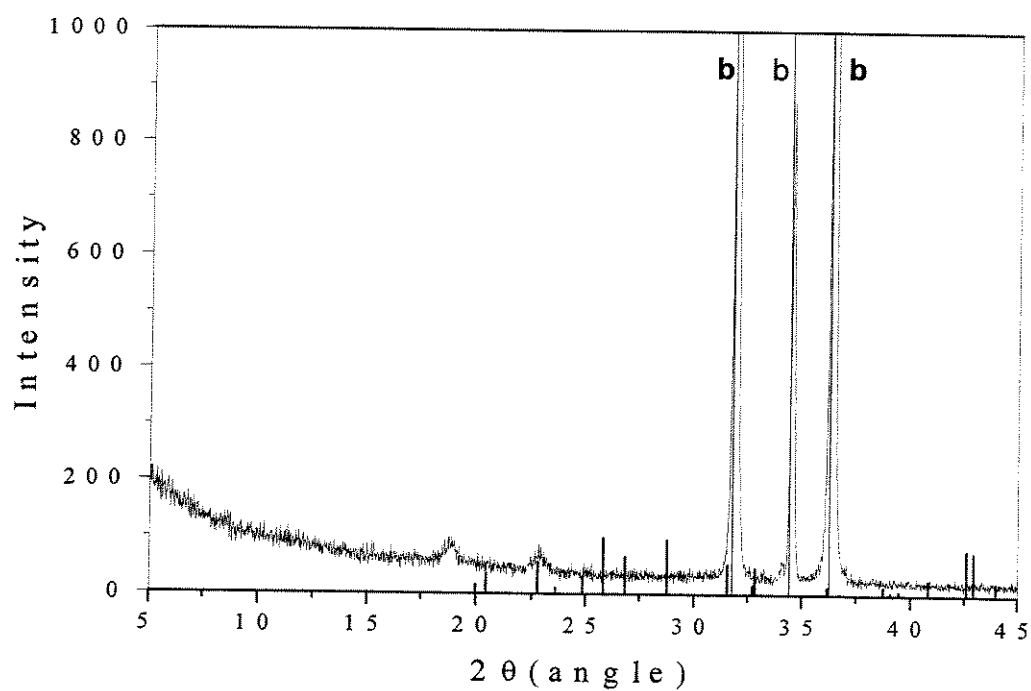


Figure 3 X-ray diffractogram of Konne TM gutta-percha cone: a, BaSO₄ pattern; b, ZnO pattern.

Apical sealing ability of five gutta-percha cone brands
Selamento apical frente a cinco marcas de cones de gutta-percha

Eduardo Diogo Gurgel-Filho *

Fabício Batista Teixeira **

Regina Célia Monteiro de Paula ***

Caio Cezar Randi Ferraz **

Brenda Paula Figueiredo de Almeida Gomes **

Francisco José de Souza-Filho **

ABSTRACT: The purpose of this study was to determine the apical seal of two different filling techniques filled by five brands of gutta-percha cones: Dentsply™; Tanari™; Konne™, Obtura™ and Analytic™. The groups were filled by Continuous Wave of Condensation and shaped single cone and the control group was filled using the lateral condensation. Teeth were immersed in Indian ink, decalcified, cleared, and linear dye penetration was measured. The results showed significant difference in dye penetration between lateral condensation and the others techniques ($p < 0.05$). There was no significant difference ($p > 0.05$) in the shaped single cone independent of the commercial brand used. The cone brand had influenced the apical seal when associated with continuous wave of condensation technique.

DESCRIPTORS: gutta-percha cone, sealing ability.

* PhD, Professor, Discipline of Endodontics, University of Fortaleza, UNIFOR, Brazil.

** PhD, Department of Restorative Dentistry, Dental Faculty of Piracicaba-UNICAMP, São Paulo, Brazil. *** PhD, Department of Organic and Inorganic Chemistry, Federal University of Ceará, Fortaleza, Brazil.

RESUMO: O objetivo do presente estudo foi avaliar o selamento apical frente a duas técnicas de obturação utilizando-se cinco marcas comerciais de cones de guta-percha: Dentsply®, Tanari®, Konne®, Obtura® e Analytic®. Os grupos foram obturados pela técnica da onda de condensação e cone único modelado utilizando-se a condensação lateral como controle. Os dentes foram imersos em tinta nanquim, diafanizados e feitas as medições lineares de infiltração. Houve maior infiltração do corante na técnica da condensação lateral sendo esta diferença estatisticamente significativa ($p < 0.05$) quando comparada com as duas técnicas. Na técnica do cone único modelado a marca comercial do cone não influenciou no selamento apical ($p < 0.05$). A marca do cone influenciou no selamento apical na técnica da onda de condensação.

DESCRIPTORES: cone de guta-percha, selamento apical.

INTRODUCTION

The hermetic sealing of the root canal system is one of the major objectives in successful endodontic therapy. Microleakage studies, the most common method of testing sealing ability, have been scrutinized due to their questionable clinical relevance²⁰. Despite this, new techniques of obturation need to be evaluated and compared with currently accepted techniques. Dye leakage studies provides useful information about sealing ability of root canal filling techniques⁵.

Obturation of canal prepared with nickel-titanium instruments may be achieved using a variety of thermoplasticized or lateral techniques. To improve a more uniform canal preparation produced by rotary files, 0.02, 0.04 and 0.06 mm/mm tapered gutta-percha cones have been developed⁷.

The concept of thermoplasticized compaction is not new and covers any technique that is based entirely on the heat softening of gutta-percha combined primarily with the vertical compaction⁷. Nowadays with the Schilder and Continuous Wave of Condensation techniques the choice is a nonstandardized cone, such as fine medium, medium and medium large^{1,15}. The shape of this cone provides the necessary bulk of the gutta-percha for the vertical compaction⁷.

Clinicians have noticed that cones of various brands may behave in a different way during compaction. There are differences in the quality of apical seal with gutta-percha from different manufactures and great differences of flow exist between various brands and even batches of gutta-percha filling cones^{16,17}.

Great chemical heterogeneity is found among gutta-percha cones. Brittleness, stiffness, tensile strength, and radiopacity have been shown to depend on the gutta-percha polymer and zinc oxide percentages⁴. It is evident that since the cones are

different in their composition, they may have changes in their physical properties and even in their biological effect ¹⁶.

The purpose of this study was to study the apical sealing ability of five gutta-percha cone brands. Obturation by continuous wave of condensation with System B (SybronEndo, Orange, CA, USA) was compared with lateral condensation and shaped single cone techniques.

MATERIALS AND METHODS

A total of 120 recently extracted permanent maxillary incisors with straight root, which were kept in saline solution during 30 days, were used for this study. The apical foramen was breached with a size # 20 K-file (Dentsply, Ballaigues, Switzerland). The working length was determined by subtracting 1 mm from the length when the top of the K-file appeared at the apical foramen. The canals were instrumented using Flexofiles (Dentsply, Ballaigues, Switzerland) until a size # 50 reached the working length. The coronal part of each canal was widened with Greater Taper (Dentsply, Ballaigues, Switzerland) sizes 12 and 10 and Gates-Glidden # 5, 4 and 3. Finally a four-stage stepback preparation was executed with circumferential filing. After each file the canal was irrigated with 0.5 ml of 2 % chlorhexidine gel and final irrigation with 5 ml of distilled water³. Before obturation the canals were dried with absorbent paper points (Dentsply, Petrópolis, Brazil) and the foramen was breached with a size # 20 K-file.

Of the 120 roots that were instrumented, thirteen groups were randomly formed. Eleven experimental groups with ten teeth each, while the remaining two groups were control with five teeth each. The positive control group with five roots was instrumented but not filled to permit leakage. The negative control group with five root canals is that in which the whole root was covered with two full nail varnish layers. The sealer used was the Endométhasone (Septodont, Saint-Maur, France).

Five groups were filled by continuous wave of condensation with System B (SybronEndo, Orange, CA, USA) and different commercially available gutta-percha points. The brands used are listed in Table 1.

Table 1- Dental gutta-percha cones size medium selected for study

Product	Manufacturer	Batch number
Dentsply	Dentsply Indústria e comércio Ltda. Petrópolis. R.J. Brazil	55448
Tanari	Tanariman Ind. Ltda. Macapuru. Amazonas.Brazil	011001G
Analytic	Analytic Endodontics. Orange, California. USA	110698
Obtura	Precise Dental Internacional S.A. Jalisco, Mexico.	9693A
Konne	Konne. Belo Horizonte, MG. Brasil.	-----

A medium nonstandardized gutta-percha point was properly fitted. A medium plugger was selected to within 5 to 7 mm from the hole canal length. The heat source was set to 200° C, the canal was thoroughly dried, and the medium cone was selected by the use of a calibration ruler for gutta-percha cones (Dentsply, Ballaigues, Switzerland), to make sure that it corresponds to a # 50 file. The tip of the plug was driven through the master cone with a single motion to a point 5 mm short the working length. Pressure was maintained on the plug until the apical mass of the gutta-percha has set (5 to 10 seconds). Then the switch was reactivated for a short burst of heat (1 second) to release the plug and the surplus of gutta-percha. Once apical segment has been obturated, the coronal portion of the canal was backfilled. This was done with the same system with modified temperatures (100°C). The backfilling cone was prepared at the same time as the original medium nonstandardized master cone. Sealer was used with the backfilling cone, which was seated in the canal. The cone was warmed without pressure to soften it, followed by a sustained pressure to allow the cone to adapt to the walls and “set” in the canal ⁷.

Other five groups denoted as 6 to 10 were filled by shaped single cone technique with the same gutta-percha cones used in continuous wave of condensation.

The medium cone was calibrated and fitted in the same manner as continuous wave of condensation. Based on the De Deus² (1992) hydraulic compression technique a modification was proposed in this study, the modeling of the gutta-percha point tip. After the calibration of the accessory cone tip (# 50 file), the root canal was fulfill with 2% chlorhexidine gel used as lubricant. The cone was inserted and removed from the canal ten times pressing the point of the cone against the apical stop until noticing its adaptation represented by the resistance to the removal.

The canal was flushed with saline, dried with paper points and the obturation was managed with this shaped single cone. The sealer was applied, the cones were seated and a hand-held plug adapted at the entrance of the canal was heated and used to cut the gutta-percha excess. Then, another cold hand-held plug that penetrated from 1 to 2 mm inside the canal was used for the obturation vertical hydraulic compression for 15 seconds².

In Group 11 the lateral condensation (control) was performed with gutta-percha KonneTM brand. A standardized #50 cone was fitted as a master cone. Lateral condensation was performed using B finger spreader (Dentsply, Ballaigues, Switzerland) and fine-fine accessory gutta-percha cones (Konne, Belo Horizonte, Brazil). The spreader depth was 2 mm short of the original canal length. To reduce operational errors all canals were prepared by one operator using standard techniques.

After filling, the teeth were stored in a incubator at 37° C and 100% humidity for 1week to allow the complete set of sealer. The root surface, except the apical 2

mm, was coated with two layers of nail varnish (Colorama, São Paulo, Brazil). The teeth were immersed in Indian ink (Pelicano 4001, Hannover, Alemanha), under 600 mmHg vacuums for 40 minutes and then kept for 10 days in a incubator at 37° C. After this period, they were washed in running water for 30 min to remove the excess ink. The teeth were cleaned of varnish and wax with a scalpel blade. The teeth were decalcified in flasks containing 50 ml of 5 % hydrochloric acid solution at 37° C, changing the solution every 24 hours, where they remained for 3 days. After decalcification, the teeth were washed in water for 12 hours, dehydrated in ascending concentration of alcohol (75, 85, 96 and 100%), for periods of 4 hours in each alcohol concentration, and cleared in 98% methyl salicylate¹².

Apical microleakage was measured blindly by one evaluator via use of a digital video camera (LG Colour Camera, Seoul, Korea) under a stereomicroscope with a magnification of X20 (Lambda Let, Hong Kong, China). The experimental teeth were viewed for its 4 surfaces, buccal, mesial, lingual and distal plane to ensure the dimensional accuracy. Ink penetration was then measured to within 0.01mm from the terminus of the root canal preparation to the maximum coronal point penetration with a computer-imaging program (Imagelab 2.3, São Paulo, Brazil). Each cleared specimen was examined three times by the same observer.

The statistical difference level was set at $p < 0.05$, and the Kruskal-Wallis test was then applied.

RESULTS

All experimental groups demonstrated leakage. The five negative controls showed no ink penetration, while all positive controls showed total ink penetration throughout the length of the canal. Because the results were not normally distributed, the Kruskal-Wallis rank test was applied and revealed that there was statistical difference in leakage between the groups. Some of the specimens did not leak resulting in measurements of zero.

The results showed significantly greater dye penetration between lateral condensation and the others two techniques (Table 2).

There was no significant difference ($p>0.05$) between wave of condensation and shaped single cone, independent of the commercial brand used. Comparing the three techniques the wave of condensation (12.0) had the best results followed by shape single cone (12.8) and lateral condensation (21.8), with Konne™ brands (Table 2).

Table 2 - Mean apical leakage (mm) and ranks of the three techniques.

Technique	Brand	Leakage (mm)	Mean Ranks
Wave of condensation	Konne™	0.40	12.0 ^a
Shaped single cone	Konne™	0.45	12.8 ^a
Lateral condensation	Konne™	0.95	21.8 ^b

Values followed by different letters presented significant statistical differences by Kruskal-Wallis statistical test ($p<0.05$).

It was observed when lateral condensation was compared with wave of condensation there was a significant difference ($p<0.05$) depending on the brands that was used (Table 3). There was no significant difference ($p>0.05$) between lateral condensation (45.4) and wave of condensation (41.3) when Dentsply™ cone was used. A significantly greater dye leakage ($p<0.05$) was observed when Dentsply

The thickness of the layer of sealer after cold lateral condensation technique of gutta-percha varied between 0.02 to 0.3 mm in the apical portion of the root canal. Thus the large volume of sealer produced by lateral condensation technique¹⁹ may explain the poor apical seal as was observed in this work. These results are in agreement with Pommel & Camps¹³ (2001) observations that after 1 month, the lateral condensation presents the higher leakage when compared to thermafill, vertical condensation and system B. Under the conditions of the present study the apical leakage for wave of condensation was significantly lower than cold lateral condensation. This results supports the statement made by Schilder¹⁵ (1967) who reported that the vertical pressure in the apical direction allows the gutta-percha, when plasticized, to penetrate the intricacies of the root canal, thus yielding a better apical sealing. The backfill method made with a single cone was easy and fast. However, voids were noted in the area between the apical filling and the coronal filling. Perhaps the best way to make the downpacking should be using the Obtura II (Obtura Corp., Fenton, MO, USA).

The particular percentages of components of gutta-percha cones vary with manufacturer. The composition is approximately 18 to 22 % of gutta-percha polymer and 37 to 75 % of zinc oxide^{11,4}.

Recently, the composition of the brands used in this study was determined. The results had shown that the gutta-percha content range from 14.5 to 20.4 % and zinc oxide from 66.5 to 84.3 %⁶.

DentsplyTM cone brand has relative low percentages of gutta-percha, 14.5%⁶ that could result in poor plasticity⁴.

The low rate of gutta-percha present in DentsplyTM (14.5%) brand probably allows to a poor apical sealing (0.70 mm linear leakage) when heated. The sealing

ability of the cone, when submitted to heat, was influenced by the amount of gutta-percha. No significant difference in apical sealing were found for cone brands with higher than 15.5% of gutta-percha.

The results revealed that there was significant difference between lateral condensation with a standardized cone and lateral condensation with an accessory cone taper 0.06mm/mm (shaped single cone technique). These results are probably influenced by the better adaptation of the medium cone at the final 5mm apical third. The poor seal of lateral condensation could be explained by the voids presents between the filling and the thick sealer layer presents at lateral condensation with a standardized cone. In other side Fróes *et al.*⁵ (2000) found that when lateral condensation with an accessory or standardized cone used as main cone were compared, the best result was found with the use of standardized cones.

Kennedy *et al.*⁸ (1986) stated that the lowest degree of infiltration in the apical region is obtained when the smear layer is removed from dentinal walls by increasing the contact surface between dentin and filling material. The mechanical properties of the chlorhexidine gel seem to be the main factor for this better cleanliness efficiency when compared with chlorhexidine gluconate solution and sodium hypochlorite alone. Its viscosity keeps the debris in suspension reducing smear layer formation³. Chlorhexidine gluconate has been recommended as a root irrigant¹⁴ and studies have demonstrated its broad-spectrum antimicrobial action, substantivity, and low grade of toxicity^{3,10}. However the inability of chlorhexidine to dissolve pulp has been a problem¹⁰. In addition it has antimicrobial properties and lubricant action during instrumentation³.

The chlorhexidine gel (viscous form) does not interfere with the sealing ability of the sealer, being soluble and removable with a final flush of 5 ml distilled water¹⁸.

Fact that make our results with low degree of microleakage similar with the finds of teeth irrigated by sodium hypochlorite + EDTA¹⁸. According the authors the teeth irrigated with 1% NaOCl combined with 17% EDTA and those irrigated with 2% chlorhexidine gel had the lowest mean coronal microleakage, when compared to 1% NaOCl, 2% chlorhexidine gel + 1% NaOCl and distilled water after obturation and exposure to saliva and Indian ink¹⁸.

The teeth were cleared to assess dye leakage. This process was found to be simple and inexpensive, and avoided the hazards of sectioning and / or reduces radiopacity used in other methods of examining root fillings. In addition, adaptation of the filling material to the canal wall could be observed and the specimens could be photographed.

CONCLUSIONS

- 1 The results showed significantly greater dye penetration between lateral condensation when compared to the others two techniques.
- 2 The apical sealing ability was influenced by the cone brand when associated with continuous wave of condensation technique.
- 3 It was observed that there was no significant difference in shaped single cone independent of the commercial brand used

ACKNOWLEDGEMENT

This work was supported by Brazilian grant administered by CNPq.

REFERENCES

1. Buchanan LS. The continuous wave of condensation: centered condensation of warm gutta-percha in 12 seconds. *Dent Today* 1996; 15:60-7.
2. De Deus QD. *Endodontia*. 5 th ed. Rio de Janeiro: Medsi. 1992.
3. Ferraz CCR, Gomes BPFA, Zaia AZ, Teixeira FB, Souza-Filho FJ. In Vitro assessment of the antimicrobial action and the mechanical ability of chlorhexidine gel as an endodontic. *J Endod* 2001; 27:452-55.
4. Friedman CE, Sandrick JL, Heuer MA, Rapp GW. Composition and physical properties of gutta-percha endodontics filling materials. *J Endod* 1977; 3:304-08.
5. Fróes JAV, Horta HGP, Silveira AB. Smear layer influence on the apical seal of four different obturation techniques. *J Endod* 2000; 26:351-54.
6. Gurgel-Filho ED, Feitosa JPA, Teixeira FB, de Paula RCM, Silva-Jr JBA, Souza-Filho FJ. Chemical and X-ray analyses of five brands of dental gutta-percha cone. *Int Endod J* 2003; 36:302-7.
7. Gutmann JL, Witherspoon DE. Obturation of the cleaned and shaped root canal system. *In*: Cohen S, Burns RC. *Pathways of the pulp*. 7th ed. St. Louis: Mosby; 1998. p. 258-361.
8. Kennedy WA, Walker WA III, Gough RW. Smear layer removal effects on apical leakage. *J Endod* 1986; 12:21-7.
9. Kontakiotis EG, Wu M-K, Wesselink PR. Effect of sealer thickness on long-term sealing ability: a 2-year follow-up study. *Int Endod J* 1997; 30: 307-12.
10. Kuruvilla JR, Kamath MP. Antimicrobial activity of 2,5% sodium hypochlorite and 0,2% chlorhexidine gluconate separately and combined as endodontic irrigants. *J Endod* 1998; 24:472-6.

11. Marciano J, Michalesco PM. Dental gutta-percha: Chemical Composition, X ray identification, Enthalpic studies and Clinical Implications. *J Endod* 1989; 15:149-53.
12. Pécora JD, Sousa Neto MD, Saquy PC. Internal anatomy, direction and number of roots and size of human mandibular canines. *Braz Dent J* 1993; 4:53-7.
13. Pommel L, Camps J. In vitro apical leakage of System B compared with other filling techniques. *J Endod* 2001; 27:449-51.
14. Ringel AM, Patterson SS, Newton CW, Miller CH, Mulhern JM. In vivo evaluation of chlorhexidine gluconate solution and sodium hypochlorite solution as root canal irrigants. *J Endod* 1982; 8:200-4.
15. Schilder H. Filling root canal in three dimension. *Dent Clin North Am* 1967; 11:723-44.
16. Tagger M, Gold A. Flow of various brands of gutta-percha cones under in vitro thermomechanical compaction. *J Endod* 1988; 14:115-20.
17. Tagger M. One year of clinical experience in root canal filling with thermomechanically condensed gutta-percha. *Isr Dent Sc* 1984; 1:121-4.
18. Vivacqua-Gomes N, Ferraz C C R, Gomes B P F A, Zaia A A, Teixeira F B, Souza-Filho F J. Influence of irrigants on the coronal microleakage of laterally condensed gutta-percha root fillings. *Int Endod J* 2002; 35:791-95.
19. Wu M-K, De Gee AJ, Wesselink PR. Leakage of four root canal sealers at different thickness. *Int Endod J* 1994; 27:304-08.
20. Wu MK, Wesselink PR. Endodontic leakage studies reconsidered. Part I. Methodology, application and relevance. *Int Endod J* 1993; 26:37-43.

Effectiveness of five brands of gutta-percha cones in the filling of simulated lateral canals. Oral Surgery, Oral medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontics. In Press

Eduardo Diogo Gurgel-Filho¹

Fabício Batista Teixeira³

Judith Pessoa de Andrade Feitosa²

Brenda Paula Figueiredo de Almeida Gomes³

Caio Cezar Randi Ferraz³

Francisco José de Souza-Filho³

¹ Department of Endodontics, University of Fortaleza, Fortaleza-Ceará, Brazil

² Professor and Head, Department of Organic and Inorganic Chemistry, Federal University of Ceará, Fortaleza, Brazil

³ Department of Endodontics, Dental Faculty of Piracicaba-UNICAMP, São Paulo, Brazil

Corresponding author:

Eduardo Diogo Gurgel-Filho

Rua Silva Jathay 1140/2002

Meireles. Fortaleza, Ceará, CEP 60165-070, Brazil.

E-mail: gurgeduardo@aol.com

Abstract

Objective. The purpose of this study was to compare the ability of five commercially available gutta-percha points: Dentsply, Tanari , Konne, Obtura and Analytic to obturate simulated lateral canals.

Study design. Fifty clear plastic teeth model maxillary incisors with a simulated single canal and three lateral canals, were used for this work. Photographs were taken for each sample with increases of X50, being the main and the lateral canal the observation focus. The penetration of gutta-percha, sealer and the voids in each of lateral canal were measured.

Results. The percentage of penetration on cervical canals (92.0 to 100 %) was, in general, higher than on middle (37.4 to 100 %), and this much higher than on apical (2.8 to 9.0 %). The mean values of voids was 20.0 % and 0.4 % in apical and in middle canal, respectively.

Conclusions. The results showed that Analytic, Konne and Obtura produced more flow characteristics as revealed by the length of gutta-percha penetration in the lateral canals.

The major objective of endodontic therapy is to clean, shape, and fill the root canal space properly. The root canal system has a very complex anatomy, characterized by the presence of curvatures, fins, accessory and lateral canals, deltas and isthmus.¹ The objective of root canal filling procedures should be the total three-dimensional filling of the root canal and all accessory canals.²

Numerous studies have shown that lateral canals are present in an important percentage of teeth. Rubach & Mitchell³ detected lateral canals in 45% of the 74 teeth studied, the majority of them located in the apical third. De Deus⁴ found lateral canals in 27.4% of 1140 teeth observed: 17% located in the apical third, 8.8% in the middle third, and 1.6% in the coronal third. Several studies have reported failure of endodontic therapy due to the patent lateral canals.⁵⁻⁶

The presence of accessory and lateral canals allows a two-way passage of bacteria and tissue degradation products between the root canal space and periodontal tissue.⁷ In pulpless teeth bacteria and necrotic tissue debris contained in accessory and lateral canals are difficult to remove by instrumentation and irrigation. Thus the three-dimensional obturation of the root canal system becomes extremely important.

The use of vertical condensation of warm gutta-percha produces a three-dimensional obturation of the root canal space and also results in the filling of lateral canals.^{1,2} The System B endodontic heat source unit (EIE/Analytic, Redmond, WA, USA) was designed to modify Schilder's technique by obturating the root canal system with a single continuous wave of thermoplasticized gutta-percha.⁸

Great chemical heterogeneity is found among gutta-percha cones. Brittleness, stiffness, tensile strength, and radiopacity have been shown to depend primarily on the gutta-percha polymer and zinc oxide percentages.⁹ The composition is approximately 15 to

22% of gutta-percha polymer and 37 to 84 % of zinc oxide.⁹⁻¹¹ The particular percentages of components vary according to the manufacturer. It is evident that since the cones differ in their composition, they may differ in their physical properties and even in their biological effect.¹²

The effect of obturation technique on the filling of lateral canal have been widely reported.^{2, 13} However, there is no available published literature relating different brands of gutta-percha cones, the chemical analysis and the ability to fill lateral canals. In addition, there is a special interest in the properties of the medium cones that are used in Brazil and reported in some works that utilize warm gutta-percha fillings techniques.^{2, 13-15}

The purpose of this study was to compare the ability of five commercially available gutta-percha medium points: Dentsply TM, Tanari TM, Konne TM, Obtura Spartan TM and Analytic Endodontics TM to obturated simulated lateral canals at cervical, middle and apical thirds of the root by continuous wave of condensation technique. These results will be correlated with chemical composition of the cone brands.¹¹

MATERIALS AND METHODS

Fifty teeth of a clear plastic model (Advanced Endodontis, Santa Barbara, USA) (Fig. 1A) with a standardized simulated single canal with 0.2 mm diameter at the canal terminus and three lateral canals were used for this work. Each tooth had cervical, middle and apical canals located at 2, 5 and 7 mm from the apex, respectively, and with 0.2 mm diameter. The lengths of apical, middle and cervical lateral canals were 1.3 mm, 1.5 mm and 1.7mm, respectively. The diameter of apical foramen and the length of lateral canals were measured by the use of a digital video camera (LG Color Camera CCD, Korea, Seoul) under a stereomicroscope with an increase of X50 (Lambda Let, Hong Kong, China) and with a computer-image program (Imagelab 2.3, São Paulo, Brazil). All teeth had 22 mm of length.

The apical and all lateral canal patency was verified using a size 20K-type file. The teeth were masked with aluminum foil and tape, leaving the access to the root canal open. They were randomly assigned to five equal numbered experimental groups (n=10).

The apical foramen was breached with a size # 20 K-file (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Switzerland). The working length was determined by subtracting 1 mm from the length when the top of the K-file appeared at the apical foramen. The canals were instrumented using Flexofiles (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Switzerland) until a size # 50 reached the working length. The coronal part of each canal was widened with Greater Taper sizes 12 and 10 and Gates-Glidden 5, 4 and 3 (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Switzerland). Finally a four-stage stepback preparation was performed with circumferential filing. After each file, the canal was irrigated with 2 ml of distilled water and 27-gauge needle. Before obturation, the canals were dried with absorbent paper points and the apical and all lateral canal patency was verified using a size 20 K-type file.

All teeth were obturated by Continuous Wave of Condensation with System B (EIE/ Analytic, Redmond, WA, USA) and five commercially available gutta-percha cones: G1 (n=10) Dentsply TM; G2 (n=10) Tanari TM; G3 (n=10) Konne TM, G4 (n=10) Obtura Spartan TM and G5 (n=10) Analytic Endodontics TM were used Table 1.

The medium cone was selected by the use of a calibration ruler for gutta-percha cones (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Switzerland) to make sure that it corresponds to a # 50 file. A medium plugger was selected to within 5 to 7 mm from the canal terminus. The medium nonstandardized gutta-percha cone was lightly coated with sealer (Endométhasone, Septodont, Saint-Maur, France) and the cone placed to within 1mm of the working length. The heat source was set to 200°C. The tip of the plug was driven through the master cone with a single motion to a point 5 mm short the working length. While pressure on the plug

was maintained, the button on the heating system was released and the plug was slowed in its binding position, pressure was maintained on the plug until the apical mass of the gutta-percha has set (5 to 10 seconds). This compensates for any material shrinkage during cooling. Then the switch was reactivated for a short burst of heat (1 second) to release the plug and the surplus of gutta-percha. Once apical segment has been obturated, the coronal portion of the canal was backfilled. This was done with the same system with modified temperatures (100°C). The backfilling cone was prepared at the same time as the original medium nonstandardized master cone. Sealer was used with the backfilling cone, which was seated in the canal. The cone was warmed without pressure to soften it, followed by a sustained pressure to allow the cone to adapt to the walls and “set” in the canal.

The teeth were then stored in a humidified air (100% of relative humidity) and at 37°C for 2 weeks. After that, each sample was cross-sectioned using a low-speed saw (Isomet, Buhler, Ltd. Lake Bluff, NY, USA) with a diamond disc ($\varnothing$ 125mm x 0,35mm x 12,7mm – 330C) while constantly irrigated with water in order to prevent overheating (Fig. 1B). Subsequently, those sections of each sample were embedded in an epoxy resin cylinder (Arazyn 1.0 – Ara Química, SP, Brazil) to simplify their manipulation (Fig. 1C). The margins adjoining the epoxy resin and tooth were sealed with cyanoacrylate (Super bonder Gel, Lockite, Itapevi, SP, Brazil).

Specific sandpapering (DP-NETOT 4050014-Struers-DK) for materialographic preparation was performed. The purpose of materialographic specimen preparation was to obtain a surface that is free from scratches and deformation. To achieve this result, the samples were properly grinding to remove damages or deformed surface material while introducing as little new deformation as possible, thus preparing the sample surface for

polishment. To remove deformations from fine grinding and obtain a surface that is highly reflective, the specimens were polished before they were examined under the microscope. The polishment was accomplished with diamante paste of 4-1 μ m roughness. (SAPUQ 40600235 - Struess - DK) and with sandpapering # 1000 to avoid gutta-percha deformation as shown in Fig. 1D.

The samples were examined under a microscope (Axiscope – Carl Zeiss Vision GmbH, Hallbergmoos, Germany) (Fig.1E). Photographs were taken for each sample with increases of X50, being the main and the lateral canal the observation focus. The images were saved as TIFF images (Tagged Image File Format) with 1200 dpi and measured in millimeter by IMAGE-PRO 4.0 system (Media Cybernetics, Silver Spring, MD, USA). To avoid mistakes of lateral canals standardization, the linear mensuration was done through the fraction among the total length of the lateral canal and the length filled by the gutta-percha. It was obtained therefore the linear percentage of gutta-percha, sealer and voids present in the lateral canals.

All measurements were done by one operator and were unaware of the gutta-percha brand used. A non-parametric test (Kruskal-Wallis) was used to determine whether there were significant differences among the groups.

RESULTS

The length of gutta-percha, sealer, and voids in each of lateral canals, in the three different levels, and in all five brands analysed are shown in Table 4 and Figures 5-7.

The percentage of penetration on cervical canals (92.0 to 100%) is, in general, higher than on middle (37.4 to 100%), and this much higher than on apical (2.8 to 9.0%). The

mean values of voids are 20.0% and 0.4% in apical and in middle canal, respectively. The cervical lateral canals were full filled independent on cone brands.

There was no statistical significant difference ($p>0.05$) between all the five brands analyzed concerning the gutta-percha, sealer and voids presented at apical and cervical thirds as shown in Table 2 and Figures 5 and 7.

There was significantly ($p<0.05$) more gutta-percha in the middle lateral canal filled by AnalyticTM, ObturaTM and KonneTM when compared to TanariTM and DentsplyTM as shown in Figure 6. There were no statistical significant difference between DentsplyTM and TanariTM, and between AnalyticTM, ObturaTM and KonneTM brand in middle lateral canals ($p>0.05$).

The apical third demonstrated less percentage of gutta-percha and more voids in all five analyzed brands (Table 2).

Discussion

The purpose of this study was to compare the length of lateral canal filled by gutta-percha, sealer and voids in order to make a relationship with the chemical composition of cones.

The authors are aware of the limitations in using epoxy *versus* natural teeth. The reasons are that epoxy teeth provide a standardized sample of sufficient size and minimize the variable effects of instrumentation. For example, the use of these plastic teeth does not allow evaluation of the effects that instrumentation has on patency of lateral canals. Another notable difference is in the lack of a smear layer.

In this study the flow of sealer preceded gutta-percha in all cases (Figures 2 and 4). The use of a sealer during root canal obturation is essential for success. Not only does it enhance the possible attainment of an impervious seal but also serves as a filter for root

canal irregularities and minor discrepancies between the root canal wall and core filling materials. Sealers are often expressed through lateral or accessory canals and can assist in microbial control should there be microorganisms left on the root canal walls or in the tubules and can flow into the patent tubules.¹⁶ Schilder¹ found that when using warm vertical condensation, lateral canals that are too fine to be filled with gutta-percha will be filled with sealer. Although this is less desirable than filling with gutta-percha, it is preferable to leaving them unobturated.¹

The gutta-percha has a restricted thermal conductor by the difficulty in transmitting heat through the material to apical regions of prepared root canals. Significant thermal effects were rarely exhibited more than 4 to 6 mm into the material and infrequently more than 2 to 3 mm beyond the point of deepest penetration of the heat carrier. The maximal temperature range, to which gutta-percha was elevated at 2 and 4 mm from the apex was 40 to 42° C.¹⁷ This is significantly below the beta-alpha transformation point (49,4° C).¹⁸

In this study the System B plugger was selected at 5-7mm from the working length⁸, which represent a distance from 5mm to the apical lateral canal and 3mm from the middle lateral canal. Bowman and Baumgartner¹⁹ observed a better gutta-percha replication when the System B plugger was fitted at 3mm from working length. This could explain the low percentage of lateral canals filled by gutta-percha at apical third (Figures 5 and 2) independent of the brand used. Dulac et al.²⁰ reported that most of apical lateral canals was filled with sealer only.

The best representative analysis of gutta-percha plasticity was observed at the middle lateral canal. DentsplyTM and TanariTM had significantly ($p<0.05$) less gutta-percha in the middle lateral canal than the AnalyticTM, ObturaTM and KonneTM (Table 2 and Figure 6). There was no statistically significant difference between DentsplyTM and TanariTM brand. It

could be correlated to the amount of gutta-percha (Table 1).¹¹ Low percentage of gutta-percha can decrease the flow.²¹ These commercial brands (Dentsply™ and Tanari™) had relative low percentages of gutta-percha polymer, 14.5 and 15.6 % respectively, that probably could result in poor plasticity.¹¹ In the other hand Konne had 18.9 %, Obtura 17.7% and Analytic 20.4 % of gutta-percha polymer.¹¹

Our findings showed that most of cervical lateral canals were filled with gutta-percha as shown in Figures 7 and 3. The high percentage of cervical lateral canal filled by gutta-percha could be explain by the proximity of System B plugger that passed by it during the filling process, whereas the gutta-percha was able to flow independent of the brand used. The cervical lateral canal opening was at 7 mm from the apex and the heat source was introduced until 6 mm from the apex.

In our study the diameter of the lateral canals was 0.2 mm which compatible with the size of lateral canals (0.15 mm) reported in previous studies.²² The use of warm gutta-percha technique with a Analytic™ non standardized gutta-percha produced significantly higher percentage of gutta-percha filling an area in oval canals than the cold gutta-percha group at 4 mm from the apex.¹³ Analytic™ has a high percentage of gutta-percha polymer (20.4%)¹¹ that probably could influence the percentage of gutta-percha filled at lateral canal as observed in this study.

The results confirm the hypothesis that high percentage of gutta-percha polymer indeed more flow characteristics as revealed by the length of penetration in the lateral canals observed in Obtura™, Analytic™ and Konne™ brands.

References

- 1 Schilder H. Filling root canals in three dimensions. *Dent Clin North Am* 1967;11:723-44.
- 2 Goldberg F, Artaza L, De Silvio A. Effectiveness of different obturation techniques in the filling of simulated lateral canals. *J Endod* 2001; 27: 362-4.
- 3 Rubach WC, Mitchell DF. Periodontal disease, accessory canals and pulp pathosis. *Journal of Periodontology* 1965; 36: 34-8.
- 4 De Deus QD. Frequency, location, and direction of lateral, secondary, and accessory canals. *J Endod* 1975; 1: 361-5.
- 5 Nicholls E. Lateral radicular disease due to lateral branching of the root canal. *Oral Surg, Oral Med, Oral Pathol* 1963; 16: 839-45.
- 6 Weine FS. The enigma of the lateral canal. *Dent Clin North Am* 1984; 28: 833-52.
- 7 Stallard RE. Periodontic-endodontic relationships. *Oral Surg, Oral Med, Oral Pathol* 1972; 34: 314-26.
- 8 Buchanan SL. The continuous wave of obturation technique: centered condensation of warm gutta-percha in 12 seconds. *Dent Today* 1996; 15: 60-7.
- 9 Friedman CE, Sandrick JL, Heuer MA, Rapp GW. Composition and physical properties of gutta-percha endodontics filling materials. *J Endod* 1977; 3: 304-8.
- 10 Marciano J, Michalesco PM. Dental gutta-percha: chemical composition, X- ray identification, enthalpic studies and clinical implications. *J Endod* 1989; 15: 149-53.
- 11 Gurgel-Filho ED, Feitosa JPA, de Paula RCM, Silva-Jr JBA, Teixeira FB, Souza-Filho FJ. Chemical and X-ray analyses of five dental gutta-percha cone brands. In *Press Int Endod J*.

- 12 Tagger M, Gold A. Flow of various brands of gutta-percha cones under in vitro thermomechanical compaction. *J Endod* 1988; 14: 115-20.
- 13 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: 404-8.
- 14 Wu M-K, Kast'áková A, Wesselink PR. Quality of cold and warm gutta-percha fillings in oval canals in mandibular premolars. *Int Endod. J.* 2001; 34: 485-491.
- 15 Wu M-K, Özok AR, Wesselink PR. Sealer distribution in root canal obturated by three techniques *Int Endod J* 2000;. 33: 340-345.
- 16 Gutmann JL., Witherspoon DE. Obturation of the cleaned and shaped root canal system. In:Cohen S; Burns RC. *Pathways of the pulp 7ª ed.* St.Louis: Mosby, 1998. p.258-361.
- 17 Goodman A, Schilder H, Aldrich W. The thermomechanical properties of gutta percha. Part IV. A thermal profile of the warm gutta-percha packing procedure. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol* 1981; 51: 544-51.
- 18 Combe EC, Cohen BD, Cummings K. Alpha- and beta-forms of gutta-percha in products for root canal filling. *Int Endod J* 2001; 34: 447-51.
- 19 Bowman CJ, Baumgartner JC. Gutta-percha obturation of lateral grooves and depression. *J Endodon* 2002, 28: 220-23.
- 20 DuLac KA, Nielsen CJ, Tomazic TJ, Ferrillo PJ, Hatton JF. Comparasion of the obturation of lateral canals by six techniques. *J Endodon* 1999, 25: 376-80.
- 21 Zuolo ML, Imura Z. *Endodontia para o clínico geral.* 1st edn.. São Paulo, Brazil: Artes Médicas; 1998. p. 78.

- 22 Vertucci FJ, Anthony RL. A scanning electron microscope investigation of accessory foramina in the furcation and pulp chamber floor of molar teeth. Oral Surg, Oral Med, Oral Pathol 1986; 62: 319-26.

Acknowledgements

The authors thank the Department of Science and Materials Engineering (DCMM) of Pontificia Catholic University (PUC-RJ) for the essential technical assistance in this study, especially to Marcelo Malheiros and Prof. Gustavo A. de Deus (PUC-UERJ). This work was supported by Brazilian grant administered by CNPq.

Table 1 Dental gutta-percha cones size medium selected for study.

Product	Manufacturer	Batch number	Gutta-percha content (%)
Dentsply	Dentsply Indústria e comércio Ltda. Petrópolis. R.J. Brasil	55448	14.5
Tanari	Tanariman Ind. Ltda. Macapuru. Amazonas.Brasil	011001G	15.6
Analytic	Analytic Endodontics. Orange, California. USA	110698	20.4
Obtura Spartan	Precise Dental Internacional S.A.Jalisco, Mexico.	9693A	17.7
Konne	Konne Indústria e Comércio de materiais odontológicos. Belo Horizonte, MG. Brasil	-	18.9

Table 2- Percentage of lateral canals occupied by gutta-percha, sealer and voids.

Brand		Gutta-percha	Mean ranks	Sealer	Mean ranks	Voids
Analytic™	apical	7.73%	-	73.45%	-	18.82%
	middle	99.62%	37.90 ^a	0%	13.0 ^a	0.38%
	cervical	97.49%	-	2.43%	-	0%
	mean	68.28%		25.29%		6.40%
Konne™	apical	6.71%	-	73.14%	-	20.23%
	middle	98.58%	36.75 ^a	0%	13.0 ^a	1.42%
	cervical	100%	-	0%	-	0%
	mean	68.43%		24.38%		7.21%
Obtura™	apical	9.02%	-	69.90%	-	21.51%
	middle	88.15%	31.65 ^a	12.69%	20.95 ^a	0%
	cervical	94.36%	-	5.64%	-	0%
	mean	63.84%		29.41%		7.17%
Tanari™	apical	7.20%	-	77.49%	-	15.30%
	middle	48.76%	13.10 ^b	51.24%	37.70 ^b	0%
	cervical	92.03%	-	8.0%	-	0%
	mean	49.33%		45.66%		5.10%
Dentsply™	apical	2.83%	-	72.10%	-	24.17%
	middle	37.36%	8.10 ^b	62.64%	42.85 ^b	0%
	cervical	93.62%	-	6.38%	-	0%
	mean	44.60%		47.04%		8.06%

Values followed by different letters presented significant statistical differences by Kruskal-Wallis statistical test ($p < 0.05$)

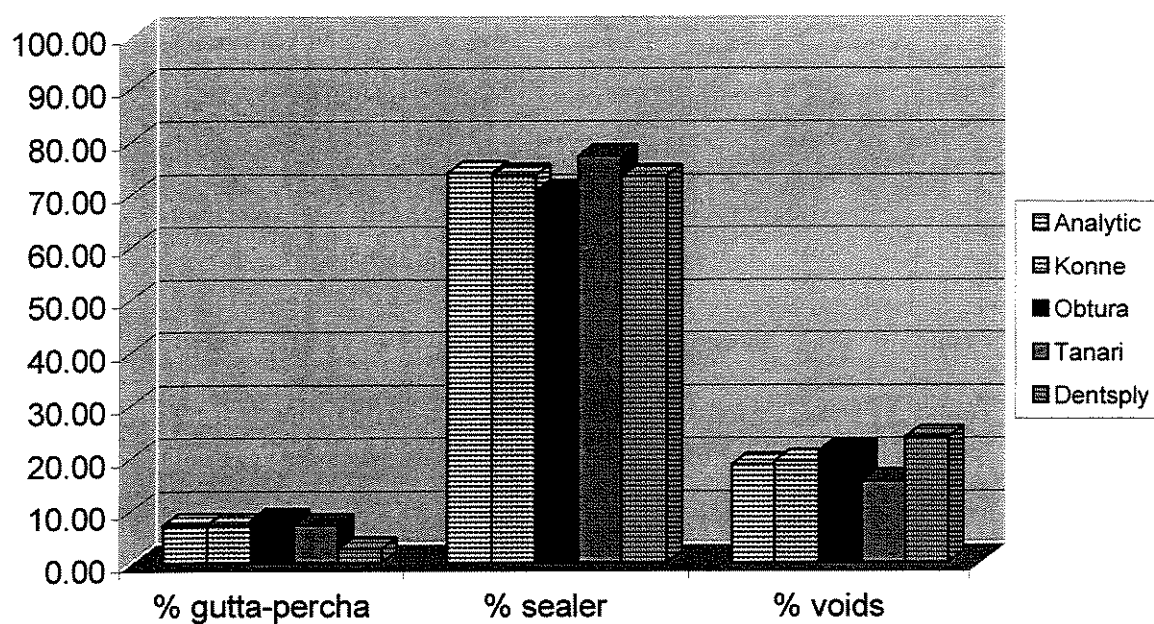


Figure 5. Mean of voids, gutta-percha and sealer filling at lateral apical canal.

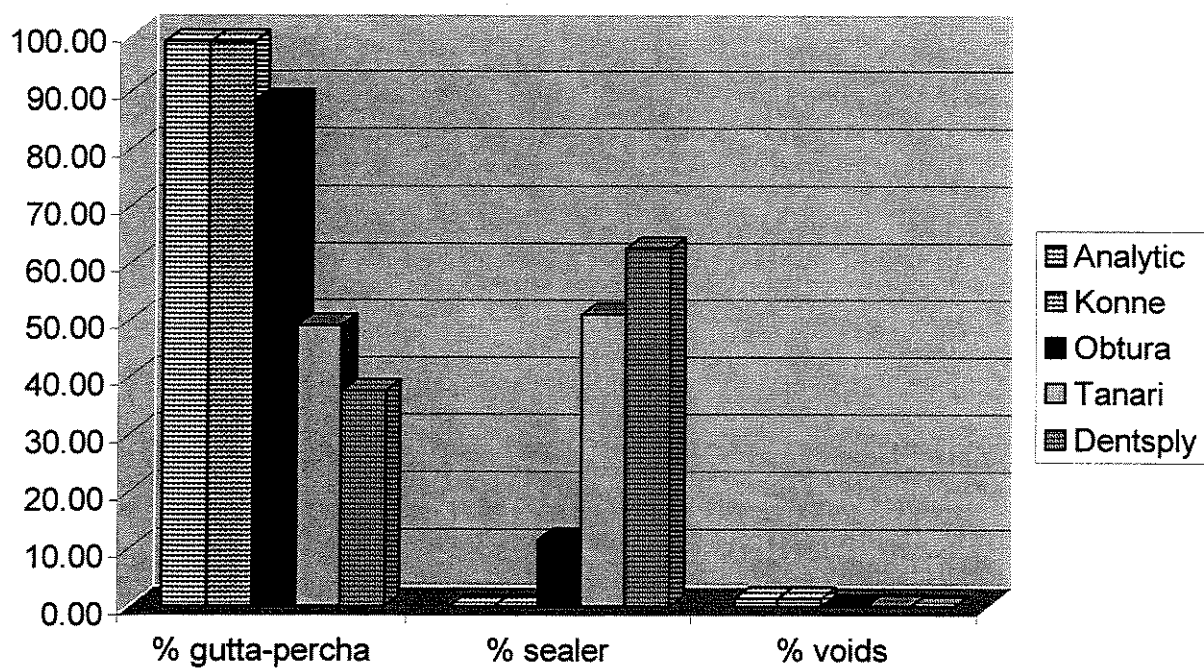


Figure 6. Mean of voids, gutta-percha and sealer filling at lateral middle canal.

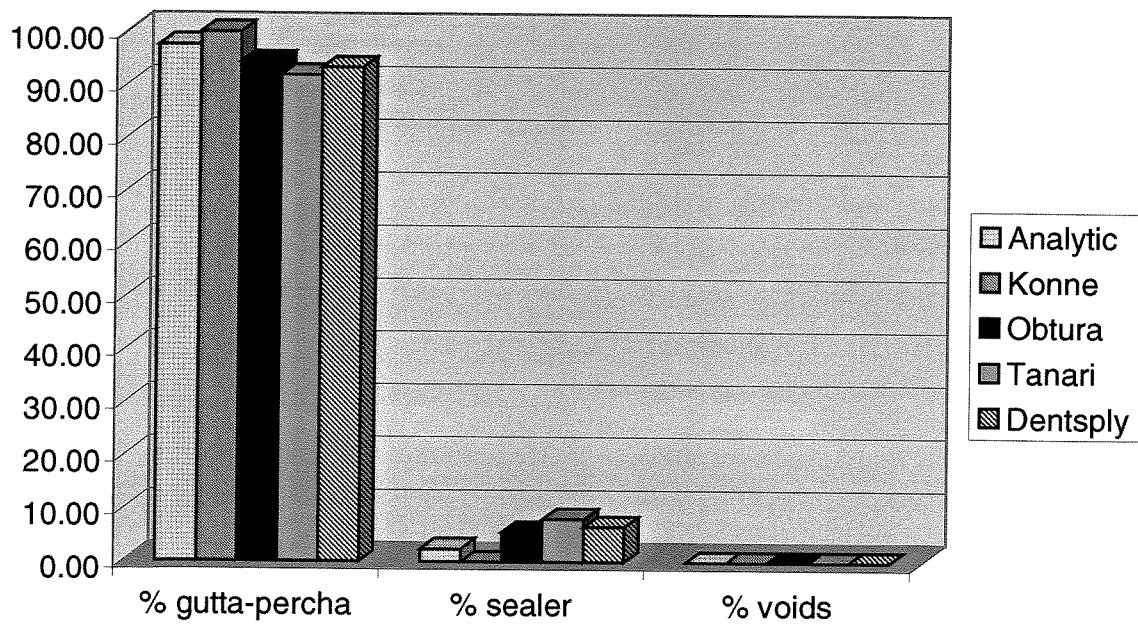


Figure 7. Mean of voids, gutta-percha and sealer filling at lateral cervical canal.

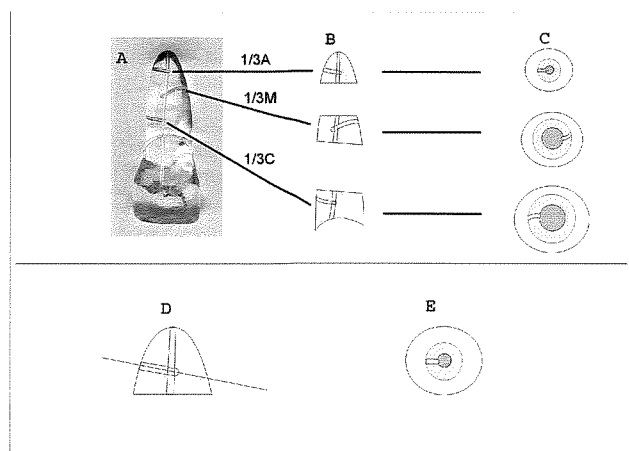


Fig. 1 A-plastic tooth. B- cross-section. C-ambition in epoxy resin. D-specimen polishment. E-specimen ready for analysis.

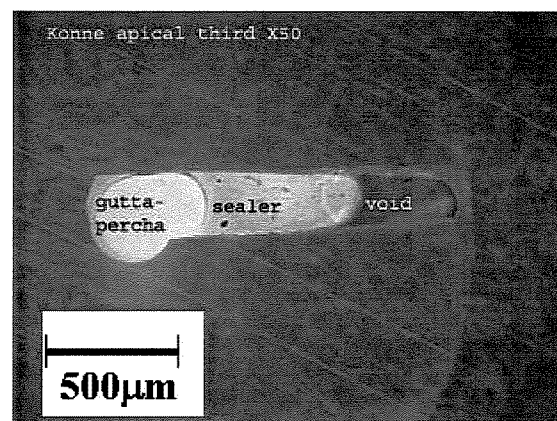


Fig 2. Representative sample of all brands at apical third. Notes the length of gutta-percha, sealer and voids (X50).

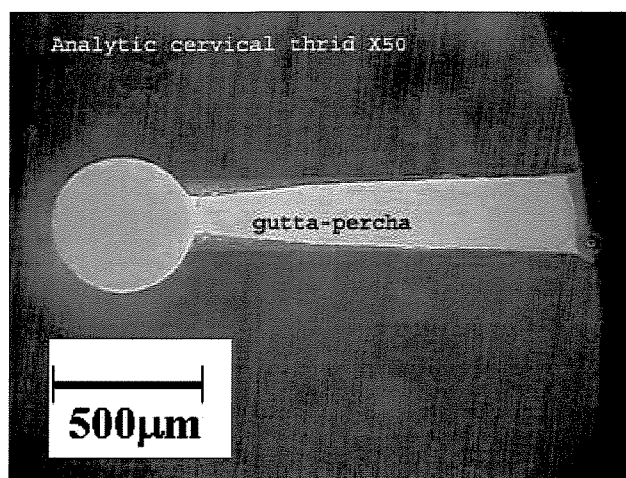


Fig 3. Representative of a good cross-section of main and cervical lateral canal filled by analytic brand. Gutta-percha flowing to the maximum length (X50).

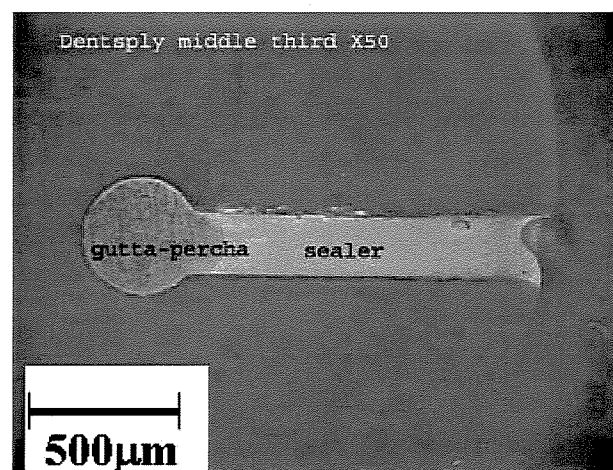


Fig 4. Representative of a good cross-section of main and middle lateral canal filled by Dentsply brand. Minimal length of gutta-percha at lateral canal (X50).

4. CONCLUSÃO

Nas condições em que estes três estudos foram realizados, pode-se concluir que:

1. A quantidade de guta-percha e óxido de zinco variou de 14,5 a 20,4% e 66,5 a 84,3%, respectivamente.
2. Uma modificação, associada a microanálise elementar, foi proposta na metodologia de Friedman et al. para separação dos componentes inorgânicos dos cones de guta-percha.
3. Houve um melhor selamento apical associado à técnica de plastificação pela onda contínua de condensação nos cones Tanari[®], Analytic[®], Konne[®] e Obtura[®] com maior quantidade de guta-percha (entre 17,7 e 20,4 %), sendo o Dentsply[®] (14,5 %) o pior.
4. A quantidade de guta-percha presente nos cones estudados não influenciou em um melhor selamento apical frente a técnica do cone modelado.
5. Os menores índices de microinfiltração apical foram os da técnica da onda de condensação (0,40mm) seguido do cone modelado (0,45mm) e por último a condensação lateral (0,95mm).
6. Houve uma percentagem maior de obturação dos canais laterais com guta-percha, nas marcas comerciais com maior quantidade de componentes orgânicos (Analytic[®], Konne[®] e Obtura[®]) quando comparado a Dentsply[®] e Tanari[®] que contém menores quantidades de guta-percha.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1- AHLBERG K.M.F., ASSAVANOP P., TAY W.M. A comparison of the apical dye penetration patterns shown by methylene blue and India ink in root-filled teeth. **Int. Endodon. J.** v.28, n.1, p.30-4, 1995.
- 2- ALLISON D.A., MICHELICH R.J., WALTON R.E. The influence of master cone adaptation on the quality of the apical seal. **J. Endodon.** v.7, n.2, p.61-5, 1981.
- 3- ANTONOPOULOS K.G., ATTIN T., HELLWIG E. Evaluation of the apical seal of root canal fillings with different methods. **J. Endodon.** v.24, n.10, p.655-58, 1998.
- 4- BASRANI B., SANTOS M.S., TJADERHANE L., GRAD H., GORDUYSUS O. , HUANG J., LAWRENCE H.P., FRIEDMAN S. Substantive antimicrobial activity in chlorhexidine-treated human root dentin. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Endod.** v.94, n.2, p.240-5, 2002.
- 5- BHATTI S.A, JOSHI R. Thermoplasticized gutta-percha obturation techniques. **Dent. Update**, v.24, n.1, p.10-3, 1997.
- 6- BLUM J.Y., PARAHY E., MACHTOU P. Warm vertical compaction sequences in relation to gutta-percha temperature. **J. Endodon.** v.23, n.5, p.307-11, 1997.

- 7- BOWMAN C.J., BAUMGARTNER J.C. Gutta-percha obturation of lateral grooves and depression. **J. Endodon.** v.28, n.3, p.220-23, 2002.
- 8- BRAMANTE C.M., BERBERT A., TANOMARU FILHO M., MORAES I.G. Estudo comparativo de algumas técnicas de obturação de canais radiculares. **Rev. Bras. Odont.** v. 17, n.5, p.26-35, 1989.
- 9- BRAYTON S. M., DAVIS S. R., GOLDMAN M. Gutta-percha root canal fillings. An in vitro analysis I. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.** v.35,n.2, p. 226-31, 1973.
- 10- BUCHANAN L.S. The continuos wave of condensation: centered condensation of warm gutta-percha in 12 seconds. **Dent. Today.** v.15, n.1, p.60-7, 1996.
- 11- CORTEZ D.G.N. “**Estudo *In Vitro* do selamento, densidade radiográfica e tempo operatório de técnicas de obturação endodôntica**” Piracicaba, 2002. 118p. Tese (Mestrado) Dissertação. Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade de Campinas.
- 12- DE DEUS G.A., KREBS R.L., GURGEL-FILHO E.D., COUTINHO-FILHO T., LOPES M.F. Avaliação do grau de limpeza obtido por duas técnicas instrumentação. **Rev. Bras. Odont.** v. 57, n.6, p.354-58, 2000.

- 13- DE DEUS G.A., GURGEL-FILHO E.D., MANIGLIA-FERREIRA C.,
COUTINHO-FILHO T. Penetração intratubular de cimentos
endodônticos. **Pesqui. Odontol. Bras.** v.16, n.4, p.332-6, 2002.
- 14- DE DEUS Q.D. **Endodontia**. 5ª edição. Rio de Janeiro: Medsi,
1992.
- 15- DE DEUS Q.D. Frequency, location, and direction of the lateral,
secondary, and accessory canal. **J. Endodon.** v.1, n.11, p.361-
66, 1975.
- 16- DE MOOR R.J., MARTENS L.C. Apical microleakage after lateral
condensation, hybrid gutta-percha condensation and Soft-Core
obturation: an in vitro evaluation. **Endod. Dent. Traumatol.**
v.15, n.5, p.239-43, 1999.
- 17- DOW P.R., INGLE J.I. Isotope determination of root canal failure.
Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. v.8, n.1, p.1100-4, 1955.
- 18- EVANS J.T., SIMON J.H.S. Evaluation of the apical seal produced
by injected thermoplasticized gutta-percha in the absence of
smear layer and root canal sealer. **J. Endodon.** v.12, n.3, p.100-
7, 1986.
- 19- FERRAZ C.C.R. **Avaliação In Vitro do gel de clorexidina usado
como irrigante endodôntico**. Piracicaba, 1999. 120 p. Tese
(Doutorado). Faculdade de Odontologia de Piracicaba,
Universidade de Campinas.
- 20- FERRAZ C.C.R., GOMES B.P.F.A., ZAIA A.A., TEIXEIRA F.B.,
SOUZA-FILHO F.J. In Vitro assessment of the antimicrobial

- action and the mechanical ability of chlorhexidine gel as an endodontic. **J. Endodon.** v.27, n.7, p.452-55, 2001.
- 21- FRIEDMAN C. E., SANDRICK J.L., HEUER M.A., RAPP G.W. Composition and physical properties of gutta-percha endodontics filling materials. **J. Endodon.** v.3, n.8, p.304-08, 1977.
- 22- FRÓES J.A.V., HORTA H.G.P., SILVEIRA A.B. Smear layer influence on the apical seal of four different obturation techniques. **J. Endodon.** v.26, n.6, p.351-54, 2000.
- 23- GONÇALVES R.S. Análise comparativa da termoplasticidade de diferentes marcas de cones de gutta-percha quando utilizada a técnica híbrida de Tagger. **Monografia** (Especialização em Endodontia)- Universidade Gama Filho, 1999.
- 24- GOODMAN A., SCHILDER H., ALDRICH W. The thermomechanical properties of gutta-percha. Part IV. A thermal profile of the warm gutta-percha packing procedure. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.** v.51, n.5, p.544-51, 1981.
- 25- GOODMAN A., SCHILDER H., ALDRICH W. The thermomechanical properties of gutta-percha. II. The history and molecular chemistry of gutta-percha. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.** v.37, n.6, p.954-61, 1974.
- 26- GOLDBERG F., ARTAZA L., DE SILVIO A. Effectiveness of different obturation techniques in the filling of simulated lateral canals. **J. Endodon.** v.27, n.5, p.362-4, 2001.

- 27- GUTMANN J.L., WITHERSPOON D.E. Obturation of the cleaned and shaped root canal system. In:COHEN, S; BURNS, R.C. **Pathways of the pulp** 7^a ed. St.Louis: Mosby, 1998. p.258-361.
- 28- HATA G., KAWAZOE S., TODA T., WEINE F.S. Sealing ability of Thermafill with or without sealer. **J. Endodon.** v.18, n.7, p.322-26, 1992.HAYES S. J., LLEWELYN J. H., GRIFFITHS I. T., BRYANT S. T., DUMMER P.M. Comparison of obturation with lateral condensation, 0.04 and 0.06 taper single cone root fillings in extracted teeth. **Int. Endodon. J.** v.35, n.5, p.492-94, 2002.
- 30- HEMBROUGH M.W., STEIMAN, R.H., BELANGER, K.K. Lateral condensation in canals prepared with nickel titanium instruments: An evaluation of the use of three different master cones. **J. Endodon.** v.28, n.7, p.516-19, 2002.
- 31- INGLE J.I., BEVERIDGE E.E., GLICK D.H., WEICHMAN J.A., ABOU-RASS M. Modern endodontic therapy. 3rd ed. Philadelphia: Lea & Febiger, 1985.
- 32- ISHLEY D.J., ELDEEB, M.E. An in vitro assessment of the quality of apical seal of thermomechanically obturated canals with and without sealer. **J. Endodon.** v.9, n.6, p.242-5, 1983.
- 33- KYTRIDOU V., GUTMANN J.L., NUNN M.H. Adaptation and sealability of two contemporary obturation techniques in the absence of the dentinal smear layer. **Int. Endodon. J.** v.32, n.6, p.464-74, 1999.

-
- 34- KUGA M. C., KAVAHARA E.M., DEL'HOYO R.B., BERBERT A.
Infiltração marginal em obturações de canais radiculares decorrentes de materiais obturadores. **Rev. Paul. Odonto.** v.12, n.6, p.2-6, 1990.
- 35- LEE F.S., VAN CURA J., Be GOLE E. A comparison of the root surface temperature using different heat sources. **J. Endodon.** v.24, n.9, p.617-20, 1998.
- 36- LEONARD J.E., GUTMANN J.L., GUO I.Y. Apical and coronal seal of roots obtured with dentine bonding agent and resin. **Int. Endodon. J.** v.29,n.2, p. 76-83, 1996.
- 37- LIFSHITZ J., SCHILDER H., PAMEIJER C.H. Scanning electron microscope study of the warm gutta-percha technique. **J. Endodon.** v.19, n.1, p.17-24,. 1983.
- 38- LOPES H. P., SIQUEIRA-JR. J. F. **Endodontia: Biologia e Técnica.** Rio de Janeiro: Medsi, 1999.
- 39- MADISON S., WILCOX L.R. An evaluation of coronal microleakage in endodontically treated teeth. Part III. In vivo study. **J. Endodon.** v.14, n.9, p.455-58, 1988.
- 40- MARCIANO J., MICHAILESCO P.M. Dental gutta-percha: chemical composition, X Ray identification, enthalpic studies and clinical implications. **J. Endodon.** v.15, n.4, p.149-53, 1989.
- 41- MARLIN J. SCHILDER H. Physical properties of gutta-percha when subjected to heat and vertical condensation. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.** v.36, n.6, p.872-79, 1973.

-
- 42- McCOMB D., SMITH D.C. A preliminary scanning electron microscopic study of root canals after endodontic procedures. **J Endodon.** v.1, n.7, p. 238-42, 1975.
- 43- MORENO A. Thermomechanically softened gutta-percha root canal filling. **J. Endodon.** v.3, n.5, p.186-88, 1977.
- 44- MOORER W.R., GENET, J.M. Antibacterial activity of gutta-percha cones attributed to the zinc oxide component. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.** v.53, n.5, p.508-17, 1982.
- 45- NGUYEN N.T. Obturação do sistema de canais radiculares. In: COHEN, S., BURNS, R.C. **Caminhos da polpa.** Tradução por Edson Jorge Lima Moreira. 6ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 1997.p.216-270. Tradução de: Pathways of the pulp.
- 46- NICHOLLS E. Lateral radicular disease due lateral branching of the root canal. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.** v.16, n.7, p.839-45, 1963.
- 47- OLIET S., SORIN S.M. Effect of aging on the mechanical properties of hand-rolled gutta-percha endodontics cones. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.** v.43, n.6, p.954-62, 1977.
- 48- OLIVER C.M., ABBOTT P.V. Correlation between clinical success and apical dye penetration. **Int. Endodon. J.** v.34, n.8, p.637-44, 2001.
- 49- ØRSTARVIK D. Physical properties of root canal sealers: measurement of flow, working time and compressive strength. **Int. Endodon. J.** v.16, n.3, p.99-107, 1983.

-
- 50- POMMEL L., JACQUOT B., CAMPS J. Lack of correlation among three methods for evaluation of apical leakage. **J. Endodon.** v.27, n.5, p.347-50, 2001.
- 51- PÉCORA JD, SOUSA NETO MD, SAQUY PC. Internal anatomy, direction and number of roots and size of human mandibular canines. **Braz Dent J** v.4, n.1, p.53-7, 1993.
- 52- READER C.M., HIMEL V.T., GERMAIN L.P., HOEN M.M. Effect of three obturation techniques on the filling of lateral canals and main canal. **J. Endodon.** v.19, n.8, p.404-08, 1993.
- 53- RINGEL A.M., PATTERSON S.S., NEWTON C.M., MILLER C.H., MULHERN J.M. In vivo evaluation of chlorhexidine gluconate solution and sodium hypochlorite solution as root canal irrigants. **J. Endodon.** v.8, n.5, p.200-4, 1982.
- 54- RUDDLE C.J. Obturação do sistema de canais radiculares. In: COHEN, S., BURNS, R.C. **Caminhos da polpa**. Tradução por Edson Jorge Lima Moreira. 6ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 1997. p. 240-246. Tradução de: Pathways of the pulp.
- 55- SAHLI C.S., JIMENO E.B., BRAU A.E. Apical sealing using two thermoplasticized gutta-percha techniques compared with lateral condensation. **J. Endodon.** v.25, n.10, p.636-38, 1997.
- 56- SPÅNGBERG L.S.W. Instruments, materials and devices. In: COHEN S., BURNS R.C. **Pathways of the pulp**. 7ª ed. St.Louis: Mosby, 1998. p.476-531.

- 57- SIQUEIRA-JR J.F., UZEDA M. Intracanal medicaments evaluations of the antibacterial effects of chlorhexidine, metronidazole, and calcium hydroxide associated with three vehicles. **J. Endodon.** v.23, n.3, p.167-69, 1997.
- 58- SCHILDER H., GOODMAN A., ALDRICH W. The thermomechanical properties of gutta-percha. III. Determination of the phase transition temperatures for gutta-percha. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.** v.38, n.1, p.109-14, 1974a.
- 59- SCHILDER H., GOODMAN A., ALDRICH W. The thermomechanical properties of gutta-percha. I. The compressibility of gutta-percha. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.** v.37, n.6, p.946-53, 1974b.
- 60- SCHILDER H. Filling root canal in three dimension. **Dent. Clin. Nort. Amer.** v.11, p.723-44, 1967.
- 61- SILVER G.K., LOVE R.M., PURTON D.G. Comparison of two vertical condensation obturation techniques: Touch and Heat and System B. **Int. Endodon. J.** v.32, n.4, p.287-95, 1999.
- 62- TAGGER M., TAMSE A., KATZ A., KORZEN B.H. Evaluation of the apical seal produced by a hybrid root canal filling method, combining lateral condensation and thermatic compaction. **J. Endodon.** v.10, n.7, p.299-303, 1984.
- 63- TANOMARU-FILHO M., LEONARDO M.R., SILVA L.A B., ANÍBAL F.F., FACCIOLI L.H. Inflammatory response to

- different endodontic irrigating solutions. **Int. Endodon. J.** v.35, n.9, p.735-39, 2002.
- 64- VIVACQUA-GOMES N., FERRAZ C. C. R., GOMES B. P. F. A., ZAIA A. A., TEIXEIRA F. B., SOUZA-FILHO F. J. Influence of irrigants on the coronal microleakage of laterally condensed gutta-percha root fillings. **Int. Endodon. J.** v.35, n.9, p.791-95, 2002.
- 65- VIVACQUA-GOMES N. *Avaliação In Vitro da ação anti-enterococcus faecalis da clorexidina gel 2%, pasta de hidróxido de cálcio e associações usadas como medicação intracanal.* Piracicaba, 2002. 141p. Tese (Mestrado) Dissertação. Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade de Campinas.
- 66- WEINE F.S. The enigma of the lateral canal. **Dent. Clin. Nort. Amer.** v.28, n.4, p.833-53, 1984.
- 67- WELLER N.R., KIMBROUGH F.W., ANDERSON R.W. A comparison of thermoplastic obturation techniques: adaptation of the canal walls. **J. Endodon.** v.23, n.11, p.703-06, 1997.
- 68- WU M.K., WESSELINK P.R. Endodontic leakage studies reconsidered. Part I. Methodology, application and relevance. **Int. Endodon. J.** v.26, n.1, 37-43, 1993.
- 69- WU M.K., DE GEE A.J., WESSELINK P.R. Leakage of four root canal sealers at different thickness. **Int. Endodon. J.** v.27, n.6, p.304-08, 1994.
- 70- ZUOLO M.L., IMURA Z. **Endodontia para o clínico geral**, São Paulo: Artes Médica, 1998.

“Análise química e de raios-x de cinco diferentes marcas de cones de guta-percha”

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados neste estudo cones de guta-percha calibre médio (M) das seguintes marcas: Dentsply®, Tanari®, Analytic Technology®, Konne® e Obtura®. As análises foram feitas nos prazos de validade (Tabela 1). A marca comercial da Analytic conforme mostra a Tabela 1, seu prazo de validade expirou-se em 11 de 2001, no entanto todas as análises foram feitas antes desta data.

Cada marca sofreu um processo de separação de seus componentes para análise quantitativa e três diferentes estudos para determinação dos componentes inorgânicos que foram: Microanálise de Raios-X Por Espectrometria de energia Dispersiva, Análise de difração de Raios-X e Microanálise elementar.

Marca comercial	Fabricante	Lote	Validade
Analytic [®]	Analytic Endodontics Orange, CA, USA	110698	2001-11
Konne [®]	Konne Indústria e Comércio de Materiais Odontológicos Belo Horizonte, MG, Brazil	-	2003 - 02
Obtura Spartan [®]	Precise Dental Internacional S.A. Jalisco, Mexico	9693A	2003 - 01
Tanari [®]	Tanariman Ind. Ltda. Macapuru, AM, Brazil	011001G	2004 - 05
Dentsply [®]	Dentsply Indústria e Comércio Ltda. Petrópolis, RJ, Brazil	55448	2004 - 04

Tabela 1. Marca comercial, fabricante, lote e validade.

Processo de Separação dos Componentes

A separação da guta-percha isolada foi obtida, utilizando-se a metodologia de Friedman et al. (1977) modificada. Inicialmente, dissolveu-se 3 gramas do cone de guta-percha em 60 mililitros de clorofórmio (Figura 1), mantendo-a sob agitação por 12 horas (Figura 2) e, em seguida,

centrifugando-a por 15 minutos (Figura 3) para separação da parte inorgânica que não dissolveu em clorofórmio (BaSO_4 e ZnO) da parte orgânica dissolvida em clorofórmio (guta-percha e ceras ou resinas)(Figura 4). À parte orgânica foi adicionada acetona na razão de 1:1, para coagulação da gutta-percha (Figura 5). O remanescente da gutta-percha ainda presente na solução foi filtrado (Whatman nº1, Balston Limited, England) e adicionado à gutta coagulada (Figura 6). Ceras e/ou resinas foram obtidas após evaporação do filtrado (Figura 7). A parte inorgânica foi lavada cinco vezes com solução de HCl 2,4 M a 60°C e filtrada, assim o BaSO_4 foi separado do ZnO (Figuras 8-11).



Fig.1- Dissolução em 60 mL de clorofórmio

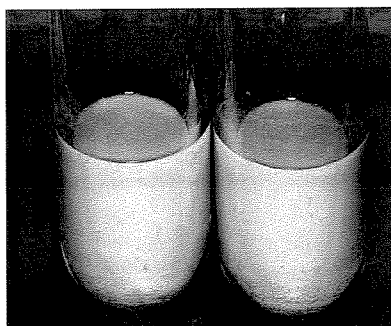


Fig.2- Agitação da mistura



Fig. 4- Separação da porção orgânica



Fig.5- Coagulação da gutta-percha

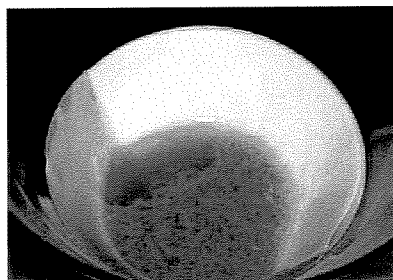


Fig. 6- Filtração da gutta-percha



Fig. 3- Centrífuga para sedimentação da parte inorgânica.



Fig.7- Cera ou resina após evaporação



Fig. 8- Lavagem em HCl a 2,4M.

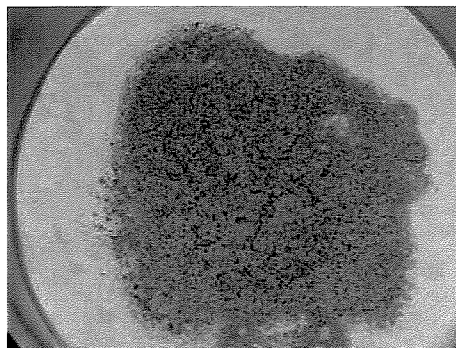


Fig 9- Resíduos metálicos (BaSO_4) insolúveis em HCL acorde Friedman et al.1977.

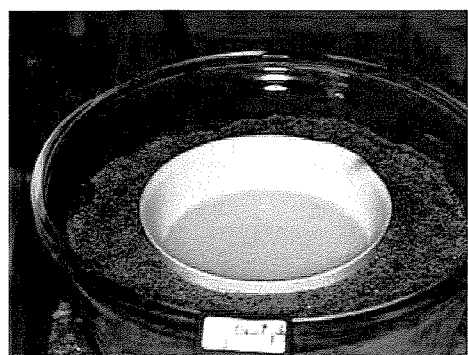


Fig. 10- Formação do cloreto de zinco.



Fig. 11- Evaporação.

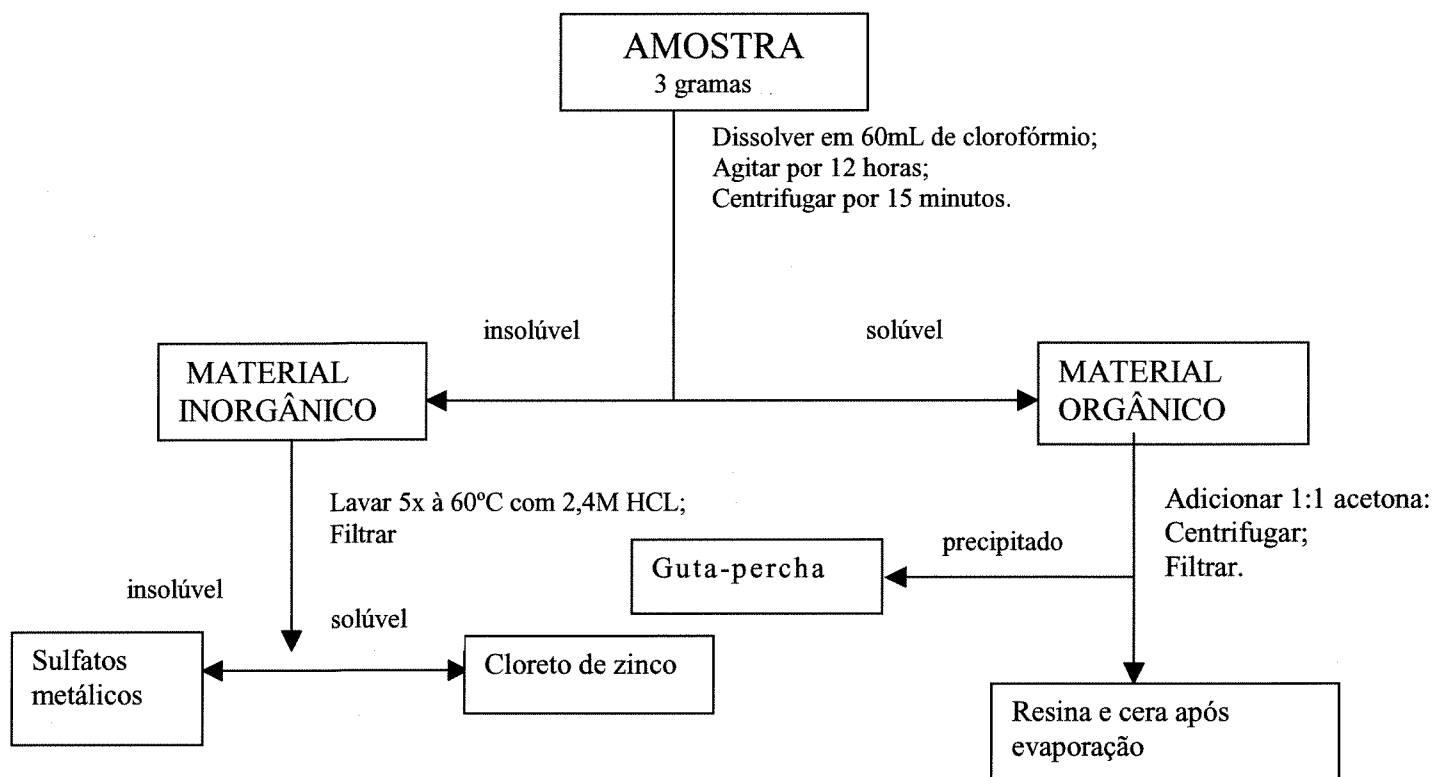


Figura 12. Procedimento de separação dos componentes do cone de guta, segundo Friedman et al. 1977.

Após a utilização do método de Friedman, três outras técnicas sem utilização prévia na literatura, foram usadas para determinação dos componentes inorgânicos dos cones.

Microanálise de Raios-X Por Espectrometria de energia Dispersiva

A análise qualitativa da presença do bário, zinco e de outros metais nos cones estudados foi feita através da microanálise elementar por energia-dispersiva com as cinco marcas. Os cones foram cobertos por uma fina camada de carbono e levados ao MEV em aumento de 1000X (ZIESS, Alemanha DSM-940A). A superfície do cone foi montada em suporte de alumínio, revestida em carbono e acoplada a microscopia eletrônica de varredura (MEV) com Sistema de Ligação 3.34, Séries 300 com detector Si (Li).

Análise de difração de Raios-X

A análise de raios-X foi realizada para identificar a presença de ZnO e BaSO₄ (Philips MDR Pro, com um gerador de 40kv e 20mA usando tubo de cobre). Cada produto foi observado separadamente para obter o gráfico específico do óxido de zinco e sulfato de bário.

Microanálise Elementar

A microanálise foi realizada para quantificar a presença de enxofre nas cinco marcas. O equipamento utilizado da Carlo Erba é um microanalisador CHNS/O, modelo 1110 com detector de condutividade térmica e tubo de combustão de cobre metálico. A temperatura de combustão da amostra foi 1000° C, sob atmosfera de O₂. O gás de arraste foi Hélio e a coluna cromatográfica empacotada com sílica.

RESULTADOS

Caracterização dos cones de guta-percha

A Tabela 2 mostra os dados obtidos para diferentes marcas de cones de guta-percha utilizando o método de Friedman et al. (1977).

Marca	Material Orgânico (%)		Material Inorgânico (%)
	Guta-percha purificada	Ceras ou Resinas	
Dentsply® (Brasil)	14,5	1,2	84,3
Tanari® (Brasil)	15,6	2,4	82,0
Obtura® (México)	17,7	1,4	80,9
Konne® (Brasil)	18,9	3,1	78,0
Analytic® (Estados Unidos)	20,4	2,0	77,6

Tabela 2- Teor de material orgânico e inorgânico em percentagem de peso para as amostras em estudo.

Microanálise de raios-x por espectrometria de energia dispersa

A microanálise de raios-X concentra-se na interpretação das ondas emitidas por átomos bombardeados por um feixe de elétrons. Os resultados são apresentados em forma de gráficos, cuja abscissa representa a intensidade e a ordenada, os níveis de energia. A altura do pico é proporcional ao teor do elemento (Gráficos 1 e 2). A Tabela 3 mostra todos os elementos inorgânicos presentes nos cones.

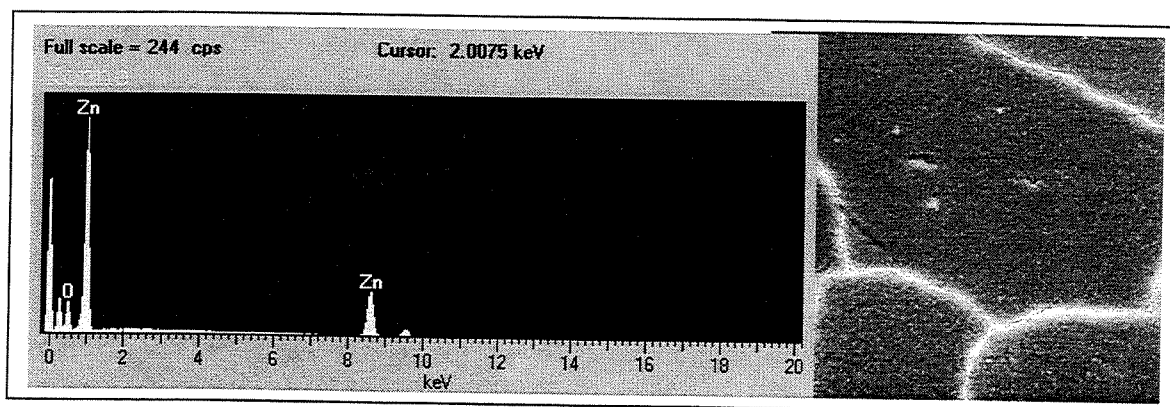


Gráfico 1- Representação da marca Konne® sem a presença do Bário e Enxofre.

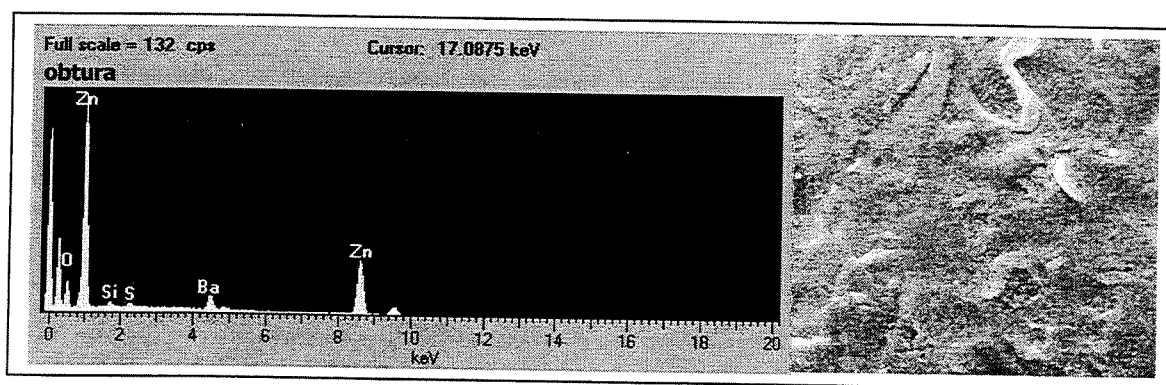


Gráfico 2.- Representação da marca Obtura® com a presença do Bário e Enxofre.

Marcas	Presença de componentes nos cones								
	Cl	Si	S	Ba	Fe	Ti	Ca	Zn	O
Dentsply®	x	x						X	X
Obtura®		x	x	x		x		X	X
Tanari®		x						X	X
Konne®					x			X	X
Analytic®		x	x	x		x	x	X	X

x, menor concentração; X, maior concentração.

Tabela 3. Componentes majoritários e minoritários nas cinco diferentes marcas de cones de guta-percha.

A análise revelou o zinco como elemento principal em todas as marcas. Pequenas quantidades de Cl, Si, Ti, Ca, S, Ba e Fe foram detectadas em vários pontos do espectro, com baixa intensidade, provavelmente devido a

impurezas de sais de metais agrupados durante o processo de fabricação dos cones.

Geralmente o sulfato de bário é adicionado como fonte de bário no processo de fabricação para possibilitar a radiopacidade. No entanto, o sulfato de bário não foi detectado nas marcas Konne[®], Dentsply[®] e Tanari[®], por utilizarem só o óxido de zinco como radiopacificador.

1.3 Difração de Raios-x dos cones de guta-percha

As Figuras 13 apresentam os resultados das análises de raios-X de duas marcas. Uma com presença de BaSO₄ (Analytic[®]) e outra com ausência de BaSO₄ (Tanari[®]).

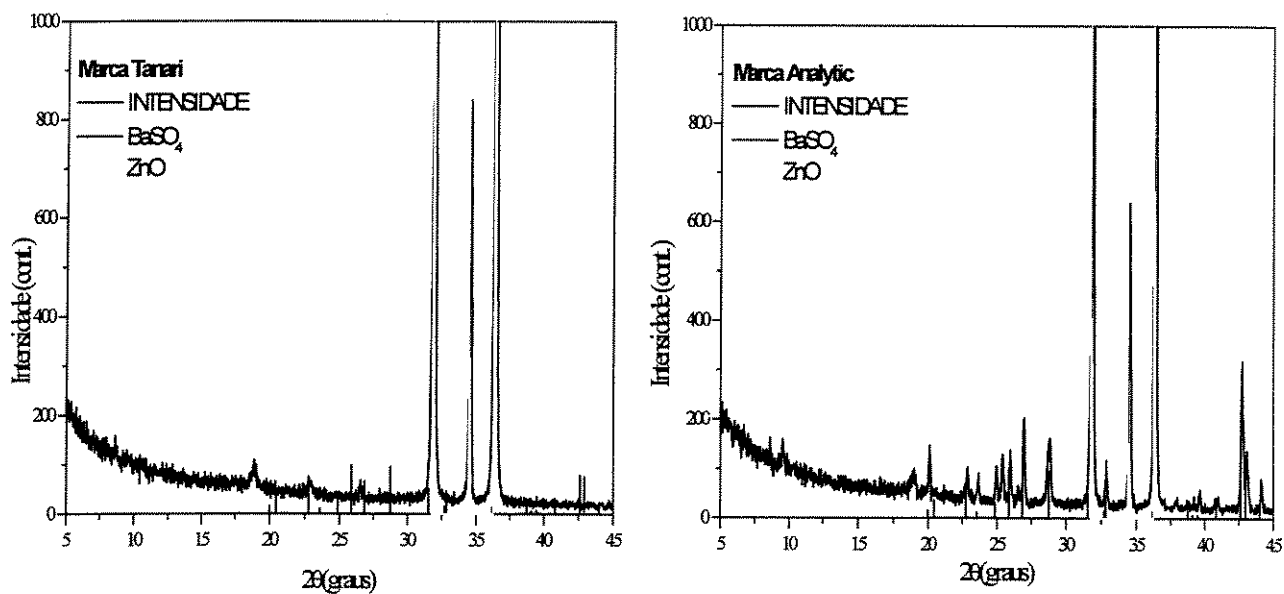


Figura 13. Diagramas de raios-X dos cones de guta-percha de duas diferentes marcas comerciais (Tanari[®] e Analytic[®]).

Os diagramas de raios-X confirmaram qualitativamente a presença do óxido de zinco em todas as amostras, restringindo a presença de sulfato de bário apenas às marcas Obtura[®] e Analytic[®].

Identificação dos constituintes inorgânicos dos cones de guta-percha segundo a metodologia de Friedman

Utilizou-se a metodologia de Friedman et al. (1977) para a separação dos componentes inorgânicos dos cones, tais como o óxido de zinco e sulfato de bário. Os resultados obtidos estão apresentados na Tabela 4.

Marcas	% BaSO ₄	% ZnO
Dentsply [®]	25,4	58,2
Obtura [®]	23,4	57,5
Tanari [®]	35,1	47,0
Konne [®]	19,0	59,0
Analytic [®]	21,6	55,0

Tabela 4. Percentagens em massa dos componentes inorgânicos dos cones de guta-percha em diferentes marcas comerciais segundo a metodologia de Friedman et al. 1977.

Como revelam os resultados, todas as amostras apresentam teores significativos de sulfato de bário. Reportando para a análise por raios-X para as cinco marcas analisadas observou-se que a presença desse sal foi confirmada apenas em 2 marcas (Obtura[®] e Analytic[®]). A falha do método pode ser atribuída ao fato de que o material insolúvel em clorofórmio e em ácido é tido como sulfatos metálicos, sem maiores considerações.

Identificação dos constituintes dos cones de guta-percha por microanálise

Para confirmar os resultados de raios-X foi realizada a microanálise das amostras para checar a presença de enxofre nos cones de guta-percha nas cinco marcas.

Os dados obtidos mostraram a presença de enxofre nas marcas Obtura[®] e Analytic[®], contrariando os resultados fornecidos pelo método de Friedman et al. (1977), nos quais as demais marcas apresentaram valores percentuais significativos de sulfato de bário. Pode-se prever que o método empregado para separação dos componentes inorgânicos não é adequado qualitativamente, devido ao fato que para essa separação a presença de sulfato de bário é supostamente determinada pela presença de um precipitado. As análises de raios-X comprometem ainda mais a metodologia de Friedman et al. (1977) as quais comprovaram a presença de sulfato de bário também nas duas marcas citada acima (Figura 13).

A Tabela 5 apresenta os valores em percentuais dos componentes orgânicos e inorgânicos das cinco marcas de cones de guta-percha bem como o desvio padrão obtido nas análises.

Marcas (Tamanho M)	Guta-percha ^α Média ± SD	Graxas e/ou resinas ^β Média ± SD	Sulfatos Metálicos ^γ Média ± SD	Óxido de Zinco ^λ Média ± SD
Analytic [®]	20,4 ± 0,40	2,0 ± 0,15	11,0 ± 0,22	66,6 ± 0,50
Konne [®]	18,9 ± 0,32	3,1 ± 0,32	-	78,0 ± 0,05
Obtura [®]	17,7 ± 0,35	1,4 ± 0,20	11,4 ± 0,07	69,5 ± 0,21
Tanari [®]	15,6 ± 0,66	2,4 ± 0,20	-	82,0 ± 0,72
Dentsply [®]	14,5 ± 0,70	1,2 ± 0,24	-	84,3 ± 0,50

^α Obtido por precipitação com acetona; ^β obtidos por evaporação; ^γ Obtido por análise elementar. ^λ Obtidos por (100% - % do polímero guta-percha + % de cera/resina + % do BaSo4). (-) não detectado.

Tabela 5. Média e desvio padrão (SD) do percentual em massa para análise química dos cones de guta-percha.

Parte do referido anexo foi retirado do trabalho (Correlação entre a composição química de cones de guta-percha e sua qualidade obturadora de canais radiculares, J.B.A Silva Jr., R. C. M. Paula, J. P. A. Feitosa, E. D. Gurgel-Filho, F. B. Teixeira) apresentado no Congresso Brasileiro de Materiais, Natal-RN, Novembro de 2002.

Resultados da média de três grupos para microanálise.

Marca	Enxofre%	Hidrogênio%	Carbono%	Nitrogênio%
Analytic®	1,51	2,94	19,49	0,21
Obtura®	1,56	2,56	17,48	0,45
Konne®	0	2,84	20,75	0,46
Tanari®	0	2,44	16,59	0,35
Dentsply®	0	2,45	16,14	0,58

Composição dos cones em 3 gramas.

Marca	Guta%	Cera/Resina%	M ₂ (SO ₄)%	ZnO%
Analytic®	20,4	1,7	24,7	51,6
Analytic®	21,0	2,0	22,6	60,0
Analytic®	19,9	2,3	17,9	54,3
Obtura®	18,0	1,2	23,5	57,9
Obtura®	17,5	1,6	23,6	56,8
Obtura®	17,6	1,4	23,4	57,5
Konne®	18,8	3,3	19,6	57,0
Konne®	19,4	2,8	14,9	62,9
Konne®	18,4	3,3	22,9	55,4
Tanari®	15,3	2,2	34,5	48,0
Tanari®	15,2	2,6	37,1	44,2
Tanari®	16,3	2,4	33,2	48,6
Dentsply®	14,4	1,4	29,1	53,0
Dentsply®	14,0	1,3	28,2	56,1
Dentsply®	15,3	0,93	26,8	57,9

Resultados da Microanálise de Raios X (EDX) no MEV

Cone Konne	G1	G2	G3	Media %	Desvio Padrão
O elemento%	15.58	9.85	24.63	16.69	7.45
O atômico %	42.99	30.8	57.16	43.65	13.19
Zn elemento%	84.42	89.88	75.12	83.14	7.46
Zn atômico %	57.01	68.82	42.67	56.17	13.10
Cone Obtura	G1	G2	G3	Media %	Desvio Padrão
O elemento %	6.19	17.66	19.24	14.36	7.12
O atômico %	21.03	47.2	49.76	39.33	15.90
Si elemento%	1.15	1.3	1.36	1.27	6.21
Si atômico%	2.22	1.98	2	2.07	0.13
S elemento%	1.05	0.77	0.83	0.88	0.15
S atômico%	1.78	1.03	1.07	1.29	0.42
Zn elemento%	82.54	72.34	70.88	75.25	6.35
Zn atômico %	68.64	47.32	44.86	53.61	13.08
Ba elemento %	5.38	7.92	7.69	7.00	1.40
Ba atômico %	2.13	2.47	2.32	2.31	0.17
Cone Analytic	G1	G2	G3	Media %	Desvio Padrão
O elemento %	23.62	25.13	23.28	24.38	0.98
O atômico %	56.51	58.5	56.05	57.51	1.30
Si elemento%	1.31	1.09	1.22	1.21	0.11
Si atômico%	1.83	1.44	1.67	1.65	0.20
S elemento%	2.69	2.66	2.7	2.68	0.02
S atômico%	3.22	3.06	3.24	3.17	0.10
Zn elemento%	59.57	58.33	60.33	59.41	1.01
Zn atômico %	34.89	33.23	35.54	34.55	1.19
Ba elemento %	12.78	12.38	12.47	12.54	0.21
Ba atômico %	3.56	3.36	3.5	3.47	0.10
Cone Tanari	G1	G2	G3	Media %	Desvio Padrão
O elemento %	16.47	29.22	16.87	20.85	7.25
O atômico %	44.20	61.17	45.33	50.23	9.49
Si elemento%	1.07	3.78	0	1.62	1.95
Si atômico%	1.63	4.5	0	2.04	2.28
Zn elemento%	82.46	67.01	83.13	77.53	9.12
Zn atômico %	54.16	34.33	54.67	47.72	11.60
Cone Dentsply	G1	G2	G3	Media %	Desvio Padrão
O elemento %	6.61	19.38	15.67	13.89	6.57
O atômico %	22.43	49.24	43.16	38.28	14.06
Si elemento%	0	0	0	0.00	0.00
Si atômico%	0	0	0	0.00	0.00
Zn elemento%	93.15	79.86	84.33	85.78	6.76
Zn atômico %	77.4	49.66	56.84	61.30	14.40

“Avaliação do selamento apical em cinco diferentes marcas de cones de guta-percha frente a duas técnicas de obturação”

MATERIAL E MÉTODOS

Foram selecionados 120 incisivos centrais superiores, divididos em 11 grupos com 10 dentes cada, sendo obturados pelas seguintes técnicas: grupos 1 a 5 cone modelado, grupos 6 a 10 onda contínua de condensação e grupo 11 condensação lateral como controle. Dois grupos de 5 dentes cada foram utilizados para controle da técnica de imersão no corante. Cada grupo foi obturado com uma marca comercial de cone de guta-percha: Analytic[®], Konne[®], Obtura[®], Dentsply[®] e Tanari[®].

Todos os dentes foram padronizados com o comprimento aproximado de 20mm utilizando-se da secção da coroa.

Antes da instrumentação, os dentes foram imersos, por 48 horas, em hipoclorito de sódio a 5,25% à temperatura ambiente para a remoção de eventual material orgânico, sendo, então, lavados em água corrente por 4 horas e a seguir acondicionados em frascos individuais contendo soro fisiológico, assim permanecendo no período que antecedeu o seu uso no experimento.

Durante toda a etapa de instrumentação alguns parâmetros foram padronizados. O comprimento de trabalho de todos os canais foi determinado introduzindo-se uma lima tipo Flexofile #15 (Maillefer Instruments, Bailagues, Swiss), até que, com o auxílio de uma lente de 10 aumentos, fosse averiguada a coincidência de sua ponta com a abertura do forame, recuando-se desta medida 1mm.

Em seguida foi feito o preparo dos terços cervical e médio com limas Greater Taper (Maillefer Instruments, Bailagues, Swiss), números 4 (azul conicidade 0,12mm/mm), 3 (vermelha conicidade 0,10mm/mm) e 2 (amarela conicidade 0,08mm/mm) acionadas à motor em 700 rpm (Easy Endo, Belo Horizonte, MG).

O ombro apical foi feito até a lima Flexofile # 50 (Maillefer Instruments, Bailagues, Swiss) seguido do recuo escalonado com os limas # 55, 60 e 70. Os forames apicais foram limpos com uma lima Flexofile # 20. A irrigação foi feita com 0,5 mL de clorexidina gel 2% (EndoSuport, Itapet. SP) intercalada com 1mL de soro fisiológico.

Realizado o preparo, os canais radiculares foram secos com 4 cones de papel absorvente #50 (Dentsply Ind.Com Ltda, Petrópolis, RJ).

Em seguida foi realizada a padronização da extremidade apical do cone médio, no calibre #50 correspondente ao instrumento responsável pela confecção do ombro apical à 1mm aquém do forame, empregando-se a régua calibradora (Maillefer, Ballaigues, Swiss).

As obturações em todos os grupos foram realizadas usando cimento obturador Endométhasone (Specialités Septodont, Saint-Maur, França), proporcionado e manipulado de acordo com as recomendações do fabricante na proporção de 60 mg de líquido para 260mg de peso do pó.

Os grupos 1 a 5 foram então obturados seguindo a técnica do cone único modelado (Endodontia FOP/ UNICAMP):

- Inicialmente selecionou-se dois condensadores verticais utilizados no corte do cone de guta-percha e compactação final da obturação. O condensador de corte ajustava-se na entrada dos canais e o condensador de compactação penetrava 1 a 2mm no interior do canal.
- Em seguida executou-se a seleção e modelagem da extremidade do cone médio com o canal radicular umedecido pela clorexidina gel 2%. O cone foi introduzido e retirado do canal, com movimentos de vai-vem, aproximadamente dez vezes, pressionando-se levemente contra o batente apical (modelagem do cone).

- Os canais foram irrigados com soro fisiológico (5mL), visando a remoção da clorexidina gel (VIVACQUA-GOMES et al. 2002) e secos com 4 pontas de papel absorvente # 50 (Dentsply Ind.Com Ltda, Petrópolis, RJ).
- O cone, envolto pelo cimento, foi introduzido no canal até o comprimento de trabalho, a seguir, retirado e envolto por mais cimento, sendo novamente levado ao comprimento de trabalho.

Neste momento, foi realizado o corte da extremidade coronária do cone com o condensador de corte aquecido em lamparina. Imediatamente após o corte realizou-se a compressão vertical a frio por quinze segundos com um segundo condensador, seguindo os princípios da técnica descrita por DE DEUS em 1992.

Nos grupos 6 a 10 foi utilizada a técnica da onda contínua de condensação preconizada por BUCHANAN (1996) com o aparelho “System B” (SybronEndo, Orange, CA, USA) conforme a seqüência:

- O cone de guta-percha acessório médio a ser usado como principal foi adaptado no comprimento de trabalho.
- Selecionou-se um condensador de Schilder da mesma conicidade do cone escolhido, o qual encontrou resistência das paredes do canal preparado de 5 a 7mm aquém do comprimento de trabalho, sendo o cursor do condensador ajustado nesta medida.

- Após a secagem do canal o cone foi envolto pelo cimento como descrito anteriormente.
- O aparelho System B foi ajustado para os modos “*Use e Touch*”, com temperatura de 200°C.
- O aparelho foi acionado no “*holder*” (dispositivo para acionamento do sistema) e o condensador pré-aquecido foi direcionado através do cone de guta-percha, exercendo-se uma compressão em direção apical até 5 a 7mm aquém do comprimento determinado.
- Neste momento o “*holder*” foi liberado mantendo-se a compressão. Isso faz com que o condensador comece a resfriar, diminuindo seu deslocamento apical, fazendo com que pare próximo a medida pré-estabelecida (5 a 7mm do CT). Nesta posição foi mantida a compressão apical da guta-percha por cerca de dez segundos, tendo como objetivo reduzir o efeito da contração volumétrica da guta-percha, aumentando a adesão do cimento obturador às paredes do canal, maximizando o selamento apical da obturação acorde SCHILDER (1974), GOODMAN et al. (1981) e BUCHANAN 1996.

- Ainda mantendo a pressão apical, o aparelho foi novamente acionado para aquecer o condensador e removê-lo do canal. Esta manobra remove a massa de guta-percha coronária ao instrumento.
- Um outro cone acessório médio teve 2 a 3mm da ponta cortada e, envolto em cimento, foi levado no canal até encontrar a obturação do terço apical. Com o aparelho ajustado em 100°C, o condensador foi introduzido aquecido até a metade da extensão do cone quando o dispositivo acionador era liberado permitindo o resfriamento do condensador. Este então movimentado circunferencialmente e removido do canal.
- Um outro cone acessório foi inserido no espaço criado e, com o condensador aquecido a 250°C, a guta-percha foi plastificada no nível da embocadura do canal sendo a massa condensada com um instrumento manual frio.

O grupo 11 foi obturado pela Técnica da Condensação lateral seguido a seqüência abaixo:

- O cone de guta-percha principal #50 foi selecionado e adaptado no comprimento de trabalho.
- O cone principal (Konne Ind. Com. Ltda, Belo Horizonte, MG), envolto pelo cimento, foi introduzido no canal até o comprimento de

trabalho, a seguir, retirado e envolto por mais cimento, sendo novamente levado ao comprimento de trabalho.

- Um espaçador digital tamanho “B” (Maillefer Instruments, Bailagues, Swiss) era introduzido lateralmente ao cone principal até 3 milímetros aquém do comprimento de trabalho (HEMBROUGH et al. 2002) .
- Um cone acessório “fine” (Konne®) era então envolto em cimento e levado ao canal imediatamente após a remoção do espaçador digital, ocupando o espaço criado pelo instrumento.
- Novamente o espaçador era introduzido lateralmente aos cones e um novo cone acessório envolto em cimento era introduzido, repetindo estas manobras até o completo preenchimento do canal.
- Estando o canal preenchido, os excessos coronários dos cones de guta-percha eram cortados na embocadura do canal com o auxílio de um condensador vertical aquecido. Com este instrumento frio eram efetuadas a condensação vertical e acabamento final da obturação.

Dez dentes foram utilizados como controle sendo 5 totalmente impermeabilizados para servir como controle negativo e outros cinco permaneceram com 2 mm apicais sem impermeabilização para servir como controle positivo.

Depois das obturações, as raízes foram impermeabilizadas com duas camadas de esmalte de unhas (Colorama, Bozzano Ceil, São Paulo) deixando-se isento apenas 2 mm correspondente ao forame apical. Após 12 horas da presa final do esmalte os dentes foram imersos em um recipiente plástico contendo 80 mL de tinta nanquim (Pelicano 4001, Hannover, Alemanha), levados em um ambiente a vácuo por 40 minutos a 600 milímetros de mercúrio e a seguir fechados no recipiente a 37°C por um período de 10 dias. Decorrido este período os dentes foram lavados em água corrente por 30 minutos para a remoção do excesso do marcador e por mais 12 horas até a secagem final.

A impermeabilização foi removida através de raspagem com lâmina de bisturi nº15 e acetona (Cinética Química Ltda.). Em seguida os dentes receberam o tratamento de diafanização, seguindo o protocolo de PÉCORA et al.(1986):

- Os dentes foram imersos em um recipiente contendo ácido clorídrico a 5% e mantidos em agitação constante por 72 horas. A solução ácida foi trocada a cada 24 horas.
- Concluída a descalcificação, os dentes foram lavados em água corrente por 12 horas.
- Após a fase de lavagem, os dentes foram colocados em uma bateria de álcool ascendente, 4 horas em cada concentração, tais como de 75, 85, 96 e 100%.

- ✓ Diafanização em Salicilato de Metila (Vetec Química Fina Ltda- Rio de Janeiro).

A Medição linear do corante foi feita através de uma Microcâmera (LG-HoneyWell-405N) acoplada à Lupa Estereoscópica (Lambda Let Hong Kong), com 20X de aumento. Essa imagem foi transferida ao computador e mensurada de forma linear no programa Imagelab (Saftium Informática, São Paulo-SP).

Utilizando uma escala em milímetros personalizada para o experimento, foram realizadas as mensurações sobre a região infiltrada, iniciando da borda externa da raiz até a maior extensão de penetração do corante (AL-DEWANI et al. 2000). As medições foram feitas nas quatro faces de cada dente.

Cada raiz diafanizada foi acondicionada em vidro transparente, identificado, contendo salicilato de metila e examinada duas vezes, em dias diferentes, pelo mesmo observador, sem referências aos registros anteriores.

Análise estatística

Todos os dados numéricos obtidos, das médias das quatro faces, foram tabulados e analisados estatisticamente através de teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis no programa GMC 8.1 (Ribeirão Preto-SP).

RESULTADOS

A presença da lama dentinária impede a penetração dos cimentos endodônticos nos túbulos dentinários prejudicando o selamento apical (AL-DEWANI. et al., 2000; DE DEUS et al., 2002). Em vista da importância da remoção da lama dentinária previamente à obturação, dez dentes foram preparados para análise na microscopia eletrônica de varredura.

Os resultados mostraram um bom padrão de limpeza com a presença de túbulos dentinários abertos tanto nos cortes do terço médio como no terço apical. A presença de debris foi pequena em ambos os terços analisados (Figuras 14 a 17).

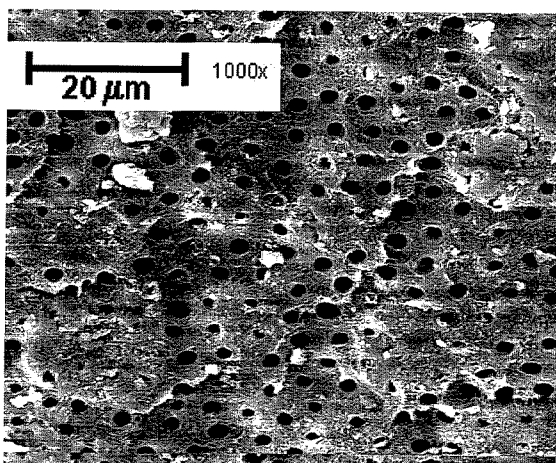


Fig. 14- Irrigação clorexidina gel 2%.Terço médio

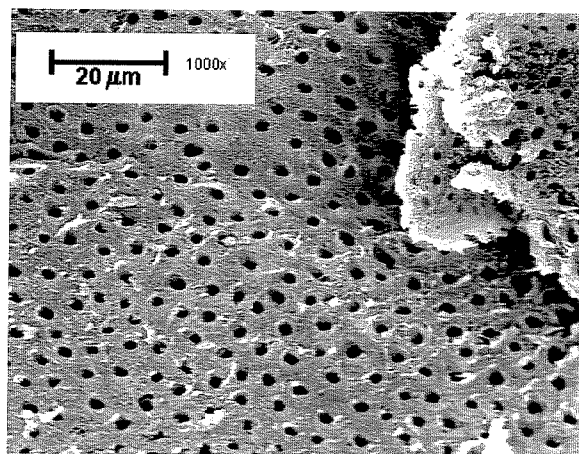


Fig. 15- Irrigação clorexidina gel 2%.Terço médio

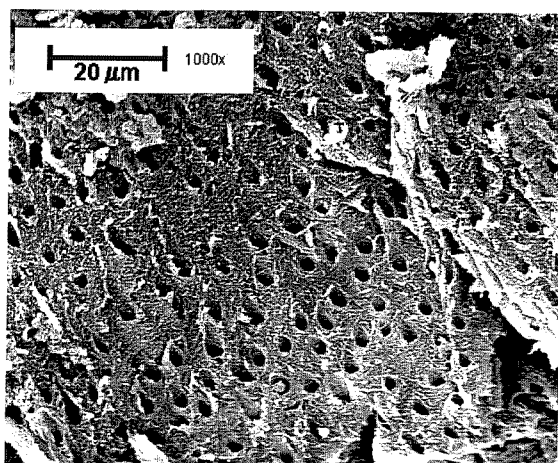


Fig. 16- Irrigação Clorexidina gel 2%.Terço apical.

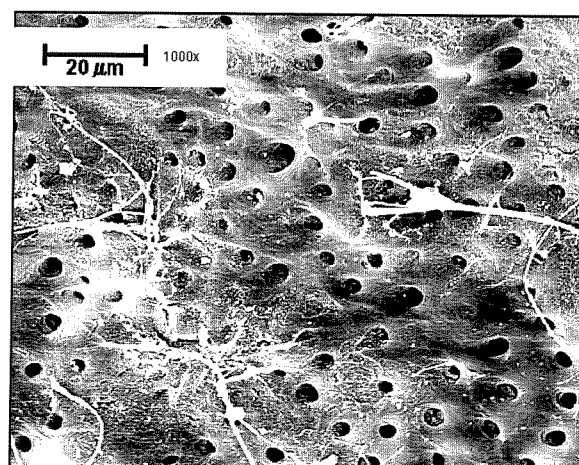


Fig. 17- Irrigação Clorexidina gel 2%.Terço apical.

O presente estudo objetivou avaliar o selamento apical frente a cinco marcas de cones de guta-percha (Tabela 1) e duas técnicas de obturação endodôntica.

Houve infiltração em todos os grupos experimentais. Os espécimes do grupo controle positivo apresentaram infiltração total do corante (Figura 18) mostrando a capacidade de penetração da tinta nanquim, enquanto no grupo que foi totalmente impermeabilizado não houve marcação do corante (Figura 19).



Fig. 18- Controle positivo



Fig. 19- Controle negativo

As médias de infiltração em milímetros de corante das três técnicas estudadas com o cone da marca Konne® estão expressas na Tabela 6. Houve maior infiltração do corante na técnica da condensação lateral sendo esta diferença estatisticamente significativa ($p < 0.05$) quando comparada com as técnicas do cone único modelado e onda contínua de condensação.

Técnica	Marca	Infiltração mm	Posto Médio
Onda de condensação	Konne®	0,40	12.0 ^a
Cone modelado	Konne®	0,45	12.8 ^a
Condensação lateral	Konne®	0,95	21.8 ^b

Postos médios seguidos de letras diferentes apresentam diferenças estatisticamente significantes entre si ($p < 0.05$).

Tabela 6. Infiltração apical em milímetros e posto médio das três técnicas.

Isoladamente na técnica do cone único modelado a marca comercial do cone não influenciou no selamento apical (Tabela 7).

Na técnica da onda contínua de condensação, houve um melhor selamento frente às marcas Analytic[®], Konne[®], Obtura[®] e Tanari[®] quando comparadas à marca Dentsply[®] (Tabela 8 e Figuras 21a 25).

Técnica	Marca	Infiltração(mm)	% de guta	Posto Médio
Cone modelado	Obtura [®]	0,43	17,7	21.0 ^a
Cone modelado	Konne [®]	0,45	18,9	25.0 ^a
Cone modelado	Dentsply [®]	0,44	14,5	25.7 ^a
Cone modelado	Analytic [®]	0,59	20,4	33.5 ^a
Cone modelado	Tanari [®]	0,58	15,6	33.8 ^a
Cond.Lateral	Konne [®]	0,95		44.7 ^b

Postos médios seguidos de letras diferentes apresentam diferenças estatisticamente significantes entre si ($p < 0.05$).

Tabela 7. Infiltração apical em milímetros, percentagem de guta-percha e posto médio da técnica do cone modelado.

Técnica	Marca	Infiltração	% de guta	Posto Médio
Onda de condensação	Obtura [®]	0,39	17,7	22.7 ^a
Onda de condensação	Analytic [®]	0,40	20,4	24.3 ^a
Onda de condensação	Tanari [®]	0,39	15,6	24.5 ^a
Onda de condensação	Konne [®]	0,40	18,9	25.6 ^a
Onda de condensação	Dentsply [®]	0,70	14,5	41.3 ^b
Cond.Lateral	Konne [®]	0,95		45.4 ^b

Postos médios seguidos de letras diferentes apresentam diferenças estatisticamente significantes entre si (p<0.05).

Tabela 8. Infiltração apical em milímetros, percentagem de guta-percha e posto médio da técnica da onda contínua de condensação.

Foi observado quando da análise dos grupos obturados pela onda contínua de condensação a presença freqüente de bolhas e espaços vazios entre o terço apical e o segundo segmento aquecido de guta-percha condensado nos terços médio e cervical, como bem ilustra a Figura 31.

Outro dado observado foi a presença do botão apical de cimento em todos os grupos em decorrência da limpeza do forame apical.

As Figuras 20 a 30 demonstram a qualidade do selamento apical nas duas técnicas experimentais cone modelado e onda de condensação e na técnica controle, condensação lateral.

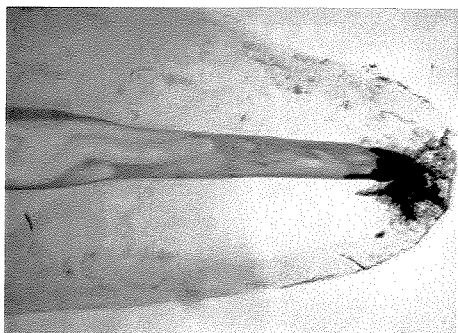


Fig. 20 Espécime Condensação Lateral.

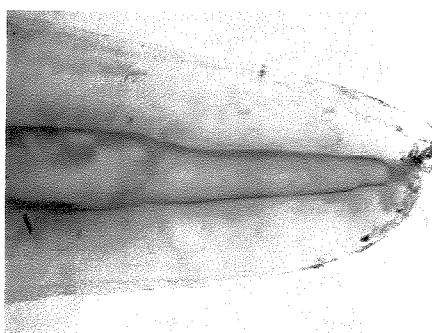


Fig. 21- Analytic onda de condensação.

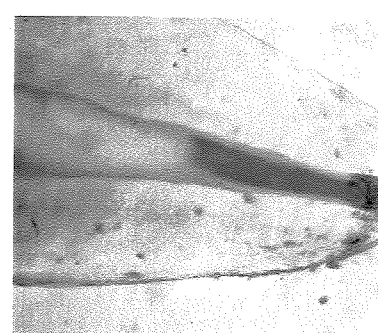


Fig. 22- Dentsply onda de condensação



Fig. 23- Obtura onda de condensação.



Fig. 24- Konne onda de condensação.

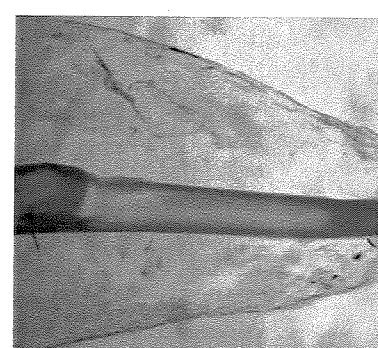


Fig. 25- Tanari Onda de condensação

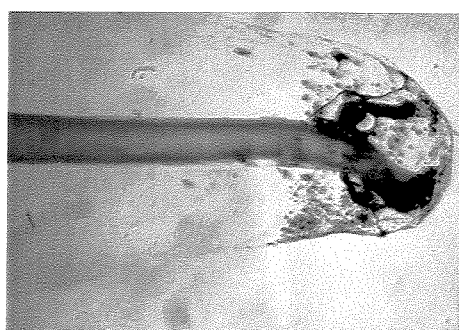


Fig. 26- Tanari modelado.

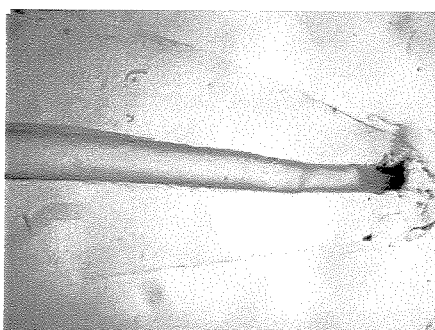


Fig. 27- Analytic modelado.



Fig. 28- Dentsply modelado.



Fig. 29- Obtura modelado.

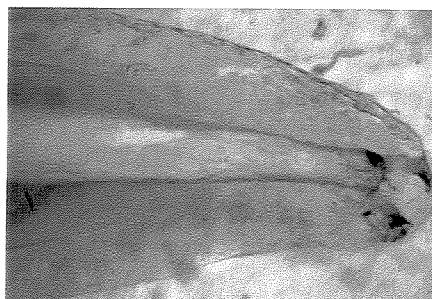


Fig. 30- Konne modelado.

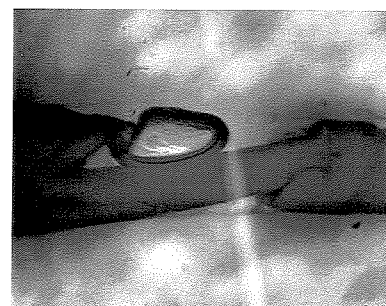


Fig. 31- Bolha entre os terços na onda de condensação.

RESULTADOS DA INFILTRAÇÃO LINEAR APICAL PELA TÉCNICA DA CONDENSÇÃO LATERAL (TÉCNICA CONTROLE MARCA KONNE)

Condensação Later. G1	CondLatG2	CondLatG3	condlatG4	condlatG5	condlatG6	condlatG7	condlatG8	condlatG9	condlatG10	Media
2.04	0.73	0.62	1.2	0.75	0.31	0.95	0.37	0.91	2.09	
1.57	1.29	0.93	1.3	0.62	0.24	0.8	0.3	0.85	1.6	
1.61	0.72	0.74	0.95	0.59	0.29	0.9	0.3	1.34	2.05	
1.35	0.77	0.95	0.8	0.64	0.3	0.84	0.32	1.19	1.89	
6.57	3.51	3.24	4.25	2.6	1.14	3.49	1.29	4.29	7.63	
1.6425	0.8775	0.81	1.0625	0.65	0.285	0.8725	0.3225	1.0725	1.9075	0.95

RESULTADOS DA INFILTRAÇÃO LINEAR APICAL PELA TÉCNICA DO CONE MODELADO (marcas Tanari, Dentsply, Analytic, Obtura e Konne).

Modelado Tanari G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	Media
0.9	0.74	0.47	0.64	0.86	0.44	0	0.34	0.7	0.91	
0.9	0.59	0.4	0.59	0.55	0.67	0	0.87	0.18	0.95	
0.97	0.5	0.35	0.59	0.67	0.5	0	0.8	0.67	0.95	
0.97	0.86	0.42	0.61	0.63	0.32	0	0.36	0.61	0.8	
3.74	2.69	1.64	2.43	2.71	1.93	0	2.37	2.16	3.61	
0.935	0.6725	0.41	0.6075	0.6775	0.4825	0	0.5925	0.54	0.9025	0.58
Modelado Dentsply G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	Media
0.63	0	0.6	0.38	0.42	0.34	0	1.12	0.9	1.12	
0.26	0	0.64	0.51	0.56	0	0	0.58	0.96	0.5	
0.38	0	0.72	0.58	0.31	0	0	1.12	0	0.8	
0.36	0	1.01	0.45	0.47	0	0	1.17	0	0.7	
1.63	0	2.97	1.92	1.76	0.34	0	3.99	1.86	3.12	
0.4075	0	0.7425	0.48	0.44	0.085	0	0.9975	0.465	0.78	0.44

Modelado Analytic G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	Media
	0.72	0.46	0.44	0.46	0.64	0.54	0.52	0.39	0.57	0.49
	0.82	0.33	0.61	0.57	0.83	0.45	0.62	0.71	0.69	0.5
	0.37	0.7	0.42	0.07	0.89	0.97	0.9	0.49	0.75	0.65
	0.72	0.33	0.68	0.53	0.42	0.64	0.43	1.01	0.58	0.7
	2.63	1.82	2.15	1.63	2.78	2.6	2.47	2.6	2.59	2.34
	0.6575	0.455	0.5375	0.4075	0.695	0.65	0.6175	0.65	0.6475	0.585
										0.59
Modelado Obtura G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	Media
	0.35	0.36	1.63	0	0.52	0.25	0	0	0.42	0.43
	0.35	0.56	1.53	0	0.37	0.49	0	0	0.32	0.55
	0.35	0.66	1.55	0	0.45	0.51	0	0	0.4	0.66
	0.35	0.67	1.46	0	0.64	0.36	0	0	0.28	0.57
	1.4	2.25	6.17	0	1.98	1.61	0	0	1.42	2.21
	0.35	0.5625	1.5425	0	0.495	0.4025	0	0	0.355	0.5525
										0.43
Modelado KonneG1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	Media
	0.21	0.45	0	0	0.31	0.45	0.31	1.08	0.2	1.4
	0	0.52	0	0	0.42	0.82	0.17	1.28	0.23	1.32
	0	0.8	0	0	0.54	0.77	0.2	0	0.2	1.54
	0	0.83	0	0	0.33	0.83	0.29	1.04	0.29	1.09
	0.21	2.6	0	0	1.6	2.87	0.97	3.4	0.92	5.35
	0.0525	0.65	0	0	0.4	0.7175	0.2425	0.85	0.23	1.3375
										0.45

RESULTADOS DA INFILTRAÇÃO LINEAR APICAL PELA TÉCNICA DA ONDA CONTÍNUA DE CONDENSACÃO.

OndaTanari G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	Media
	0	0.46	0.23	0.26	0.52	0.52	0.57	0.68	0.29	0
	0	0.46	0.39	0.43	0.54	0.51	0.66	0.72	0.65	0
	0	0.39	0.38	0.5	0.47	0.42	0.62	0.6	0.6	0
	0	0.4	0.43	0.33	0.52	0.37	0.6	0.43	0.46	0
	0	1.71	1.43	1.52	2.05	1.82	2.45	2.43	2	0
	0	0.4275	0.3575	0.38	0.5125	0.455	0.6125	0.6075	0.5	0
										0.39
Onda Dentsply G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	Media
	0.92	0.73	0.72	0.61	0.63	1.05	0.72	0.68	0.49	0.45
	0.97	1.17	0.72	0.69	0.62	1.06	0.33	0.5	0.57	0.38
	0.87	1.04	0.66	0.66	0.77	1.2	0.95	0.52	0.38	0.5
	0.79	0.56	0.67	0.67	0.73	1.04	0.49	0.58	0.36	0.39
	3.55	3.5	2.77	2.63	2.75	4.35	2.49	2.28	1.8	1.72
	0.8875	0.875	0.6925	0.6575	0.6875	1.0875	0.6225	0.57	0.45	0.43
										0.70
Onda Analytic G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	Media
	0.46	0.55	0.18	0.97	0	0.18	0.58	0.3	0.32	0.35
	0.21	0.31	0.35	0.8	0	0.35	0.64	0.37	0.55	0.34
	0.47	0.29	0.33	0.7	0	0.33	0.82	0.23	0.59	0.3
	0.46	0.56	0.35	0.95	0	0.35	0.53	0.18	0.55	0.34
	1.6	1.71	1.21	3.42	0	1.21	2.57	1.08	2.01	1.33
	0.4	0.4275	0.3025	0.855	0	0.3025	0.6425	0.27	0.5025	0.3325
										0.40

Onda Obtura G1		G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	Media
	1.18	0	0.26	0.28	0.3	1.36	1	0.2	0	0.3	
	1.21	0	0.24	0.16	0.19	1.52	0.95	0	0	0.24	
	0.63	0	0.18	0.24	0.26	0.69	0.56	0	0	0.33	
	0.85	0	0.36	0.23	0.2	1.1	0.55	0	0	0	
	3.87	0	1.04	0.91	0.95	4.67	3.06	0.2	0	0.87	
	0.9675	0	0.26	0.2275	0.2375	1.1675	0.765	0.05	0	0.2175	0.39
Onda KonneG1		G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	Media
	1.07	0.78	0	0	0	0.29	0.7	0	0.86	0.45	0
	0.52	0.75	0	0	0	0.75	0.65	0	0.95	0.52	0
	0.36	0.66	0	0	0	0.44	0.69	0	0.99	0.35	0
	0.95	0.95	0	0	0	0.5	0.36	0	0.9	0.44	0
	2.9	3.14	0	0	0	1.98	2.4	0	3.7	1.76	0
	0.725	0.785	0	0	0	0.495	0.6	0	0.925	0.44	0.40

**“Avaliação da obturação de canais laterais por cinco marcas comerciais
de cones de guta-percha”**

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados 50 incisivos centrais de resina epóxica (Advanced Endodontics, Santa Barbara, USA), com 22 mm de comprimento. Os dentes possuíam três canais laterais; apical, médio e cervical, com 0,2 mm de diâmetro e comprimentos de 1,3 mm, 1,5 mm e 1,7 mm respectivamente (Figura 32A). Essas medidas foram tomadas através de uma lupa estereoscópica (Lambda Let, Hong Kong, China) em aumento de 50X acoplada a uma câmera digital (LG Colour Camera CCD, Korea, Seoul) e medidas no programa Imagelab 2.3 (São Paulo, Brasil).

Os dentes foram divididos em cinco grupos com 10 dentes cada. Cada grupo foi obturado com uma marca comercial de cone de guta-percha (Analytic[®], Konne[®], Obtura[®], Tanari[®] e Dentsply[®]) pela técnica da onda de condensação (BUCHANAN, 1996).

Durante toda a etapa de instrumentação alguns parâmetros foram padronizados. O comprimento de trabalho de todos os canais foi determinado introduzindo-se uma lima tipo Flexofile #15 (Maillefer Instruments, Bailagues, Swiss), até que, com o auxílio de uma lente com aumento de 10X, fosse averiguada a coincidência de sua ponta com o forame, recuando-se desta medida 1mm. Em seguida foi feito o preparo dos terços cervical e médio com as limas Greater Taper (Maillefer Instruments,

Bailagues, Swiss), número 4 (azul conicidade 0,12mm/mm) e 3 (vermelha conicidade 0,10mm/mm) acionadas à motor em 700 rpm (Easy Endo, Belo Horizonte, MG) e brocas de Gates-Glidden # 5, 4 e 3 em comprimentos crescentes.

O ombro apical foi feito até a lima Flexofile (Maillefer Instruments, Bailagues, Swiss) # 50, seguido de recuo escalonado com limas # 55 e 60 e patência foraminal com a lima Flexofile # 20. A irrigação foi realizada com 2mL de água destilada entre cada lima utilizada.

Realizado o preparo os canais radiculares foram secos com cones de papel absorvente #50 (Dentsply Ind.Com Ltda, Petrópolis, RJ) e conferida a patência dos canais laterais com a lima tipo Kerr # 20 (Maillefer Instruments, Bailagues, Swiss).

Em seguida foi realizada a padronização da extremidade apical do cone médio, no calibre #50, correspondente ao instrumento responsável pela confecção do ombro apical à 1mm aquém do forame, empregando-se a régua calibradora (Maillefer, Ballaigues, Swiss). A técnica de escolha para obturação foi a Onda Contínua de Condensação preconizada por BUCHANAN (1996) com o aparelho "System B" (Analytic Technology, Redmont, WA, USA) conforme seqüência citada no anexo 2.

Após a obturação os dentes foram colocados em estufa a 37° C por 14 dias para presa final do cimento (SILVER et al., 1999). Em seguida foram cortados em três segmentos adjacentes aos canais laterais, com o auxílio de uma cortadeira de precisão (Isomet, Buhler, Ltd. Lake Bluff, NY, USA) com disco de diamante ($\varnothing$ 125mm x 0,35mm x 12,7mm – 330C) (Figura

32B). Após a divisão dos terços os dentes foram incluídos em resina epóxica utilizando-se formas de canos de PVC de $\frac{3}{4}$ polegadas (Tigre S/A, SP, Brasil) e uma placa de vidro como base (Figuras 32C e 33). A base da forma foi vedada com cianoacrilato (Loctite, Itapevi, SP, Brasil) para evitar o escoamento da resina até sua presa final (Figura 33).

Posteriormente os espécimes receberam o tratamento metalográfico com lixamento e polimento com pastas de diamante de 1 e 3 μm (SAPUQ 40600235, Struess, DK) (Figura 32D). As lixas foram usadas na ordem crescente da 400 até a lixa 1000 (DP-NETOT 4050014, Struers, DK). Esse preparo prévio tem por finalidade promover uma superfície com alta capacidade de transmitir a luz mascarando as linhas de corte do disco de diamante (Figuras 34-36).

A visualização do material obturador nos canais laterais foi feita através de um microscópio de luz refletida (Axiscope – Carl Zeiss Vision GmbH, Hallbergmoos, Germany) com 50X de aumento acorde SILVER et al., (1999). As imagens foram salvas em formato TIFF com 1200 dpi, transferidas ao computador e mensuradas de forma linear no programa IMAGE-PRO 4.0 (Media Cybernetics, Silver Spring, MD, USA) (Figura 32E).

As medidas foram calculadas pela percentagem em milímetros do comprimento total do canal lateral em relação ao comprimento ocupado por guta-percha ou cimento.

Os resultados foram tabulados e analisados pelo teste estatístico de Kruskal-Wallis, no programa BioEstat 2.0 (Belém, PA).

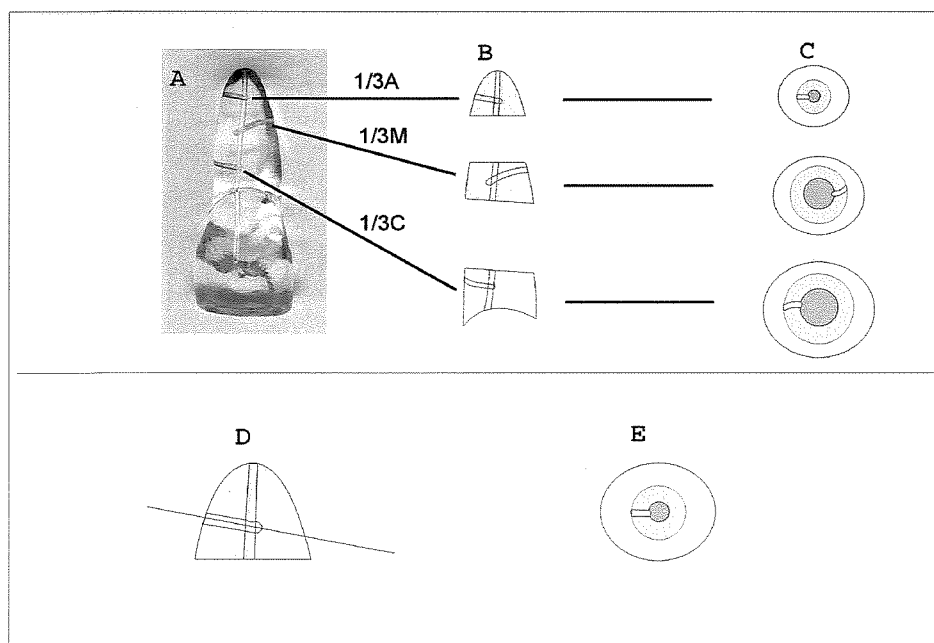


Figura 32. A- dente utilizado no experimento. B-corte em nos terços apical, médio e cervical. C-Inclusão em resina epóxica. D-Lixamento e polimento. E- Amostra final preparada para captura das imagens.



Fig. 33- Tubos de PVC para inclusão das amostras. Base com placa de vidro e vedamento com cianoacrilato.

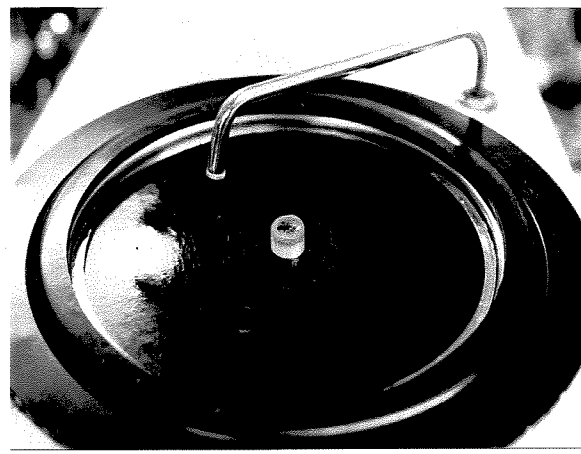


Fig. 34- Acabamento com lixas 400, 600 e 1000.

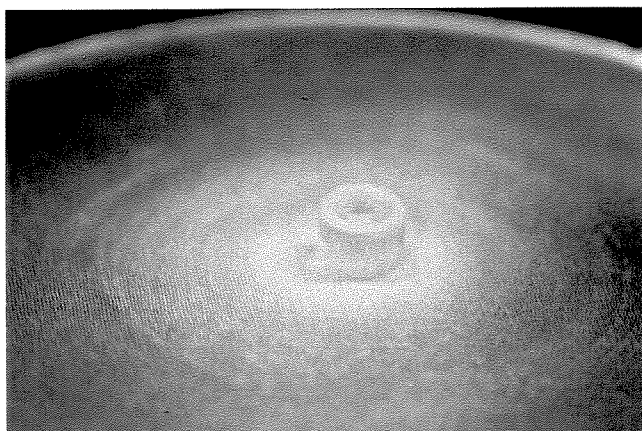


Fig. 35- Polimento final com pasta de diamante.

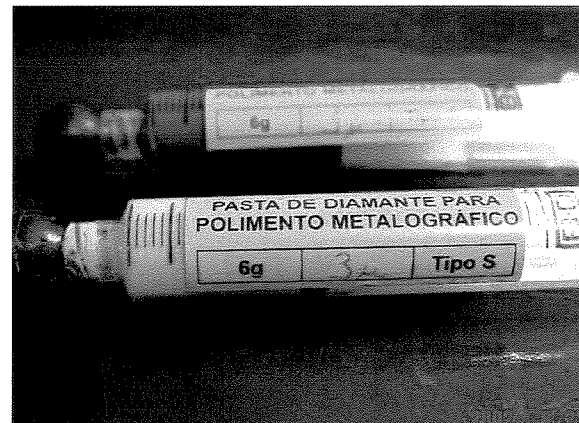


Fig. 36- Pasta de diamante de 1µm e 3µm.

RESULTADOS

A ocupação linear de guta-percha, cimento e os espaços vazios foram analisados nas cinco diferentes marcas de cone nos diferentes níveis correspondentes aos canais laterais, apical, médio e cervical, como mostra a Tabela 9.

Não houve diferença estatisticamente significante ($p>0.05$) na quantidade de guta-percha, cimento e espaços vazios, frente as cinco marcas quando analisados tanto nos terços apical, quanto cervical.

O escoamento linear da guta-percha aquecida foi significativamente maior ($p<0.05$) no terço médio nas marcas Analytic®, Obtura® e Konne®, quando comparado com os cones da Tanari® e Dentsply®.

Não houve diferença entre os cones Tanari® e Dentsply® bem como Analytic®, Konne® e Obtura® frente a quantidade de guta-percha, cimento e espaços vazios nos três terços individualmente.

O terço apical foi o mais crítico apresentando o menor índice de guta-percha e maior quantidade de espaço vazio, independente da marca de cone utilizada.

Marca		Guta-percha	Posto Médio guta-percha	Cimento	Posto Médio cimento	Espaços vazios
Analytic®	apical	7,73%	-	73,45%	-	18,82%
	médio	99,62%	37,90 ^a	0%	13,0 ^a	0,38%
	cervical	97,49%	-	2,43%	-	0%
	média	68,28%		25,29%		6,40%
Konne®	apical	6,71%	-	73,14%	-	20,23%
	médio	98,58%	36,75 ^a	0%	13,0 ^a	1,42%
	cervical	100%	-	0%	-	0%
	média	68,43%		24,38%		7,21%
Obtura®	apical	9,02%	-	69,90%	-	21,51%
	médio	88,15%	31,65 ^a	12,69%	20,95 ^a	0%
	cervical	94,36%	-	5,64%	-	0%
	média	63,84%		29,41%		7,17%
Tanari®	apical	7,20%	-	77,49%	-	15,30%
	médio	48,76%	13,10 ^b	51,24%	37,70 ^b	0%
	cervical	92,03%	-	8,0%	-	0%
	média	49,33%		45,66%		5,10%
Dentsply®	apical	2,83%	-	72,10%	-	24,17%
	médio	37,36%	8,10 ^b	62,64%	42,85 ^b	0%
	cervical	93,62%	-	6,38%	-	0%
	média	44,60%		47,04%		8,06%

Postos médios seguidos de letras diferentes apresentam diferenças estatisticamente significantes entre si ($p < 0.05$). Os espaços seguidos por (-) não apresentam diferenças estatisticamente significantes

Tabela 9. Percentagem de gutapercha, cimento e espaços vazios nas cinco marcas nos três diferentes terços.

RESULTADOS DA ANÁLISE DO CANAL LATERAL APICAL

Analytic apical	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10Média	DP
Comp. Total (mm)	1.3	1.04	1.45	1.3	1.4	1.39	1.28	1.2	1.27	1.4	1.303
Guta canal lateral (mm)	0.1	0.1	0	0.2	0	0.06	0.07	0.06	0.18	0	0.08
Guta principal (mm)	0.32	0.2	0.32	0.23	0.3	0.29	0.29	0.28	0.24	0.3	0.28
Cimento (mm)	0.81	0.64	0.81	0.7	0.8	0.7	0.8	0.76	0.68	0.8	0.75
Espaço vazio (mm)	0.07	0.1	0.32	0.17	0.3	0.34	0.12	0.1	0.17	0.3	0.199
Total (mm)	1.3	1.04	1.45	1.3	1.4	1.39	1.28	1.2	1.27	1.4	1.303
Diâmetro canal (mm)	0.26	0.2	0.24	0.21	0.23	0.22	0.21	0.21	0.21	0.22	0.22
% gutta	10.20	11.90	0.00	18.69	0.00	5.45	7.07	6.52	17.48	0.00	7.73
% cimento	82.65	76.19	71.68	65.42	72.73	63.64	80.81	82.61	66.02	72.73	73.45
% vazio	7.14	11.90	28.32	15.89	27.27	30.91	12.12	10.87	16.50	27.27	18.82

Konne apical	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10Média	DP
Comp. Total (mm)	1.53	1.54	1.4	1.4	1.3	1.4	1.45	1.46	1.4	1.46	1.43
Guta canal lateral (mm)	0	0.15	0.1	0.05	0	0	0.16	0	0.17	0.15	0.08
Guta principal (mm)	0.34	0.32	0.3	0.28	0.3	0.29	0.25	0.3	0.25	0.32	0.30
Cimento (mm)	1.19	0.56	1	1.07	1	0.81	0.65	0.86	0.58	0.54	0.83
Espaço vazio (mm)	0	0.51	0	0	0	0.3	0.4	0.3	0.4	0.45	0.24
Total (mm)	1.53	1.54	1.4	1.4	1.3	1.4	1.46	1.46	1.4	1.46	1.43
Diâmetro canal (mm)	0.24	0.24	0.22	0.22	0.21	0.21	0.21	0.21	0.22	0.23	0.22
% gutta	0.00	12.30	9.09	4.46	0.00	0.00	13.33	0.00	14.78	13.16	6.71
% cimento	100.00	45.90	90.91	95.54	100.00	72.97	54.17	74.14	50.43	47.37	73.14
% vazio	0.00	41.80	0.00	0.00	0.00	27.03	33.33	25.86	34.78	39.47	20.23

Obtura apical	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10Média	DP
Comp. Total (mm)	1.4	1.3	1.4	1.33	1.4	1.3	1.4	1.43	1.4	1.5	1.386
Guta canal lateral (mm)	0.1	0	0.1	0.08	0.1	0.1	0.23	0.1	0.2	0	0.101
Guta principal (mm)	0.2	0.3	0.25	0.25	0.25	0.2	0.32	0.26	0.3	0.33	0.266
Cimento (mm)	0.8	0.8	0.7	0.8	0.8	0.8	0.85	0.64	0.9	0.7	0.779

Espaço vazio (mm)	0.3	0.2	0.35	0.2	0.3	0.2	0.2	0.3	0.2	0.43	0	0.47	0.245	0.16
Total (mm)	1.4	1.3	1.4	1.33	1.45	1.3	1.4	1.43	1.4	1.43	1.4	1.5		
Diâmetro canal (mm)	0.22	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.229	0.00
% guta	8.33	0.00	8.70	7.41	8.70	9.09	21.30	8.55	18.18	8.55	18.18	0.00	9.02	6.67
% cimento	66.67	80.00	60.87	74.07	69.57	72.73	78.70	54.70	81.82	54.70	81.82	59.83	69.90	9.26
% vazio	25.00	20.00	30.43	18.52	26.09	18.18	0.00	36.75	0.00	36.75	0.00	40.17	21.51	13.50

Dentsply Apical	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Média	DP
Comp. Total (mm)	1.3	1.3	1.2	1.5	1.3	1.16	1.3	1.37	1.35	1.3	1.308	0.09
Guta canal lateral (mm)	0.09	0.1	0	0	0.1	0	0	0	0	0	0.03	0.05
Guta principal (mm)	0.3	0.23	0.27	0.3	0.3	0.26	0.3	0.3	0.32	0.3	0.29	0.03
Cimento (mm)	0.9	0.7	0.93	0.4	0.6	0.9	0.6	1.07	0.61	0.53	0.72	0.21
Espaço vazio (mm)	0.01	0.27	0	0.8	0.3	0	0.4	0	0.4	0.4	0.26	0.26
Total (mm)	1.3	1.3	1.2	1.5	1.3	1.16	1.3	1.37	1.33	1.23		
Diâmetro canal (mm)	0.24	0.23	0.23	0.22	0.22	0.23	0.23	0.22	0.24	0.24	0.23	0.01
% guta	9.00	9.35	0.00	0.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.83	4.57
% cimento	90.00	65.42	100.00	33.33	60.00	100.00	60.00	100.00	59.22	53.00	72.10	23.63
% vazio	1.00	25.23	0.00	66.67	30.00	0.00	40.00	0.00	38.83	40.00	24.17	23.21

Tanari Apical	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Média	DP
Comp. Total (mm)	1.3	1.1	1.35	1.4	1.4	1.4	1.4	1.2	1.4	1.5	1.345	0.12
Guta canal lateral (mm)	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.05	0.1	0.1	0.1	0	0.08	0.04
Guta principal (mm)	0.3	0.2	0.25	0.3	0.3	0.35	0.3	0.3	0.25	0.3	0.29	0.04
Cimento (mm)	0.8	0.6	1	0.6	1	1	0.8	0.6	0.85	1	0.83	0.18
Espaço vazio (mm)	0.2	0.2	0	0.4	0	0	0.2	0.2	0.2	0.2	0.16	0.13
Total (mm)	1.3	1.1	1.35	1.4	1.4	1.4	1.4	1.2	1.4	1.5		
Diâmetro canal (mm)	0.22	0.22	0.22	0.21	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.219	0.00
% guta	0.00	11.11	9.09	9.09	9.09	4.76	9.09	11.11	8.70	0.00	7.20	4.17
% cimento	80.00	66.67	90.91	54.55	90.91	95.24	72.73	66.67	73.91	83.33	77.49	12.96
% vazio	20.00	22.22	0.00	36.36	0.00	0.00	18.18	22.22	17.39	16.67	15.30	11.92

ESTATÍSTICA TERÇO APICAL ESTATÍSTICA TERÇO APICAL ESTATÍSTICA TERÇO APICAL
 Resultados guta-percha Resultados Cimento Resultados Espaço vazio
 H = 43,205 H = 13,248 H = 19,587
 Graus de liberdade = 4 Graus de liberdade = 4 Graus de liberdade = 4
 (p) Kruskal-Wallis = 0.3644 (p) Kruskal-Wallis = 0.8572 (p) Kruskal-Wallis = 0.7434

RESULTADOS DA ANÁLISE DO CANAL LATERAL MÉDIO

Konne medio	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Média	DP
Comp. Total (mm)	1.34	1.5	1.6	1.6	1.5	1.7	1.5	1.5	1.5	1.55	1.53	0.09
Guta canal lateral (mm)	1	1.15	1.3	1.03	1.17	1.3	1.2	1.15	1.15	1.2	1.17	0.10
Guta principal (mm)	0.34	0.35	0.3	0.4	0.33	0.4	0.3	0.35	0.35	0.35	0.35	0.03
Cimento (mm)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Espaço vazio (mm)	0	0	0	0.17	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Total (mm)	1.34	1.5	1.6	1.6	1.5	1.7	1.5	1.5	1.5	1.55		
Diâmetro canal (mm)	0.24	0.23	0.24	0.23	0.23	0.23	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.01
% guta	100.00	100.00	100.00	85.83	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	98.58	4.48
% cimento	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
% vazio	0.00	0.00	0.00	14.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.42	4.48

Dentsply medio	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Média	DP
Comp. Total (mm)	1.4	1.6	1.4	1.8	1.5	1.7	1.5	1.4	1.7	1.4	1.54	0.15
Guta canal lateral (mm)	0.4	0.4	0.4	0.7	0.5	0.4	0.5	0.15	0.7	0.15	0.43	0.19
Guta principal (mm)	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4	0.45	0.35	0.4	0.42	0.45	0.42	0.04
Cimento (mm)	0.6	0.8	0.6	0.6	0.6	0.85	0.65	0.85	0.58	0.8	0.69	0.12
Espaço vazio (mm)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
Total (mm)	1.4	1.6	1.4	1.8	1.5	1.7	1.5	1.4	1.7	1.4	0.00	0.00
Diâmetro canal (mm)	0.23	0.23	0.23	0.23	0.2	0.23	0.22	0.24	0.22	0.24	0.23	0.01

% guta	40.00	33.33	40.00	53.85	45.45	32.00	43.48	15.00	54.69	15.79	37.36	13.74
% cimento	60.00	66.67	60.00	46.15	54.55	68.00	56.52	85.00	45.31	84.21	62.64	13.74
% vazio	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Obtura medio	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Média	DP
Comp. Total (mm)	1.6	1.5	1.8	1.8	1.6	1.5	1.5	1.7	1.6	1.6	1.6	1.62
Guta canal lateral (mm)	1	1	1	1.4	1.2	1	0.7	1.2	1.2	0.8	0.8	1.05
Guta principal (mm)	0.4	0.4	0.5	0.4	0.4	0.5	0.4	0.5	0.4	0.4	0.4	0.43
Cimento (mm)	0.2	0.1	0.3	0	0	0	0.4	0	0	0.5	0.15	0.19
Espaço vazio (mm)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Total (mm)	1.6	1.5	1.8	1.8	1.6	1.5	1.5	1.7	1.6	1.7	1.7	1.62
Diâmetro canal (mm)	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.22	0.23	0.23	0.23	0.22	0.22	0.23
% guta	83.33	90.91	76.92	100.00	100.00	100.00	63.64	100.00	100.00	66.67	88.15	14.61
% cimento	16.67	9.09	23.08	0.00	0.00	0.00	36.36	0.00	0.00	41.67	12.69	16.13
% vazio	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Tanari medio	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Média	DP
Comp. Total (mm)	1.4	1.7	1.7	1.6	1.7	1.7	1.6	1.7	1.7	1.4	1.62	0.12
Guta canal lateral (mm)	0.5	0.7	0.5	0.5	0.4	0.85	0.3	0.6	0.8	0.6	0.58	0.17
Guta principal (mm)	0.46	0.5	0.5	0.4	0.45	0.45	0.4	0.4	0.4	0.4	0.44	0.04
Cimento (mm)	0.44	0.5	0.7	0.7	0.85	0.4	0.9	0.7	0.5	0.4	0.61	0.18
Espaço vazio (mm)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total (mm)	1.4	1.7	1.7	1.6	1.7	1.7	1.6	1.7	1.7	1.4	1.4	1.62
Diâmetro canal (mm)	0.22	0.22	0.22	0.22	0.21	0.21	0.21	0.22	0.22	0.22	0.22	0.00
% guta	53.19	58.33	41.67	41.67	32.00	68.00	25.00	46.15	61.54	60.00	48.76	13.84
% cimento	46.81	41.67	58.33	58.33	68.00	32.00	75.00	53.85	38.46	40.00	51.24	13.84
% vazio	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Analytic medio	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Média	DP
Comp. Total (mm)	1.8	1.6	1.5	1.5	1.53	1.5	1.5	1.5	1.42	1.64	1.55	0.107
Guta canal lateral (mm)	1.3	1	1	1	1.03	1	1	1	1	1.14	1.05	0.099
Guta principal (mm)	0.5	0.6	0.5	0.46	0.5	0.5	0.5	0.5	0.42	0.5	0.50	0.045
Cimento (mm)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.000
Espaço vazio (mm)	0	0	0	0.04	0	0	0	0	0	0	0.00	0.000
Total (mm)	1.8	1.6	1.5	1.5	1.53	1.5	1.5	1.5	1.42	1.64		
Diâmetro canal (mm)	0.22	0.24	0.24	0.23	0.24	0.24	0.24	0.24	0.22	0.23	0.23	0.008
% guta	100.00	100.00	100.00	96.15	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	99.62	1.216
% cimento	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000
% vazio	0.00	0.00	0.00	3.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.38	1.216

RESULTADOS ESTATÍSTICOS GUTA-PERCHA TERÇO MÉDIO

Resultados $H = 38.9499$, Graus de liberdade = 4, (p) Kruskal-Wallis = 0.0000
 p (Analytic médio guta e Kone guta médio) = 0.8600, p (Analytic médio guta e Obtura guta médio) = 0.3377
 p (Analytic médio guta e Tanari guta médio) = 0.0001, p (Analytic médio guta e Dentsply guta médio) = 0.0000
 p (Kone guta médio e Obtura guta médio) = 0.4340, p (Kone guta médio e Tanari guta médio) = 0.0003
 p (Kone guta médio e Dentsply guta médio) = 0.0000, p (Obtura guta médio e Tanari guta médio) = 0.0044
 p (Obtura guta médio e Dentsply guta médio) = 0.0003, p (Tanari guta médio e Dentsply guta médio) = 0.4431

RESULTADOS ESTATÍSTICOS ESPAÇOS VAZIOS TERÇO MÉDIO

$H = 0.9186$, Graus de liberdade = 4, (p) Kruskal-Wallis = 0.9219.

RESULTADOS ESTATÍSTICOS CIMENTO TERÇO MÉDIO

H = 36.8607, Graus de liberdade = 4, (p) Kruskal-Wallis = 0.0000.

p (Analytic médio cimento e Konne médio cimento) = 1.0000, p (Analytic médio cimento e Obtura médio cimento) = 0.2227

p (Analytic médio cimento e Tanari médio cimento) = 0.0002, p (Analytic médio cimento e Dentsply médio cimento) = 0.0000

p (Konne médio cimento e Obtura médio cimento) = 0.2227, p (Konne médio cimento e Tanari médio cimento) = 0.0002

p (Konne médio cimento e Dentsply médio cimento) = 0.0000, p (Obtura médio cimento e Tanari médio cimento) = 0.0102

p (Obtura médio cimento e Dentsply médio cimento) = 0.0008, p (Tanari médio cimento e Dentsply médio cimento) = 0.4295

RESULTADOS DA ANÁLISE DO CANAL LATERAL CERVICAL

Obtura cervical	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Média	DP
Comp. Total (mm)	1.7	1.7	1.7	1.7	1.6	1.7	1.6	1.7	1.75	1.7	1.7	1.69
Guta canal lateral (mm)	1	1.1	1.2	1.2	1.2	1	1.2	1.2	1.3	1	1.14	0.11
Guta principal (mm)	0.5	0.6	0.5	0.5	0.4	0.5	0.4	0.5	0.45	0.4	0.48	0.06
Cimento (mm)	0.2	0	0	0	0	0.2	0	0	0	0.3	0.07	0.12
Espaço vazio (mm)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total (mm)	1.7	1.7	1.7	1.7	1.6	1.7	1.6	1.7	1.75	1.7	1.7	1.69
Diâmetro canal (mm)	0.23	0.22	0.22	0.23	0.23	0.23	0.22	0.23	0.23	0.22	0.22	0.23
% gutta	83.33	100.00	100.00	100.00	100.00	83.33	100.00	100.00	100.00	76.92	94.36	9.25
% cimento	16.67	0.00	0.00	0.00	0.00	16.67	0.00	0.00	0.00	23.08	5.64	9.25
% vazio	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Analytic cervical	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10Média	DP
Comp. Total (mm)	1.8	1.67	1.77	1.7	1.67	1.7	1.68	1.73	1.67	1.64	1.70
Guta canal lateral (mm)	1.2	1.17	1.32	1.1	1	1.3	1.2	1.2	1.2	1.1	1.18
Guta principal (mm)	0.6	0.5	0.44	0.5	0.48	0.4	0.47	0.52	0.47	0.5	0.49
Cimento (mm)	0	0	0	0.1	0.19	0	0	0	0	0	0.03
Espaço vazio (mm)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.06
Total (mm)	1.8	1.67	1.76	1.7	1.67	1.7	1.67	1.72	1.67	1.6	
Diâmetro canal (mm)	0.24	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.24	0.23
% guta	100.00	100.00	99.25	91.67	84.03	100.00	99.17	99.17	100.00	96.49	96.98
% cimento	0.00	0.00	0.00	8.33	15.97	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.24
% vazio	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.43

Konne cervical	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10Média	DP
Comp. Total (mm)	1.7	1.7	1.7	1.65	1.65	1.7	1.6	1.6	1.6	1.7	1.66
Guta canal lateral (mm)	1.28	1.2	1.3	1.2	1.22	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.22
Guta principal (mm)	0.42	0.5	0.4	0.41	0.43	0.5	0.4	0.4	0.4	0.5	0.436
Cimento (mm)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
Espaço vazio (mm)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
Total (mm)	1.7	1.7	1.7	1.61	1.65	1.7	1.6	1.6	1.6	1.7	
Diâmetro canal (mm)	0.24	0.22	0.23	0.22	0.22	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.228
% guta	100.00	100.00	100.00	96.77	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100	99.68
% cimento	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0
% vazio	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00

Dentsply cervical	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10Média	DP
Comp. Total (mm)	1.9	1.8	1.55	1.65	1.74	1.5	1.7	1.8	1.7	1.5	1.684
Guta canal lateral (mm)	1.2	1.3	1.05	1.21	1.1	1	1.2	1.3	1.2	1	1.16
Guta principal (mm)	0.5	0.5	0.35	0.44	0.5	0.4	0.5	0.5	0.5	0.3	0.45
Cimento (mm)	0.2	0	0.15	0	0.14	0.1	0	0	0	0.2	0.08
Espaço vazio (mm)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Total (mm)	1.9	1.8	1.55	1.65	1.74	1.5	1.7	1.8	1.7	1.5	
Diâmetro canal (mm)	0.28	0.22	0.22	0.23	0.23	0.22	0.24	0.24	0.23	0.23	0.23

% guta	85.71	100.00	87.50	100.00	88.71	90.91	100.00	100.00	100.00	83.33	93.62	7.00
% cimento	14.29	0.00	12.50	0.00	11.29	9.09	0.00	0.00	0.00	16.67	6.38	7.00
% vazio	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tanari cervical												
Comp. Total (mm)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Média	DP
Guta canal lateral (mm)	1.7	1.5	1.6	1.6	1.7	1.7	1.62	1.6	1.7	1.5	1.62	0.08
Guta principal (mm)	1.1	1.1	0.9	1.1	1.3	1	1	1	1	1	1.05	0.10
Cimento (mm)	0.5	0.4	0.5	0.5	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.48	0.04
Espaço vazio (mm)	0.1	0	0.2	0	0	0.2	0.15	0.1	0.2	0	0.10	0.09
Total (mm)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Diâmetro canal (mm)	1.7	1.5	1.6	1.6	1.7	1.7	1.65	1.6	1.7	1.5		
% guta	0.24	0.23	0.22	0.22	0.22	0.24	0.22	0.23	0.23	0.22	0.23	0.01
% cimento	91.67	100.00	81.82	100.00	100.00	83.33	89.29	90.91	83.33	100.00	92.03	7.59
% vazio	8.33	0.00	18.18	0.00	0.00	16.67	13.39	9.09	16.67	0.00	8.23	7.74
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ESTATÍSTICA TERÇO CERVICAL

Resultados guta-percha

H = 67,784

Graus de liberdade = 4

(p) Kruskal-Wallis = 0.1481

ESTATÍSTICA TERÇO CERVICAL

Resultados Cimento

H = 66,331

Graus de liberdade = 4

(p) Kruskal-Wallis = 0.1566

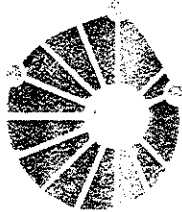
ESTATÍSTICA TERÇO CERVICAL

Resultados Espaço vazio

H = 0.000

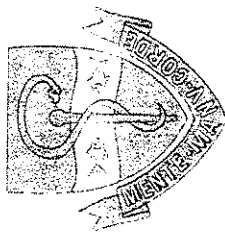
Graus de liberdade = 4

(p) Kruskal-Wallis = 1.000



UNICAMP

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



Certificamos que o Projeto de pesquisa intitulado "Estudo das Propriedades Químicas de cinco marcas comerciais de Cones de Guita-percha e de sua qualidade obturadora frente a duas técnicas Endodônticas", sob o protocolo nº **002/2002**, do Pesquisador **Eduardo Diogo Gurgel Filho**, sob a responsabilidade do Prof. Dr. **Fabricio Batista Teixeira**, está de acordo com a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde/MS, de 10/10/96, tendo sido aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa – FOP.

Piracicaba, 06 de março de 2002

We certify that the research project with title "Study of the Chemical Properties of five commercially available dental gutta-percha cones and of its filling quality front two endodontics root canal techniques", protocol nº **002/2002**, by Researcher **Eduardo Diogo Gurgel Filho**, responsibility by Prof. Dr. **Fabricio Batista Teixeira**, is in agreement with the Resolution 196/96 from National Committee of Health/Brazil - Department (BR) and was approved by the Ethical Committee in Research at the Piracicaba Dentistry School/UNICAMP (State University of Campinas)

Piracicaba, SP, Brazil, March 06 2002

Prof. Dr. Pedro Luiz Rosalen
Secretário
CEP/FOP/UNICAMP

Prof. Dr. Antonio Bento Alves de Moraes
Coordenador
CEP/FOP/UNICAMP

Chemical and X-ray analyses of five brands of dental gutta-percha cone

E. D. Gurgel-Filho¹, J. P. de Andrade Feitosa², F. B. Teixeira³, R. C. Monteiro de Paula², J. B. Araújo Silva, Jr² & F. J. Souza-Filho³

¹Department of Endodontics, University of Fortaleza, Fortaleza, Ceará, ²Department of Organic and Inorganic Chemistry, Federal University of Ceará, Fortaleza, ³Dental Faculty of Piracicaba, UNICAMP, São Paulo, Brazil

Abstract

Gurgel-Filho ED, de Andrade Feitosa JP, Teixeira FB, Monteiro de Paula RC, Araújo Silva JB, Jr, Souza-Filho FJ. Chemical and X-ray analyses of five brands of dental gutta-percha cone. *International Endodontic Journal*, 36, 000–000, 2003.

Aim To determine the chemical composition of five commercially available nonstandardized gutta-percha points.

Methodology The organic fraction (gutta-percha polymer and wax/resin) of nonstandardized gutta-percha points (DentsplyTM, TanariTM, KonneTM, Obtura SpartanTM and Analytic EndodonticsTM) was separated from the inorganic fraction (ZnO and BaSO₄) by dissolution in chloroform. Gutta-percha polymer was precipitated with acetone. Zinc oxide was partially separated from barium sulphate by reaction with HCl. Energy-dispersive X-ray microanalysis and X-ray diffraction were employed to identify the chemical elements and compounds (barium sulphate and zinc oxide). The barium sulphate content was calculated

by percentage of sulphur from elemental microanalysis. All analyses were repeated three times.

Results The means and standard deviations of the percentage by weight of gutta-percha in the points were: DentsplyTM (14.5 ± 0.70%), TanariTM (15.6 ± 0.66%), ObturaTM (17.7 ± 0.35%), KonneTM (18.9 ± 0.32%) and AnalyticTM (20.4 ± 0.40%). The mean and SD of the zinc oxide content were: DentsplyTM (84.3 ± 0.50%), TanariTM (82.0 ± 0.72%), ObturaTM (69.5 ± 0.21%), KonneTM (78.0 ± 0.05%) and AnalyticTM (66.5 ± 0.50%).

Conclusions The method was appropriate to quantify gutta-percha and resin/wax components of gutta-percha points, but not barium sulphate and zinc oxide. An alternative procedure to determine barium sulphate and zinc oxide contents has been proposed based on elemental microanalysis of sulphur. Some brands of gutta-percha did not contain barium sulphate.

Keywords: composition, dental cone, gutta-percha.

Received 7 May 2002; accepted 3 December 2002

Introduction

Gutta-percha polymer is a *trans*-1,4-polyisoprene, obtained from the coagulation of latex produced by trees of the family Sapotaceae and is mainly derived from *Palaquium gutta* bail (Marciano *et al.* 1993). The *trans* isomer is more linear and crystallizes more easily than the *cis* isomer (natural rubber from *Hevea brasiliensis*). Thus, gutta-percha polymer is harder, more brittle, and less elastic than natural rubber (Spångberg 1998).

Gutta-percha is rigid at room temperature, becomes pliable at 25–30 °C, plasticizes at 60 °C, and melts (partial decomposition) at 100 °C (Budavari *et al.* 1996). The polymer becomes brittle and loses elasticity during storage and the degree of decomposition increases with storage time and temperature. As a result, it should be stored in a cool dry place for enhanced shelf-life (Spångberg 1998).

Modern gutta-percha cones are composed of organic (gutta-percha polymer and wax/resins) and inorganic components (zinc oxide, ZnO; barium sulphate, BaSO₄). Small percentages of colouring agents and antioxidants could also be present (Spångberg 1998). Substantial chemical heterogeneity is found amongst gutta-percha cones. Brittleness, stiffness, tensile strength, and radio-

Correspondence: Dr Eduardo Diogo Gurgel-Filho, Rua Silva Jathay 1140/2002, Meireles, Fortaleza, Ceará, CEP 60165-070, Brazil (e-mail: gurgelduardo@aol.com).



Universidade de São Paulo
Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto

BRAZILIAN DENTAL JOURNAL

e-mail: bdj@forp.usp.br

e-mail: pecora@forp.usp.br



Via do Café s/n 14040-904 Ribeirão Preto, SP, Brasil. Fax 55-16-633-0999

Ribeirão Preto, 11 de agosto de 2003.

Prezado Doutor,

Acusamos o recebimento do artigo **APICAL SEALING ABILITY OF FIVE GUTTA-PERCHA CONE BRANDS**. Informamos que seu trabalho será enviado para avaliação do corpo editorial. Para esclarecimento posterior o número de registro do seu trabalho é BDJ 553.

Atenciosamente,

Prof. Dr. Manoel D. Sousa Neto

Brazilian Dental Journal

Editor



ORAL SURGERY,
ORAL MEDICINE,
ORAL PATHOLOGY,
ORAL RADIOLOGY,
and
ENDODONTICS

Endodontics Section

LARZ SPÅNGBERG, DDS, PhD, *Editor*

University of Connecticut Health Center

School of Dental Medicine

Department of Endodontology

Farmington, CT 06030-1715

860-679-4350 • Fax: 860-679-2208

PRIORITAIRE

En cas de non remise
prière de retourner à
22784 HAMBURG
ALLEMAGNE

Port Payé
60544 Frankfurt
ALLEMAGNE

DR EDUARDO DIOGO GURGEL-FILHO
RUA SILVA JATHAY 1140/2002
MEIRELES FORTALEZA CEARÁ CEP 60165-070
BRAZIL

AIR MAIL

Manuscript # 91/02

Date: 11/15/2002

Title Effectiveness of five grands of gutta-percha cones in the
Status: ☒ received and sent to reviewers filling of simulated lateral canals

☐ revision received

☐ incomplete submission

☐ _____ is missing

☐ still under review

☐ accepted and sent to Editor-in-Chief

☐ revision has not been received - do you wish to withdraw?

Thank you for submitting your paper to the Endodontics Section of ORAL SURGERY, ORAL MEDICINE,
ORAL PATHOLOGY, ORAL RADIOLOGY AND ENDODONTICS.

AIR MAIL

LARZ SPÅNGBERG, DDS, PhD
Editor