

Trabalho de Conclusão de Curso

**MÉTODOS PARA ANÁLISE DA MICROINFILTRAÇÃO
IN VITRO - REVISÃO DA LITERATURA**

Eduarda Karolinne Alves Social



**Universidade Federal de Santa Catarina
Curso de Graduação em Odontologia**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGIA

Eduarda Karolinne Alves Socal

MÉTODOS PARA ANÁLISE DA MICROINFILTRAÇÃO
IN VITRO - REVISÃO DA LITERATURA

Trabalho apresentado à Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito para conclusão do Curso de Graduação em Odontologia.
Orientador: Prof. Dr. Lucas da Fonseca Roberti Garcia
Co-orientadora: Profa. Dra. Ana Maria Hecke Alves

Florianópolis
2018

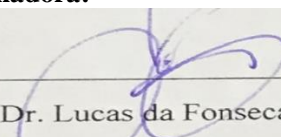
Eduarda Karolinne Alves Socal

**MÉTODOS PARA ANÁLISE DA MICROINFILTRAÇÃO
IN VITRO – REVISÃO DE LITERATURA**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado, adequado para obtenção do título de cirurgião-dentista e aprovado em sua forma final pelo Departamento de Odontologia da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 21 de maio de 2018.

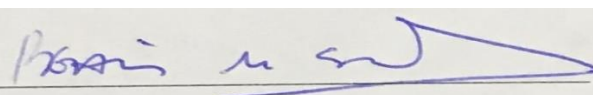
Banca Examinadora:



Prof. Dr. Lucas da Fonseca Roberti Garcia

Orientador

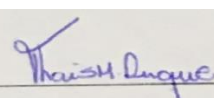
Universidade Federal de Santa Catarina



Profa. Dra. Beatriz Dulcineia Mendes de Souza

Membro

Universidade Federal de Sant Catarina



Profa. Dra. Thais Mageste Duque

Membro

Universidade Federal de Santa Catarina

Dedico este trabalho aos meus pais e a minha família.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente **à Deus** por estar me formando no curso que sempre sonhei, pois sem Ele eu nada seria e alcançaria. Toda Honra e Glória a Ele sempre.

Aos meus pais, palavras e atitudes nunca serão capazes de agradecê-los o suficiente. Eles são a razão de toda a minha luta para chegar até aqui, meu eterno e incondicional amor a Eles. Se hoje estou concluindo minha graduação, os grandes responsáveis são eles, pois sem toda a educação, todo amor, todo apoio e todas as orientações que eles me deram, eu não chegaria até aqui. Meus pais são a minha base e meu porto-seguro.

A minha avó Nice, minha eterna gratidão por toda sua ajuda, torcida, preocupação, cuidado e amor não só durante a graduação, mas durante toda a minha vida. Minha avó Nice é muito mais do que minha avó, é meu Anjo da Guarda. **Minha avó Marly, minha dinda, tio Juara e toda a minha família**, muito obrigada por sempre me apoiarem e torcerem por mim, e por todo o amor que sempre me deram. Eu amo muito vocês!

Ao meu namorado Anderson, agradeço por todo amor, carinho, apoio, compressão e paciência. É nele que recarrego minhas energias e forças para seguir em frente e alcançar todos os meus objetivos.

Não posso deixar de agradecer **a todos os professores** que contribuíram para a minha formação, desde a escola até a graduação. Todos eles tiveram um papel fundamental na minha trajetória até aqui.

Ao meu querido orientador Prof. Dr. Lucas da Fonseca Roberti Garcia, muito obrigada por todo carinho, paciência e orientação durante a elaboração desse trabalho. Professor Lucas com toda a sua sabedoria e carinho tornou a elaboração desse trabalho muito mais prazerosa e tranquila. Sem o Professor, esse trabalho não seria possível. Agradeço também **a minha querida co-orientadora, Profa. Dra. Ana Maria Hecke Alves** por todo apoio e carinho durante a elaboração desse trabalho.

Agradeço **a minha dupla Petrus** por sempre estar comigo durante toda a graduação. O apoio, companhia e parceria dele

foram fundamentais e tornaram o dia-a-dia da graduação e da elaboração desse trabalho mais leves.

Obrigada também **a todas as minhas queridas amigas** pelo carinho e amizade, o apoio delas é fundamental no meu dia-a-dia.

“A educação é a arma mais poderosa que
você pode usar para mudar o mundo.”

Nelson Mandela

RESUMO

O adequado selamento da interface formada entre o dente e o material é imprescindível para o sucesso de um tratamento restaurador. Diversos materiais são lançados no mercado diariamente, sendo fundamental a realização de testes que avaliem a capacidade seladora destes materiais. Porém, tais testes não seguem um padrão metodológico que permita a comparação dos resultados entre diversos estudos, comprometendo uma análise mais precisa do desempenho dos materiais. Nesse contexto, este estudo teve como objetivo fazer uma revisão da literatura dos trabalhos publicados nos últimos 25 anos, onde foram avaliadas *in vitro* a microinfiltração coronal e apical de cimentos endodônticos. O método para levantamento de dados envolveu uma busca em bases eletrônicas da área médica e odontológica, a saber: PubMed, Science Direct, Scopus, Web of Science, Latin American and Caribbean Health Sciences (LILACS), SciELO e Google Scholar, e em revistas científicas pertinentes a área, a saber: Australian Endodontic Journal; Dental Traumatology (antigamente chamada Endodontics and Dental Traumatology); International Endodontic Journal; Journal of Endodontics; Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology (antigamente chamada Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics; Restorative Dentistry & Endodontics e European Endodontic Journal. O levantamento envolveu artigos publicados em língua inglesa, no período de Julho de 1992 a Julho de 2017. Palavras-chave referentes ao escopo da pesquisa serviram de base para a busca. Depois os artigos foram selecionados, lidos e distribuídos em dois grandes grupos: estudos que abordavam o tema da microinfiltração coronal e estudos que abordavam o tema da microinfiltração apical. Subdivisões referentes aos métodos de avaliação da microinfiltração foram realizados em seguida. Os resultados demonstraram que os quatro principais métodos de análise de microinfiltração, nesta ordem, foram os que utilizavam como agentes marcadores de penetração soluções corantes, microrganismos, filtração de fluidos e glicose. A comparação dos

resultados, mesmo entre estudos que adotaram o mesmo método de avaliação, é inviável, pois, não existe padronização metodológica. Após esta revisão, concluímos que estudos que avaliam a capacidade de selamento de cimentos endodônticos possuem limitações que comprometem sua aplicação, uma vez que decisões clínicas devem ser tomadas dentro de uma base científica.

Palavras-chave: Microinfiltração, cimentos endodônticos, penetração bacteriana, corantes.

ABSTRACT

The appropriate sealing of the interface formed between tooth and material is indispensable in a restorative treatment. Several materials are constantly launched on the market, and a reliable test that evaluates their sealing ability is fundamental. However, such tests do not follow a methodological standard that allows comparison among studies, which compromises a proper analysis of the material's performance. In this context, the purpose of this study was to perform a review of the literature of articles published in the last 25 years, where coronal and apical *in vitro* microleakage of root canal sealers were evaluated. The method for data collection involved a search in the medical and dental electronic database, as follows: PubMed, Science Direct, Scopus, Web of Science, Latin American and Caribbean Health Sciences (LILACS), SciELO and Google Scholar, and in this area journals, as follow: Australian Endodontic Journal; Dental Traumatology (antigamente chamada Endodontics and Dental Traumatology); International Endodontic Journal; Journal of Endodontics; Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology (antigamente chamada Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics; Restorative Dentistry & Endodontics e European Endodontic Journal. The search covered articles published in English language, and during the period of July 1992 to July 2017. Keywords related to the research scope served as search basis. After the search, articles were selected, read and located into two large groups: studies concerning coronal and apical microleakage. Next, subdivisions concerning the methods for microleakage assessment were performed. The results showed that the four main methods for microleakage analysis, in this order, were those that used dye solutions, microorganisms, fluid filtration and glucose as markers. The comparison of the results, even among studies that adopted the same evaluation method, is impracticable, as no methodological standardization is possible. After this review of the literature, it was possible to conclude that studies which evaluate the sealing ability of root canal sealers have limitations that

compromise its application, since clinical decisions must be made within a scientific basis.

Keywords: Microleakage, root canal sealers, bacterial leakage, dyes.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
2. OBJETIVOS.....	14
2.1 Objetivo Geral.....	14
2.2 Objetivos Específicos.....	14
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	15
3.1 Método de busca.....	15
3.2 Critérios de inclusão e exclusão.....	15
4. REVISÃO DA LITERATURA.....	17
4.1 Penetração por soluções corantes.....	17
4.2 Penetração por microrganismos.....	27
4.3 Penetração por glicose.....	31
4.4 Penetração por filtração de fluídos.....	33
5. DISCUSSÃO.....	37
6. CONCLUSÃO.....	44
REFERÊNCIAS.....	45

1. INTRODUÇÃO

A microinfiltração marginal pode ser definida como a passagem de fluídos diversos e microrganismos através da interface formada entre o dente e o material restaurador, sendo classificada como coronal e/ou apical, dependendo da via de acesso (RECHENBERG *et al.*, 2011). Apesar de não existirem materiais odontológicos capazes de promover um selamento hermético da interface formada com a superfície dental, estes devem cumprir requisitos mínimos necessários para que a microinfiltração seja, pelo menos, diminuída significativamente (JENSEN *et al.*, 2007; FAREA *et al.*, 2010; SHANTIAE *et al.*, 2011; OLIVEIRA *et al.*, 2013).

Novos materiais são desenvolvidos e lançados no mercado constantemente, fazendo com que a avaliação de sua capacidade seladora seja imprescindível (NASER *et al.*, 2011). Dessa forma, a eficácia dos tratamentos realizados com esses materiais pode ser testada quanto a essa propriedade, garantindo ao profissional a escolha de um material capaz de suprir tal necessidade (NASER *et al.*, 2011; FATHIA *et al.*, 2012).

Na Endodontia, a capacidade seladora dos cimentos obturadores é fundamental, pois um selamento inapropriado pode ocasionar microinfiltração, seja ela por via coronal, quando a obturação fica exposta ao meio oral, ou via ápice radicular, através do forame apical (RECHENBERG *et al.*, 2011). Para tanto, diversas metodologias podem ser empregadas, sendo as mais utilizadas aquelas realizadas *in vitro*, onde destacam-se os testes de infiltração de soluções corantes, microrganismos, fluidos, glicose, isótopos radioativos e saliva (MADARATI *et al.*, 2008; RECHENBERG *et al.*, 2011).

Nos estudos que utilizam a infiltração de corantes, dentes extraídos são tratados endodonticamente e obturados com o material que se deseja avaliar (ÇİFTÇİ *et al.*, 2009). Tais dentes são então imersos em uma solução corante por um determinado período de tempo, sendo a infiltração desse corante mensurada posteriormente (ÇİFTÇİ *et al.*, 2009). O mesmo princípio é seguido nos outros métodos de avaliação, onde o cimento

obturador entra em contato com o agente marcador, que irá infiltrar pela interface formada com o material (OLIVEIRA *et al.*, 2013). Entretanto, dentro de um mesmo tipo de metodologia, podem haver variações que dificultam ainda mais uma análise precisa dos resultados (RECHENBERG *et al.*, 2011).

Como não existe um padrão metodológico para o estudo da microinfiltração, a comparação entre os resultados obtidos em diferentes pesquisas fica comprometida, levantando mais dúvidas do que esclarecimentos quanto a capacidade seladora de determinado material (RECHENBERG *et al.*, 2011). Essa falta de padronização metodológica levou importantes revistas científicas da área da Endodontia, como o *Journal of Endodontics* e o *International Endodontic Journal*, a estabelecerem como norma editorial a não mais publicação desse tipo de pesquisa, devido à fragilidade de seus achados (Editorial Board of the Journal of Endodontics, 2007; DE-DEUS, 2008).

Mesmo em estudos diferentes, onde a mesma metodologia é aplicada, muitas vezes a comparação dos resultados obtidos não é possível (WU, WESSELINK, 1993; WU, 2008), já que a maioria das pesquisas apresentam limitações quanto à precisão da análise estatística aplicada (SCHUURS *et al.*, 1993). Por esses motivos, o valor clínico deste tipo de estudo é questionado, inviabilizando sua realização, apesar de ser crucial para a avaliação de novos materiais quanto à sua capacidade de selamento (RECHENBERG *et al.*, 2011).

Assim sendo, se faz necessária a discussão sobre a padronização de métodos confiáveis que possam avaliar de forma eficaz o selamento coronário e apical dos cimentos endodônticos, uma vez que novos materiais são lançados o tempo todo no mercado (LIM *et al.*, 1990; TURNER *et al.*, 1990; JACQUOT *et al.*, 1996). Baseando-se nos fatos expostos, o objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão da literatura dos trabalhos publicados nos últimos 25 anos, onde foram avaliadas *in vitro* a microinfiltração coronal e apical de cimentos endodônticos.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Fazer revisão da literatura dos trabalhos publicados nos últimos 25 anos, onde foram avaliadas *in vitro* a microinfiltração coronal e apical de cimentos endodônticos.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Classificar os diferentes estudos laboratoriais encontrados de acordo com a metodologia aplicada, e determinar qual a mais utilizada;
- Organizar os resultados obtidos dentro de uma mesma metodologia, e determinar quais resultados podem ser comparados entre si.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 MÉTODO DE BUSCA

O método para levantamento de dados neste estudo envolveu uma busca em base de dados eletrônicas da área médica e odontológica, a saber: PubMed (MedLine), Science Direct, Scopus, Web of Science, Latin American and Caribbean Health Sciences (LILACS), SciELO e Google Scholar. Buscas adicionais foram realizadas em revistas científicas pertinentes a área, Australian Endodontic Journal; Dental Traumatology (antigamente chamada Endodontics and Dental Traumatology); International Endodontic Journal; Journal of Endodontics; Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology (antigamente chamada Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics; Restorative Dentistry & Endodontics e European Endodontic Journal.

As palavras-chave que serviram de base para a busca foram: “leakage”; “microleakage”; “root canal leakage”; “root canal microleakage”; “coronal leakage”; “coronal microleakage”; “sealing”; “sealing properties”; “sealing ability”; “sealing capacity”; “root canal sealer”; “endodontic sealer”; “infiltration methods” e “infiltration tests”.

3.2 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO

O levantamento cobriu somente artigos publicados na língua inglesa, e durante o período de Julho de 1992 a Julho de 2017. Finalizada a busca, foi feita a remoção dos artigos referentes a avaliações realizadas *in vivo*, e de artigos em duplicata, seguida de uma leitura minuciosa dos resumos e dos textos completos para verificar se o tema era pertinente ao estudo. Posteriormente, os artigos selecionados foram distribuídos em dois grandes grupos: estudos que abordavam o tema da microinfiltração coronal e estudos que abordavam o tema da microinfiltração apical. Subdivisões referentes aos métodos de avaliação da microinfiltração foram realizados em seguida.

Dentre estas subdivisões, foram selecionados os quatro principais métodos de análise de microinfiltração (soluções

corantes, microrganismos, filtração de fluidos e glicose), sendo excluídos desta revisão estudos que utilizavam outras metodologias.

4. REVISÃO DA LITERATURA

4.1 PENETRAÇÃO POR SOLUÇÕES CORANTES

Chohayeb *et. al* (1992) compararam em blocos que simulavam canais radiculares a capacidade de selamento das técnicas de obturação Thermafil (Tulsa Dental Products, Tulsa, OK, EUA), cone único e condensação lateral através da infiltração de corante da Índia e Azul da Prússia, por uma ou duas semanas. Não houve diferença estatística entre as técnicas Thermafil e cone único. Já entre as técnicas Thermafil e compactação lateral, a primeira apresentou maiores índices de infiltração. Pôde-se observar também maior infiltração quando o Corante da Índia foi utilizado. O tempo de imersão no corante não teve influência significativa na quantidade de infiltração de corante. A combinação de Corante da Índia e Thermafil foi a que apresentou os maiores índices de infiltração. Além disso, esse estudo demonstrou que blocos que simulam canais radiculares não mimetizam de forma adequada dentes humanos para avaliar a microinfiltração.

Chohayeb *et. al* (1992) também compararam o desempenho de um novo equipamento obturador (Thermafil, Tulsa Dental Products) feito em plástico, ao seu antecessor, feito em metal. Quarenta dentes humanos extraídos foram utilizados para avaliar a capacidade de selamento apical do material obturador quando estes equipamentos eram empregados. Após imersão em Corante da Índia, demonstrou-se que não houve diferença estatística entre as duas técnicas de obturação.

McMurtrey *et al.* (1992) buscaram responder a seguinte pergunta: há diferença na microinfiltração apical de canais curvos obturados com Thermafil (Tulsa Dental Products) em comparação à técnica de compactação lateral? Para tanto, 22 molares humanos extraídos com curvatura maior que 30° foram instrumentados, e distribuídos em dois grupos (n=10), sendo dois molares restantes utilizados como controle. Um grupo foi obturado utilizando-se a técnica da compactação lateral e o outro pela técnica Thermafil. Posteriormente, os dentes foram submersos em solução de Corante da Índia por 48 horas. Todos os dentes foram avaliados quanto a

penetração linear de corante, onde chegou-se ao resultado de que ambas as técnicas testadas apresentaram níveis de infiltração de corante similares.

Pallarés *et. al* (1995) compararam a capacidade de selamento de duas técnicas de obturação: guta-percha compactada lateralmente e guta-percha mecanicamente plastificada, chamada de JS Quickfill (JS Dental Manufacturing Inc., Ridgefield, CT, EUA). Cinquenta incisivos centrais superiores foram selecionados, preparados e distribuídos em três grupos. O grupo 1, composto por 20 dentes, foi obturado com guta-percha e cimento AH26 pela técnica da compactação lateral. O grupo 2, também composto por 20 dentes, foi obturado pela técnica da guta-percha mecanicamente plastificada e cimento AH26 (Dentsply DeTrey, Zurique, Suíça). O grupo 3, foi considerado o grupo controle (n=10). Os dentes foram imersos em Corante da Índia por 72 horas e a microinfiltração do corante foi mensurada, demonstrando que não houve diferença estatisticamente significativa entre as duas técnicas.

Rohde *et. al* (1996) desenvolveram um estudo para comparar a microinfiltração apical de corante nos cimentos obturadores Ketac-Endo (ESPE GMBM & Co., Seefeld/Oberbay, Alemanha), Roth's 801E (Roth Internacional Ltda., Chicago, IL, EUA) e AH26 (Dentsply DeTrey). Sessenta e quatro dentes humanos de canal único foram instrumentados e randomicamente separados em quatro grupos. Três grupos foram obturados pela técnica da compactação lateral utilizando guta-percha associada a um dos três cimentos (Ketac-Endo, Roth's 801E ou AH26). O quarto grupo foi obturado pela técnica do cone único com o cimento Ketac-Endo. Os grupos foram submersos em uma solução corante de 1% de Azul de Metileno por seis dias. Após esse período, os dentes foram seccionados longitudinalmente, e a infiltração apical linear do corante foi avaliada. O cimento Ketac-Endo permitiu mais infiltração de corante do que os cimentos Roth's 801E e AH26. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos na qual Ketac-Endo foi utilizado pela técnica da compactação lateral e cone único.

Fulkerson *et. al* (1996) prepararam 46 dentes humanos (26 incisivos centrais superiores e 20 incisivos inferiores). Os incisivos superiores tiveram seus forames apicais preparados até o instrumento tipo K #50, e os incisivos inferiores até o tipo K #30. Dez dentes superiores e dez dentes inferiores foram obturados com um cone único de guta-percha e cimento Super-EBA (Harry J. Bosworth Co., Skokie, IL, EUA). Dez incisivos superiores e dez incisivos inferiores foram obturados com guta-percha e cimento Roth 801E (Roth Internacional Ltda.) pela técnica da compactação lateral, e seis incisivos superiores foram utilizados como controle. A infiltração apical de Corante da Índia foi mensurada e demonstrou que os incisivos inferiores obturados com guta-percha e Super-EBA apresentaram uma infiltração de corante significativamente menor. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os incisivos centrais superiores.

Vassiliadis *et. al* (1996) estudaram o efeito da *smear layer* na microinfiltração coronal. Cinquenta e dois dentes extraídos de humanos com canal único foram preparados e distribuídos em dois grupos: grupo A e grupo B. Os dentes do grupo B tiveram a *smear layer* removida com EDTA e solução de hipoclorito de sódio a 1%. Já no grupo A, a *smear layer* não foi removida. Ambos os grupos foram obturados com guta-percha e cimento Roth 801E (Roth Internacional Ltda.). Os dentes foram submetidos a infiltração de Azul de Metileno, o que comprovou que a remoção da *smear layer* melhora significativamente o selamento coronal.

Baran *et. al* (1996) estudaram a correlação entre a capacidade de penetração de quatro cimentos endodônticos nos túbulos dentinários, e a penetração de fluídos externos para o interior do canal radicular. Quarenta e cinco dentes foram instrumentados, tiveram a *smear layer* removida e foram obturados com guta-percha e um dos seguintes cimentos endodônticos: Diaket (Espe GmbH, Seefeld, Alemanha), Endomethasone (Septodont, Saint-Maur, França), Calciobiotic Root Canal Sealer (Hygenic, Akron, OH, EUA) e Ketac-Endo (ESPE GMBM & Co.). Os dentes foram imersos em solução de Corante da Índia e a extensão da infiltração do corante foi medida 72 horas após a imersão. Não houve diferença estatisticamente significativa entre

os grupos em relação a infiltração de corante. Quanto a penetração dos cimentos nos túbulos dentinários, o cimento Ketac-Endo apresentou a pior capacidade penetração. Os autores concluíram que existe uma relação inversa entre a penetração nos túbulos dentinários e a infiltração de corante.

Pathomvanich *et. al* (1996) avaliaram a extensão da microinfiltração apical em canais radiculares simulados em blocos de resina. Quarenta canais radiculares simulados em resina foram preparados, obturados e separados aleatoriamente em quatro grupos, de acordo com o método de infiltração do corante Azul de Metileno (penetração de corante passiva, centrifugação, vácuo + penetração passiva de corante e pressão aumentada + penetração passiva de corante). O máximo de penetração apical de corante nas quatro faces do bloco foi verificada. Observou-se que a infiltração em cada espécime individualmente, e entre os espécimes do mesmo grupo variou amplamente. Não houve diferença estatisticamente significativa entre as técnicas de centrifugação, vácuo e pressão. Porém houve diferença significativa entre a técnica de penetração passiva de corante e as outras três técnicas.

Panthomvanich *et al.* (1996) investigaram a extensão de infiltração apical de corante em dentes obturadores pela técnica Thermafill (Tulsa Dental Products), em comparação a técnica da compactação lateral. Cento e vinte e oito dentes extraídos de humanos foram selecionados, preparados e distribuídos em oito grupos. Quatro grupos foram obturados com Thermafil e os outros quatro grupos foram obturados pela técnica da compactação lateral. A infiltração foi avaliada após expor um grupo de espécimes de cada técnica de obturação a um dos seguintes métodos de penetração de Corante da Índia: penetração de corante passiva, centrifugação, vácuo + penetração passiva de corante e pressão aumentada + penetração passiva de corante. As análises revelaram não haver diferença estatisticamente significativa entre as duas técnicas de obturação, e entre os quatro métodos de penetração de corante.

Karapanou *et. al* (1996) utilizaram 80 dentes extraídos de humanos para avaliar a capacidade de selamento imediato ou tardio de cimento a base de óxido de zinco e eugenol e AH26 (Dentsply

DeTrey), após preparo para pino. Os dentes foram randomicamente distribuídos em quatro grupos, e o preparo para pino foi realizado imediatamente após a obturação ou após terem sido armazenados em ambiente de 100% de umidade por 1 semana. Decorrido os períodos experimentais, as amostras foram imersas em solução de 2% de Azul de Metileno. A extensão da penetração do corante foi avaliada por cinco observadores independentes e os resultados foram analisados. A única diferença significativa foi no grupo do preparo para pino tardio com cimento a base de óxido de zinco e eugenol, que apresentou uma infiltração maior do que os outros grupos.

Shakespeare *et. al* (1997) prepararam 30 dentes extraídos de humanos com canal único até o instrumento tipo K #45. Os canais foram obturados com os cimentos Roth 801 (Roth Internacional Ltda.) ou JS Quick-Fill (JS Dental Manufacturing), ou através de uma técnica de compactação lateral de guta-percha. Os dentes foram imersos em Corante da Índia e a microinfiltração apical linear do corante foi mensurada em um estereomicroscópico. Um valor significativamente menor de microinfiltração foi detectada para a técnica de compactação lateral em comparação à obturação com JS Quick-Fill.

Taylor *et. al* (1997) estudaram o efeito da técnica de obturação (Ultrafil, compactação lateral e Thermafil), cimento e a presença de *smear layer* na microinfiltração coronal. Duzentos dentes humanos extraídos foram separados em 20 grupos. Os grupos foram inspecionados quanto a presença ou remoção da *smear layer* com EDTA à 17% (Roth Drug Co., Chicago, IL, EUA). As cavidades de acesso foram expostas ao Corante Pelikan e a infiltração linear de corante foi mensurada. Comparando-se os grupos que tiveram a *smear layer* removida e os grupos que mantiveram a *smear layer*, foi observado menor índice de infiltração nos grupos que tiveram a *smear layer* removida. Em relação as técnicas de obturação, Ultrafil infiltrou significativamente mais. Por outro lado, as técnicas de compactação lateral e Thermafil reduziram significativamente a infiltração. O cimento AH26 (Caulk, Milford, DE, EUA) infiltrou significativamente menos do que o cimento Roth's 811 (Ruth Drug

Co.). Tais resultados demonstram que a remoção da *smear layer*, e o uso de AH26, associado a técnica de compactação lateral reduzem a infiltração coronal.

Oliver *et. al* (1998) compararam a penetração apical e coronal de corante quando os cimentos Ketac-Endo (ESPE GMBM & Co) e AH26 (Dentsply DeTrey) foram utilizados com guta-percha compactada lateralmente. Coroas de 28 dentes foram removidas e os canais foram preparados. Os dentes foram distribuídos aleatoriamente em 2 grupos experimentais de doze dentes cada, e mais um grupo controle de 4 dentes. Eles foram imersos em solução de 2% de Azul de Metileno por 2 dias. O estudo concluiu que o selamento apical e coronal com Ketac-Endo e AH26 não apresentaram níveis de infiltração diferentes, e o selamento apical obtido com ambos os cimentos foi mais eficaz que o correspondente ao selamento coronal.

Mello *et. al* (2004) avaliaram a capacidade de selamento de diferentes cimentos endodônticos após remoção da *smear layer* através de irrigação final do canal radicular com EDTA-T à 17%, e irradiação com laser Er:YAG. Os canais foram obturados com os seguintes cimentos, Sealapex (Kerr, Romulus, Mich, EUA), Ketac-Endo (ESPE GMBM & CO.), AH Plus (Dentsply DeTrey GmbH, Konstanz, Alemanha) e N-Rickert (Biodinâmica, Ibiporã, PR, Brasil), e imersos em solução corante de 0,5% de Azul de Metileno. Os autores demonstraram que a remoção da *smear layer* não afetou o selamento apical, porém, os cimentos AH Plus e N-Rickert apresentaram menores índices de infiltração do que os cimentos Sealapex e Ketac-Endo.

Venturi *et. al* (2006) avaliaram a qualidade de selamento de duas técnicas de obturação termoplastificada. Trinta canais radiculares foram preparados e obturados com cones de guta-percha e cimento AH Plus (Dentsply DeTrey). Em um dos grupos foi realizada a técnica de compactação vertical aquecida tradicional, e no outro grupo foi realizada uma técnica de compactação vertical modificada (onde pequenas quantidades de guta-percha foram removidas e os 3 milímetros apicais restantes foram compactados com movimentos de 1 milímetro, e em seguida, a obturação termomecânica foi realizada). Em seguida, os

dentes foram armazenados em solução de 2% de Azul de Metileno por 48 horas. O grupo onde foi realizada a técnica tradicional houve menos penetração de corante devido a um preenchimento mais preciso e efetivo do canal radicular com o material obturador.

Ishimura *et. al* (2006) testaram o selamento apical de um novo material obturador utilizando 28 dentes extraídos, que foram aleatoriamente distribuídos em quatro grupos experimentais, a saber: cone Resilon com cimento obturador Epiphany (Pentron Clinical Technologies, Wallingford, CT, Estados Unidos), cone de guta-percha com cimento Sealapex (Kerr), cone de guta-percha com cimento Superbond (Sun Medical, Shiga, Japão) e cone de guta-percha com cimento Superbond, após condicionamento da dentina radicular. As amostras foram submersas em solução de 0,06% de Azul de Metileno por 1, 4, 8, 15 e 30 dias. A infiltração foi significativamente maior somente após 30 dias para o grupo 3, em comparação aos demais grupos.

Veríssimo *et. al* (2007) compararam o nível de microinfiltração apical entre canais obturados com diferentes materiais, guta-percha/AH Plus (Dentsply DeTrey) e Resilon/Epiphany (Pentron Clinical Technologies), por meio de duas técnicas de obturação diferentes: a técnica de compactação lateral e a técnica híbrida, que consiste na compactação da guta-percha plastificada por meios mecânicos. Setenta dentes extraídos foram instrumentados e randomicamente distribuídos em quatro grupos experimentais, de acordo com o material e técnicas utilizados. Depois de 7 dias em um ambiente com 100% de humidade e 37°C, os dentes foram imersos em Corante da Índia, limpos e a microinfiltração foi mensurada através do programa NIH imageJ. Não houve diferença na presença de microinfiltração entre as técnicas de obturação, porém, houve diferença estatisticamente significativa entre os materiais obturadores, sendo a microinfiltração maior quando a guta-percha foi utilizada associada ao cimento AH Plus.

Pesce *et. al* (2007) avaliaram a eficácia do selamento apical dos cimentos EndoFill (Dentsply DeTrey) e AH Plus (Dentsply DeTrey), após preparo do canal radicular e cimentação de pino metálico em dois períodos experimentais distintos: 24

horas e 72 horas após finalizado o tratamento endodôntico. Sessenta dentes foram imersos em solução de 2% de Azul de Metileno por 72 horas, e a infiltração do corante foi quantificada pela porcentagem de área infiltrada. Os cortes apicais demonstraram diferença significativa entre ambos os materiais em todas as situações.

Bodrumlu *et. al* (2007) testaram a capacidade de selamento do cimento Epiphany (Pentron Clinical Technologies) associado ao cone Resilon (Pentron Clinical Technologies, Wallingford, CT, Estados Unidos). Setenta e dois dentes inferiores humanos, de canal único, extraídos por motivos periodontais foram preparados, e distribuídos em 3 grupos de acordo com o material utilizado na obturação: Grupo 1 - guta-percha + AH26 (Dentsply DeTrey), Grupo 2 - guta-percha + AH Plus (Dentsply DeTrey) e Grupo 3 - Epiphany autocondicionante + Resilon (Dentsply DeTrey). Todos os grupos foram obturados pela técnica da compactação lateral e armazenados em solução de 2% de Azul de Metileno. Todos os materiais testados nesse estudo apresentaram um selamento satisfatório, porém, o sistema de obturação com Epiphany autocondicionante + Resilon foi o que apresentou menores índices de infiltração.

Leonardo *et. al* (2009) estudaram a microinfiltração apical em dentes obturados com guta-percha por meio de três diferentes técnicas (compactação lateral, técnica híbrida e EeQ Master. A técnica EeQ Master foi desenvolvida pela Meta Dental Corporation, e consiste num sistema injetável de guta-percha duplo: em uma extremidade, uma seringa é utilizada para injetar a guta-percha termoplastificada no interior do canal radicular, e na outra extremidade há uma unidade formadora de calor que apreende uma ponta condensadora que, quando é inserida no canal radicular junto com o cone de guta-percha termoplastificável, plastifica-a e a condensa. A grande vantagem desse sistema é a possibilidade do aquecimento e condensação da guta-percha no terço apical, o que resultaria num melhor selamento apical e melhor selamento de canais laterais. Para esse estudo, foram utilizados quarenta e dois dentes unirradiculares extraídos, cujas coroas foram removidas e o canal radicular preparado com lima

tipo K #60. Os canais radiculares foram então separados randomicamente em grupos de acordo com a técnica de obturação, e submetidos ao teste de microinfiltração de solução de Rodamina B por 7 dias, utilizando vácuo nos primeiros 30 minutos. Os dentes foram seccionados longitudinalmente e a infiltração foi mensurada, indicando que as técnicas de compactação lateral e EeQ apresentaram menores índices de infiltração que a técnica híbrida, e sem diferença estatisticamente significativa entre si.

Souza *et. al* (2009) investigaram se a penetração da solução de Azul de Metileno e de Rodamina B são comparáveis. Cento e setenta e dois dentes foram obturados com guta-percha, associada a seis diferentes cimentos obturadores, e imersos nas diferentes soluções por 24 horas. Os resultados demonstraram que, dependendo do cimento obturador utilizado, menos infiltração é observada quando a solução de 2% Azul de Metileno é utilizada. Os autores concluíram que a utilização da solução de Azul de Metileno em testes para microinfiltração pode levar a falsos resultados, comprometendo a confiabilidade do teste.

Savariz *et. al* (2010) compararam a capacidade de selamento do sistema Gutta-Flow a longo prazo. Para tanto, trezentos dentes foram preparados e distribuídos em grupos, onde foram analisados o selamento coronal e apical nos períodos de 3, 30 e 120 dias, a saber: guta-percha + AH Plus (Dentsply DeTrey) pela técnica da compactação lateral, guta-percha + Gutta-Flow (Coltene, Altstätten, Cantão São Galo, Suíça) pela técnica da compactação lateral, técnica do cone único + AH Plus, técnica do cone único + Gutta-Flow e somente Gutta-Flow. Os dentes foram imersos em solução de 2% de Azul de Metileno e analisados, demonstrando que o sistema Gutta-Flow quando empregado pelas técnicas de compactação lateral e de cone único tem melhor selamento apical e coronal do que AH-Plus com o passar do tempo. Já quando utilizado isoladamente, a capacidade de selamento fica comprometida.

Farea *et. al* (2010) testaram a capacidade de selamento apical de duas técnicas de obturação, a compactação lateral fria e o *System B*. Oitenta e seis dentes humanos unirradiculares foram preparados e randomicamente separados em 2 grupos, sendo um

obturado pela técnica da compactação lateral fria e o outro pela técnica do *System B*. Os dentes foram imersos em solução de 2% de Azul de Metileno por 72 horas, e a microinfiltração do corante foi analisada, demonstrando que a técnica da compactação lateral fria teve significativamente mais microinfiltração de corante do que a técnica que utilizou o *System B*.

Kçiku *et. al* (2011) analisaram a microinfiltração ativa e passiva de solução corante de 2% de Azul de Metileno, e o selamento apical da associação guta-percha/AH Plus (Dentsply DeTrey), lateralmente compactada, em comparação a associação Resilon/Epiphany (Pentron Clinical Technologies). Cento e vinte dentes foram instrumentados e separados em 2 grupos: um que foi obturado com guta-percha/AH Plus e outro que foi obturado com Resilon/Epiphany. O selamento apical foi avaliado com um teste de penetração de corante ativa e passiva, e a absorção de corante extraído foi determinada em espectrofotômetro (Eppendorf Biophotometer, Hamburgo, Alemanha). Os resultados demonstraram que a associação Resilon/Epiphany apresentou menor penetração de corante do que guta-percha/AH Plus, independentemente do tipo de penetração de corante utilizada (ativa e passiva).

Shantiaee *et. al* (2011) utilizaram 58 dentes humanos unirradiculares para comparar a microinfiltração em canais obturados com guta-percha tradicional e guta-percha com nanopartícula de prata. Os dentes foram preparados, obturados e armazenados em solução corante de 1% de Azul de Metileno por 72 horas. Os resultados demonstraram que não houve diferença estatisticamente significativa entre ambos os tipos de guta-percha testadas.

Cueva-Going *et. al* (2015) avaliaram o selamento apical de diferentes técnicas obturadoras. Canais radiculares de 30 dentes foram preparados e distribuídos em três grupos, de acordo com a técnica de obturação empregada: grupo A foi obturado pela técnica da compactação lateral e cones de guta-percha, grupo B pela técnica da compactação lateral e guta-percha injetável e grupo C com cone de guta-percha único. Os canais foram cobertos com verniz de unha, exceto nos últimos 2 milímetros apicais, e

submersos em solução de Nitrato de Prata. Os autores concluíram que todas as técnicas obturadoras analisadas apresentaram índices de infiltração apical semelhantes.

Patni *et. al* (2016) investigaram a efetividade do selamento apical de quatro diferentes materiais, óxido de zinco e eugenol, Apexit (Ivoclar, Barueri, SP, Brasil), AH Plus (Dentsply DeTrey) e Roekoseal Automix (Coltene) conjugados com a técnica de compactação lateral fria utilizando guta-percha. Cem dentes humanos permanentes, de canal único, foram preparados, obturados e imersos em solução de 2% de Azul de Metileno. Roekoseal Automix apresentou um melhor selamento apical, seguido de AH Plus e Apexit. O cimento convencional de óxido de zinco e eugenol apresentou os piores índices de selamento apical.

4.2 PENETRAÇÃO POR MICROORGANISMOS

Malone *et. al* (1997) testaram a microinfiltração coronal de Super EBA (Harry J. Bosworth, Skokie, IL, EUA) e Ketac Endo (ESPE, Fabrik, Alemanha) quando utilizados como cimentos com cone único de guta-percha. Canais radiculares de 24 dentes humanos extraídos foram instrumentados até a formação de um batente apical equivalente a um instrumento tipo K #40. Dez dentes foram obturados com cone único de guta-percha e Super EBA, outros dez dentes foram obturados com cone único de guta-percha e Ketac-Endo, e 4 dentes foram utilizados como controle. A microinfiltração de bactérias salivares foi realizada para verificar a capacidade de selamento de ambos os cimentos. O resultado demonstrou que não houve penetração de bactérias pelo forame apical num período teste de 60 dias para os dois cimentos testados.

Miletic *et. al* (2000) avaliaram a penetração de *Candida Albicans* e de *Candida Albicans* associada a outras bactérias através de canais radiculares obturados com guta-percha (Kerr) e cimento AH26 (Dentsply DeTrey); ou guta-percha e cimento AH Plus (Dentsply DeTrey). Oitenta dentes foram randomicamente separados em dois grupos de 40 dentes, de acordo com associação cimento/guta-percha citada anteriormente. *Streptococcus mutans*, *Streptococcus mitis*, *Prevotella melaninogenica* e *Lactobacillus*

acidophilus foram posicionados nas cavidades de acesso de 20 dentes obturados com AH26 e em 20 dentes obturados com AH Plus, e *Candida albicans* foi posicionada nas cavidades de acesso dos dentes restantes. A cultura de microrganismos era trocada a cada 7 dias e o crescimento de bactérias e fungos foi testada a cada 72 horas por um período de 90 dias. Concluiu-se que ambos os cimentos permitiram penetração de bactérias e fungos, não havendo diferença estatisticamente significativa entre os grupos.

Wolaneck *et. al* (2001) avaliaram a efetividade de um agente de ligação à dentina chamado Clearfil Liner Bond 2V (J. Morita USA, Inc., Irvine, CA, EUA) como barreira para prevenir a microinfiltração coronal, e avaliaram também o efeito de um cimento a base de óxido de zinco e eugenol sobre este adesivo. Cinquenta e um dentes humanos inferiores extraídos foram separados em três grupos: o Grupo 1 era composto por 15 dentes que foram obturados somente com guta-percha e receberam uma barreira de Clearfil Liner Bond 2V; o Grupo 2 era igual ao Grupo 1 com o acréscimo de um cimento a base de eugenol na obturação. Já o Grupo 3 consistia em 15 dentes que foram obturados com guta-percha e cimento, mas não receberam barreira coronal de Clearfil Liner Bond 2V. Seis dentes foram utilizados como controle. A infiltração bacteriana de *Streptococci oral* foi avaliada por 90 dias, e os resultados foram analisados em 30, 60 e 90 dias. Os Grupos 1 e 2 não apresentaram nenhuma infiltração. O Grupo 3 infiltrou entre os dias 15 e 76. A barreira coronal nos Grupos 1 e 2 foi significativamente melhor em prevenir a microinfiltração coronal aos 60 e 90 dias. A presença de cimento não teve efeito significativo na capacidade de selamento do Clearfil Liner Bond 2V.

Maltezos *et. al* (2006) compararam o selamento do terço final do canal radicular de dois materiais obturadores, o sistema Resilon/Epiphany (Pentron Clinical Technologies) e o Pro Root MTA and Super-EBA (Dentsply DeTrey), usando teste de microinfiltração bacteriana. Cinquenta e cinco dentes foram preparados e obturados no terço final do canal radicular com os materiais avaliados. Após isso, colônias de *Streptococcus salivarius* foram introduzidas na coroa desses dentes, e os 4

milímetros finais dos ápices radiculares foram imersos em cultura de bactérias. A infiltração bacteriana foi monitorada por 24 horas, durante 4 semanas, concluindo que o sistema Resilon/Epiphany é o material obturador mais resistente à infiltração bacteriana no terço final do canal radicular.

Mavec *et. al* (2006) analisaram a infiltração bacteriana em dentes obturados, com e sem confecção de *plug* cervical de ionômero de vidro. Quarenta canais distais de molares inferiores foram instrumentados, obturados com guta-percha e cimento AH Plus (Dentsply DeTrey), imersos em solução bacteriana de *Lactobacilli casei* e analisados por 92 dias. Os autores concluíram que, em situações clínicas, é necessária a confecção de um *plug* apical de 1 milímetro, além de um remanescente de 2/3 milímetros de guta-percha para reduzir o risco de contaminação do material obturador.

Monticelli *et. al* (2007) avaliaram a eficácia do selamento apical de 3 técnicas obturadoras. Segmentos de canais radiculares foram obturados pela técnica da compactação vertical quente com guta-percha/AH Plus (Dentsply DeTrey), pela técnica do cone único com Activ GP (Brasseler, Savannah, GA, EUA), e pela técnica do cone único com Gutta-Flow (Coltene). O microrganismo *Streptococcus mutans* foi utilizado como marcador para a análise da infiltração bacteriana, sendo esta monitorada por 100 dias. Concluiu-se que a técnica da compactação vertical quente utilizando guta-percha termoplastificada e cimento AH Plus é a mais eficaz para minimizar os índices de infiltração bacteriana.

De-Deus *et. al* (2008) testaram a eficácia de três diferentes técnicas de obturação em canais ovais. Cinquenta dentes com canais ovais foram separados em 3 grupos: o grupo 1 foi obturado pela técnica da condensação lateral, o grupo 2 foi obturado pelo *System B*, e o grupo 3 foi obturado pelo sistema Thermafil (Dentaleader, Campo Grande, Lisboa, Portugal). Os dentes foram expostos a saliva humana durante 15 semanas, e em seguida a penetração de microrganismos foi quantificada. Os autores concluíram que não houve diferença significativa no selamento apical das três técnicas de obturação avaliadas.

Tasdemir *et. al* (2009) compararam a qualidade do selamento apical de três técnicas de obturação (cone único, condensação lateral e condensação lateral aquecida) em oitenta dentes preparados com dois diferentes sistemas rotatórios: ProTaper (Dentsply Maillefer, Tulsa, OK, EUA) e Mtwo (VDW, Antaeos, Munich, Alemanha). Após o preparo biomecânico dos canais radiculares, estes foram obturados e imersos em solução contendo *Enterococcus faecalis*. A microinfiltração bacteriana foi monitorada por 24 horas durante 8 dias. Concluiu-se que as obturações realizadas pelas técnicas do cone único e da compactação lateral aquecida apresentaram qualidade semelhante de selamento apical, independente do sistema utilizado para preparo dos canais radiculares.

Lyons *et. al* (2009) testaram a qualidade do selamento realizado com sistema Resilon/Epiphany (Pentron Clinical Technologies) imediatamente após preparo para cimentação de pino, em comparação ao preparo tardio. Cinquenta dentes humanos foram distribuídos em 2 grupos: no grupo 1 o preparo foi realizado imediatamente após a obturação do canal radicular, e no grupo 2 o preparo foi realizado após cinco dias. O microrganismo utilizado foi o *Streptococcus mutans*, e a infiltração foi avaliada em diferentes intervalos de tempo (3, 7, 10, 14 e 28 dias). Segundo os autores, não houve diferença significativa entre os momentos distintos de preparo do canal radicular para cimentação de pino quando utilizado o sistema Resilon/Epiphany para obturação.

Antunes *et. al* (2016) analisaram a qualidade do selamento apical realizado com MTA (Angelus, Londrina, PR, Brasil) e EndoSequence BioCeramic Root Repair Material-Fast Set (BC-RRM) (Brasseler, Savannah, GA, EUA). Sessenta incisivos inferiores foram distribuídos em dois grupos. Os dentes do primeiro grupo foram obturados com guta-percha termoplastificada sem cimento obturador. Já no outro grupo, os dentes não foram obturados, somente cobertos com uma camada de esmalte. Os dentes foram então inoculados com *Enterococcus faecalis* e analisados 30 dias depois, onde concluiu-se que MTA e BC-RRM apresentaram selamentos apicais semelhantes.

Balto *et. al* (2016) avaliaram a eficácia do selamento dos últimos 5 milímetros apicais produzidos por diferentes técnicas de obturação. Sessenta dentes humanos com canal único foram preparados, e os últimos 5 milímetros apicais foram obturados por 3 técnicas diferentes (condensação lateral fria, onda contínua de condensação e guta-percha termoplastificada injetável) utilizando AH Plus (Dentsply DeTrey) como cimento obturador. A infiltração de *Enterococcus faecalis* foi acompanhada por um período de 60 dias, e demonstrou que as três técnicas de obturação produziram resistência a infiltração bacteriana similares.

4.3 PENETRAÇÃO POR GLICOSE

Xu *et. al* (2005) desenvolveram um novo método para quantificar a microinfiltração utilizando glicose. Para tal, 80 dentes anteriores da maxila foram separados de forma randomizada em três grupos experimentais, contendo 20 dentes cada, e dois grupos controle, com dez dentes cada. Os grupos experimentais foram preparados e obturados pela técnica da compactação lateral com cones de guta-percha e Pulp Canal Sealer EWT (Kerr), Sealapex (Kerr), ou AH Plus (Dentsply DeTrey) como cimentos obturadores. Uma solução de glicose na concentração de 1 mol/L foi forçada sob uma pressão hidrostática de 1,5 kPa a partir da porção coronal em direção a porção apical da raiz. A microinfiltração foi medida em 1, 2, 4, 7, 10, 15, 20 e 30 dias. Nos dias 1, 2, 4 e 7 não houve diferença estatisticamente significativa entre os 3 grupos experimentais. Porém, a partir do décimo dia, o cimento Pulp Canal Sealer EWT apresentou maiores índices de infiltração. Entre os cimentos Sealapex e AH Plus não houve diferença significativa. O método de infiltração de glicose utilizado nesse estudo demonstrou ser uma técnica viável para avaliação da qualidade do selamento do canal radicular.

Shemesh *et. al* (2006) compararam a microinfiltração de materiais obturadores com e sem a presença de *smear layer* nas paredes do canal radicular. Cento e vinte dentes de canal único foram preparados e separados em dois grupos: modelo de penetração de glicose (n=60) e modelo de filtração de fluidos

(n=60). Cada grupo foi subdividido então em 3 subgrupos (n=20), sendo a *smear layer* mantida no subgrupo 1 e removida nos subgrupos 2 e 3. Os subgrupos 1 e 2 foram obturados com cones de guta-percha compactados lateralmente e com cimento AH26 (Dentsply DeTrey), e o subgrupo 3 foi obturado pelo sistema Resilon/Epiphany (Pentron Clinical Technologies). A infiltração de glicose foi avaliada uma vez por semana durante o período de 56 dias. Concluiu-se que a remoção da *smear layer* antes da obturação do canal radicular não melhorou o selamento apical, e que Resilon foi o material que permitiu mais infiltração de glicose.

Xu *et. al* (2007) avaliaram a capacidade de selamento de quatro técnicas de obturação diferentes. Para tanto, foram selecionados 80 dentes incisivos superiores de canal único. Os dentes foram preparados com instrumentos rotatórios ProFile (Dentsply Maillefer), e distribuídos de forma randomizada em quatro grupos (n=15), de acordo com a técnica de obturação utilizada: compactação lateral fria, compactação lateral quente, sistema Thermafil e sistema E & Q. Um modelo de infiltração de glicose foi utilizado para quantificar a microinfiltração de coronal para apical em 24 horas, 1, 2, 3, 5, 8 e 12 semanas. As técnicas de compactação lateral quente, e os sistema Thermafil e E & Q apresentaram melhor capacidade de selamento que a técnica de compactação lateral fria a longo prazo. Além disso, segundo os autores, o método de infiltração de glicose utilizado nesse estudo foi capaz de realizar uma avaliação adequada da qualidade do selamento do canal radicular.

Kaya *et. al* (2007) compararam a qualidade do selamento do canal radicular realizado com guta-percha e Resilon (Pentron Clinical Technologies), utilizando um modelo de penetração de glicose. Cento e cinquenta e seis pré-molares previamente preparados foram distribuídos em 12 grupos experimentais, e em 2 grupos controles. Os grupos de 1 a 6 foram obturados com guta-percha e os grupos de 7 a 12 foram obturados com Resilon. Nos grupos 1, 4, 7 e 0 foi utilizado o cimento AH Plus (Dentsply DeTrey), nos grupos 1, 5, 8 e 11 o cimento utilizado foi Ketac-Endo (ESPE GMBM & C0.) e nos grupos 2, 6, 9 e 12 o cimento Epiphany (Pentron Clinical Technologies) foi o escolhido. As

técnicas de obturação empregadas foram a compactação lateral fria (grupos de 1-3 e 7-9) e sistema B com Obtura II (4-6 e 10-12). A concentração de glicose infiltrada foi mensurada espectrofotometricamente em 1, 8, 15, 22 e 30 dias. Todas as combinações de técnica/material permitiram penetração de glicose. As combinações de guta-percha/AH Plus e Resilon/Epiphany permitiram concentrações de penetração de glicose similares.

Shemesh *et. al* (2007) mensuraram a infiltração de glicose através do terço coronal do canal radicular e compararam com a infiltração no terço coronal dos materiais obturadores. Sessenta dentes de canal único foram selecionados e separados em três grupos. O grupo 1 (n=20) foi preparado e obturado com material injetável compactado lateralmente e cimento, o grupo 2 (n=20) foi obturado com guta-percha e cimento AH26 (Dentsply DeTrey) e o grupo 3 (n=20) foi obturado com Resilon/Epiphany (Pentron Clinical Technologies). A penetração de glicose através do terço coronal do canal radicular e no terço coronal dos materiais obturadores foi avaliada por um período de quatro semanas. Não houve infiltração de glicose na estrutura do canal radicular. Entretanto, todos os materiais obturadores permitiram infiltração, independente do material utilizado.

4.4 PENETRAÇÃO POR FILTRAÇÃO DE FLUÍDOS

Yared *et. al* (1994) avaliaram a influência do alargamento apical na qualidade do selamento da técnica da compactação lateral. Sessenta dentes anteriores foram utilizados, onde metade destes dentes foram preparados até o instrumento tipo K #25 e a outra metade até o instrumento tipo K #40. Em seguida, todos os dentes foram obturados pela técnica da compactação lateral. A microinfiltração apical foi determinada utilizando filtração de fluídos pressurizados após 9her 0 minutos, 6 horas, 1 dia, 4 dias e 1, 2, 4, 8, 12, 16 e 24 semanas da obturação. A infiltração aumentou com o passar do tempo em ambos os grupos. Os dentes preparados até o instrumento #25 demonstraram uma infiltração apical significativamente menor do que os dentes preparados até o instrumento #40.

Welch *et. al* (1996) utilizaram 97 molares superiores e inferiores para avaliar a presença de bifurcação natural dos canais radiculares por meio do método de filtração de fluido. Somente uma amostra apresentou bifurcação natural do canal radicular, então uma bifurcação artificial foi criada nos canais radiculares das outras 96 amostras. Mensurações de filtração de fluídos foram realizadas antes e depois da criação da bifurcação artificial. Os 96 dentes foram aleatoriamente separados em grupos iguais, e os assoalhos das câmaras pulpares foram selados com 3 milímetros dos seguintes materiais: amálgama Tyntin (Kerr), amálgama Dispersalloy (Dentsply DeTrey), Vitremer (3M, Maplewood, MN, EUA), FluoroCore (Dentsply DeTrey), guta-percha com cimento obturador, amálgama Tyntin com All-Bond 2 (Bisco Dental, Schaumburg, IL, EUA) ou Amalgabond e Dipersalloy com All-Bond 2. Análises de mensuração durante 3 meses demonstraram que o amálgama Tyntin utilizado sozinho apresentou mais infiltração do que todos os outros materiais, mas essa diferença não foi detectada quando agentes de ligação foram utilizados com Tyntin.

Dagher *et. al* (1997) desenvolveram um estudo para avaliar a microinfiltração de uma fórmula antiga e de uma fórmula nove de Pulp Canal Sealer (Kerr). Sessenta dentes anteriores foram modelados até o instrumento tipo K #30 e obturados pela técnica da compactação vertical de guta-percha associada a fórmula nova ou a fórmula antiga de Pulp Canal Sealer. A microinfiltração apical foi determinada utilizando filtração de fluido pressurizado em 90 minutos, 1, 4, 12, 18 e 24 semanas após a obturação do canal radicular. Os resultados demonstraram que a microinfiltração tende a aumentar com o passar do tempo para ambos os cimentos. Além disso, não houve diferença significativa na microinfiltração entre a fórmula nova e a antiga de Pulp Canal Sealer.

Onay *et. al* (2006) avaliaram o selamento apical do sistema Epiphany/Resilon (Pentron Clinical Technologies), e de diferentes combinações destes materiais com outros. Setenta dentes de canal único foram preparados com instrumentos rotatórios ProTaper (Dentsply Maillefer) e obturados com diferentes combinações de material e cimento obturador (grupo 1: AH Plus + guta-percha; grupo 2: AH Plus + Resilon; grupo 3:

Epiphany + Resilon; grupo 4: Epiphany + guta-percha). A infiltração foi mensurada através de um medidor de filtração de fluídos computadorizado. O grupo 4 foi o que apresentou menores índices de infiltração, seguido pelo grupo 1. Já o grupo 2 foi o que permitiu mais infiltração.

Cobankara *et. al* (2006) avaliaram a qualidade do selamento apical de quatro diferentes materiais obturadores: Rocanal 2 (La Maison, Dentaire SA, Balzers, Suíça), Sealapex (Kerr), AH Plus (Dentsply DeTrey) e RC Sealer (Sun Medical Co., Ltda., Shiga, Japão). Quarenta dentes foram preparados, separados em quatro grupos (n=10) e obturados pela técnica da compactação lateral, combinando guta-percha e um dos materiais testados. Um método de filtração de fluídos computadorizado foi utilizado para avaliar o selamento apical desses materiais após 7, 14 e 21 dias. A infiltração apical de todos os materiais diminuiu gradualmente do dia 7 para o dia 21. Sealapex demonstrou a melhor capacidade de selamento apical, enquanto AH Plus, Rc Sealer e Rocanal 2 demonstraram resultados similares.

Brackett *et. al* (2006) obturaram 44 dentes de canal único com um cimento à base de polidimetilsiloxano chamado GuttaFlow (Coltene) utilizando quatro diferentes técnicas de obturação. No grupo 1, o terço apical das raízes foi primeiramente obturado com cimento Guttaflow, e os cones de guta-percha, revestidos com cimento, foram posicionados com movimentos de cima para baixo. No grupo foi realizado movimento rotatório dos cones, e no grupo 3, os cones de guta-percha foram utilizados para levar o cimento para o interior do canal radicular. Já no grupo 4, os canais radiculares foram obturados com cimento Guttaflow sem cones de guta-percha. O grupo 5 (grupo controle) foi obturado com AH Plus/Guttaflow pela técnica da compactação vertical quente. Todos os canais obturados foram avaliados após 1, 6 e 12 semanas. Todos os grupos apresentaram resultados semelhantes em todos os períodos de avaliação, exceto pelo grupo 3, que apresentou maiores índices de infiltração.

Sagsen *et. al* (2006) compararam a infiltração apical de diferentes materiais obturadores. Trinta e seis incisivos centrais superiores foram selecionados, preparados, e separados em três

grupos experimentais (n=10). No grupo 1, os canais radiculares foram obturados com cimento AH Plus (Dentsply DeTrey) e guta-percha (SPI Dental Mfg. Inc., Inchon, Korea). No grupo 2, foram obturados com cimento Sealapex (Kerr) e guta-percha. Já no grupo 3, os canais radiculares foram obturados com Resilon/Epiphany (Pentron Clinical Technologies) pela técnica do cone único. Três canais radiculares foram utilizados como controle positivo e outros três como controle negativo. Apesar do grupo 2 ter apresentado os maiores índices de infiltração, não houve diferença significativa em relação ao grupo 1. Entre os grupos 3 e 1 e entre os grupos 3 e 2 houve diferença estatisticamente significativa, sendo que o grupo 3 apresentou menor infiltração.

5. DISCUSSÃO

Decisões clínicas tomadas pelos profissionais devem sempre ser embasadas em um conhecimento científico que promova o melhor tipo de tratamento para cada paciente (Editorial Board of the Journal of Endodontics, 2007). Para isso, a Odontologia baseada em evidências depende de uma ciência de qualidade, que seja confiável, e que oriente de forma adequada práticas clínicas referentes ao tratamento endodôntico (Editorial Board of the Journal of Endodontics, 2007). Dessa forma, entende-se que a ciência odontológica baseada em evidências depende de estudos científicos publicados em periódicos de alto fator de impacto para desenvolver seu conhecimento e o potencial impacto destes na prática clínica (Editorial Board of the Journal of Endodontics, 2007). Entretanto, por mais que a ciência tenha sido utilizada nas últimas décadas para a tomada de decisões clínicas, grande parte da prática clínica ainda pode ser considerada empírica devido à escassez de estudos de alto nível de evidência na literatura (Editorial Board of the Journal of Endodontics, 2007).

Por esse motivo, desde 2007, a Comissão Editorial do *Journal of Endodontics*, e desde 2008, a Comissão Editorial do *International Endodontic Journal*, dois dos mais importantes periódicos para a divulgação dos avanços científicos obtidos na área da endodontia, têm reavaliado e vetado a publicação de estudos referentes a capacidade seladora de cimentos obturadores. Os resultados desses estudos na maioria das vezes não são reprodutíveis pelos seus pares, um dos pilares do progresso científico, os desvios padrões são relativamente altos e a variabilidade dos resultados desses estudos permite contestar o valor clínico de quase todas as técnicas e cimentos utilizados para obturação do sistema de canais radiculares (Editorial Board of the Journal of Endodontics, 2007; DE-DEUS, 2008).

Ao longo dos anos, diversas metodologias têm sido utilizadas nesse tipo de estudo, onde podemos destacar: a penetração linear e volumétrica de corante (OLIVER et al., 1998; SOUZA et al., 2009), a detecção da penetração de isótopos radioativos, a detecção de radionuclídeos, técnicas de cultura para

detectar a penetração bacteriana (MILETIC et al., 2002; ANTUNES et al., 2016), modelos de penetração salivar (KHAYAT et al., 1993; BERUTTI et al., 1996), fluorometria, técnicas eletroquímicas (IBRAHIM et al., 1995; Von FRAUNHOFER et al., 2006), entre outras. A grande variedade de metodologias, e as pequenas particularidades que cada uma pode apresentar dentro de um mesmo método, acarreta em resultados controversos dificultando a comparação dos achados entre os estudos (Editorial Board of the Journal of Endodontics, 2007).

É válido ressaltar que cada metodologia possui seus prós e contras, mas é unânime que não há entendimento comum entre os pesquisadores em relação às suas implicações clínicas (Editorial Board of the Journal of Endodontics, 2007). Desta forma, a Comissão Editorial do *Journal of Endodontics* reafirmou que estudos que avaliam procedimentos endodônticos utilizando a penetração de corantes, ou qualquer outro tipo de marcador não contribuem significativamente para a ciência endodôntica.

Por outro lado, a análise da capacidade seladora de cimentos obturadores, e diferentes técnicas de obturação, é imprescindível; e o desenvolvimento de estudos que possuam métodos de avaliação confiáveis, e que reproduzam as condições clínicas são necessários (Editorial Board of the Journal of Endodontics, 2007). Com isso, poder-se-ia criar um método de análise padrão ouro, no qual seria possível determinar quão bem materiais e técnicas podem selar o canal radicular, e assim, detectar aqueles que clinicamente não comprometem o sucesso do tratamento (Editorial Board of the Journal of Endodontics, 2007).

Tendo em vista a decisão tomada pelos principais periódicos da área endodôntica, este estudo teve como objetivo fazer uma revisão da literatura dos últimos 25 anos, considerando-se estudos *in vitro* que avaliaram a capacidade de selamento coronal e apical de cimentos endodônticos e técnicas de obturação. Com base nos resultados obtidos, pôde-se perceber que os quatro principais métodos de análise de microinfiltração foram os que utilizavam como agentes marcadores soluções corantes, microrganismos, filtração de fluidos e glicose, nesta ordem. A comparação dos resultados, mesmo entre estudos que adotaram o

mesmo método de avaliação, é inviável, pois, não existe padronização metodológica. Ainda, tais estudos possuem diversas limitações que comprometem sua aplicação clínica.

Acredita-se que a utilização de bactérias na avaliação da microinfiltração é mais relevante clínica e biologicamente quando comparado aos métodos de penetração de corante (JAFARI et al., 2016). Entretanto, uma grande variedade de bactérias tem sido utilizada para mensurar a penetração, o que leva a resultados contraditórios, pois os resultados dependem diretamente do tipo de bactéria utilizada (JAFARI et al., 2016). Os microrganismos que mais têm sido utilizados para mensurar a microinfiltração neste tipo de estudo são: *Staphylococcus epidermidis* (BARTHEL et al., 1999), *Enterococcus faecalis* (SHAHI et al., 2007; REYHANI et al., 2015), *P. mirabilis* (CARRATU et al., 2002), *Candida albicans* (MILETIC et al., 2002), *Streptococcus salivarius* (MALTEZOS et al., 2006), *Streptococcus epidermidis* (CARRATU et al., 2002), *Streptococcus mutans*, *Streptococcus mitis*, *Prevotella melaninogenica*, *Lactobacillus acidophilus* (MILETIC et al., 2002), *Actinomyces odontolyticus*, *Pseudomonas fluorescens* (MICHAILESCO et al., 2003), *Anaerobic Streptococci*, *Fusobacterium nucleatum* (CHAILERTVANITKUL et al., 1997) e a própria saliva humana (YAVARI et al., 2012), sendo que a *Enterococcus faecalis* é a espécie de bactéria mais comumente utilizada (JAFARI et al., 2016). Porém, se os materiais obturadores em estudo possuem alguma atividade antimicrobiana, não é possível empregar tal método, tornando inválido os resultados (SCHAFER et al., 2002; MALTEZOS et al., 2006).

A maioria dos sistemas que adotam microrganismos como marcadores geralmente consiste em duas câmaras, sendo assim possível separar completamente as partes coronal e apical de cada amostra (JAFARI et al., 2016). A turbidez do caldo da câmara apical, causada pela penetração bacteriana no canal radicular obturado e sua multiplicação, é a primeira indicação de contaminação bacteriana (BRITTO et al., 2003; YAVARI et al., 2012; SHAHI et al., 2016). Assim, a câmara pulpar se torna um reservatório de microrganismos e toxinas se for contaminada por bactérias, o que causa problemas no sentido coronal e no sentido

apical (JAFARI et al., 2016). Em primeiro lugar, o tratamento endodôntico é afetado, pois o selamento apical é comprometido; e em segundo lugar, a penetração de microrganismos e toxinas através dos canais acessórios no assoalho da câmara pulpar pode levar ao envolvimento de furca (CHAILERTVANITKUL et al., 1997). Ainda, vale enfatizar que estudos bacterianos são considerados qualitativos e não quantitativos (VERISSIMO et al., 2006).

Nesses tipos de estudo, o tamanho molecular do material avaliado tem que ser compatível com o da bactéria, ou compatível com os componentes da parede celular bacteriana, ou ainda com os fluidos nutrientes (JAFARI et al., 2016). A penetração de endotoxinas é outro método comumente utilizado para verificar a capacidade seladora de matérias obturadores (TANG et al., 2002), e sabe-se que a penetração de endotoxinas precede a penetração de bactérias no interior no canal radicular (WILLIAMSON et al., 2005).

Já no método de filtração de fluídos, a capacidade seladora é avaliada dentro de um tubo capilar através do movimento de bolhas de ar (VERISSIMO et al., 2006; TABRIZIZADE et al., 2014; ONAY et al. 2014; BIDAR et al., 2014; AGRAFIOTI et al., 2016;). A porção coronal do canal radicular obturado é conectada a um tubo cheio de água em uma atmosfera pressurizada, e a parte apical é conectada a outro tubo capilar com medidas padrões e também cheio de água (JAFARI et al., 2016). Para forçar a água a passar pelos espaços vazios do canal radicular, é aplicada uma pressão de 0,1 atm na parte coronal (WU et al., 1994). Para melhor observação dos movimentos das bolhas de ar, podem ser utilizados feixes de laser de diodo controlados por computador (VERISSIMO et al., 2006). A infiltração apical é medida através de um medidor de filtração de fluidos computadorizado, que nada mais é do que um sistema de laser (GARIP et al., 2011), e os resultados são reportados em $\mu\text{L}/\text{min}$ (POMMEL et al., 2001).

Um novo método para avaliar a microinfiltração é a filtração de glicose através do material obturador (KIM et al., 2015; XU et al., 2005). A glicose foi escolhida devido ao seu pequeno tamanho molecular e por ser um nutriente para as

bactérias, pois, se a glicose vinda da cavidade oral penetrar no canal radicular, as bactérias sobreviventes ao tratamento endodôntico podem multiplicar-se e causar inflamação periapical (VERISSIMO et al., 2006). Os estudos que utilizam glicose são considerados muito sensíveis e relevantes clinicamente quando comparados a outros métodos (XU et al., 2005). Entretanto, a principal desvantagem desse método é que ele demanda um longo período experimental, além da dificuldade de se manter um sistema livre de bactérias para evitar o consumo da glicose e o risco de evaporação da água (JAFARI et al., 2016). Nesse método, é necessário ficar atento à reatividade da glicose, por isso, é preciso um período experimental de no mínimo de 60 minutos e vácuo, para que nenhuma reação da glicose aconteça e também para facilitar a penetração do marcador (BERNABÉ et al., 2013).

A metodologia mais antiga e mais fácil de ser realizada, e por esse motivo a mais utilizada, é a imersão das amostras em diferentes tipos de soluções corantes (VERISSIMO et al., 2006; SHAHI et al., 2007). Após a imersão em corante por um determinado período de tempo, os espécimes, no caso os dentes, são seccionados longitudinalmente ou transversalmente, e a penetração linear do corante é avaliada (LUCENA-MARTIN et al., 2002; ZMENER et al., 2005). Como o sentido de secção das amostras é decidido aleatoriamente e as chances de as secções serem feitas no ponto mais profundo de penetração do corante serem mínimas, os resultados desses estudos podem ser subestimados e não confiáveis (CAMPS et al., 2003).

A profundidade da penetração do corante pode ser avaliada por diferentes métodos, como através de estereomicroscópico (LAHOR-SOLER et al., 2016; MOKHTARI et al., 2015), microscópio confocal de varredura a laser (GIRISH et al., 2013; MANDAVA et al., 2015), *softwares* diversos e fotografia (DOS SANTOS et al., 2014). Ainda, alguns estudos de microinfiltração tem utilizado a ciclagem térmica ou mecânica para melhor simular situações clínicas (SRIKUMAR et al., 2012).

O tamanho molecular da partícula, pH e reatividade química dos corantes também pode influenciar no grau de penetração, tornando os resultados mais controversos ainda

(AHLBERG et al.,1995). O corante Azul de Metileno tem sido muito utilizado nesses estudos por ser barato, fácil de manusear, ter um alto grau de coloração e ter um peso molecular mais baixo do que o peso molecular de toxinas bacterianas (JAFARI et al., 2016). Porém, algumas das desvantagens desse corante é a sua dissolução durante o processo de desmineralização e diafanização dental, e a difícil observação do ponto máximo de penetração em alguns casos (SCHAFER et al., 2002). Muitos pesquisadores têm sugerido que o Azul de Metileno possui penetração similar ao ácido butílico, um produto do metabolismo bacteriano, e que apresenta melhor penetração do que o Corante da Índia (JAFARI et al., 2016).

Outros pesquisadores têm sugerido a utilização de Rodamina B em vez do Azul de Metileno (SOUZA et al., 2009). Por sua partícula ter um tamanho semelhante ao tamanho de inúmeros patógenos endodônticos, e por penetrar menos na dentina radicular, a utilização desse corante parece ser vantajosa em estudos que avaliam a capacidade de selamento de cimentos endodônticos (MENTE et al., 2010). O Corante da Índia, com partículas de pequeno diâmetro, também são amplamente utilizadas (SCHAFER et al., 2002; MOKHTARI et al., 2015). Porém, como o peso e o tamanho das moléculas do Corante da Índia são menores do que os dos componentes bacterianos, os resultados obtidos podem não condizerem com a realidade clínica (VALOIS et al., 2002). Entretanto, Barthel et al. (1999) demonstraram que o tamanho da partícula do corante não tem influência significativa na sua capacidade de infiltração na interface formada pelo cimento e a parede do canal radicular.

Outro assunto a se discutir é a viscosidade da solução corante, pois diversos estudos utilizam soluções corantes com viscosidades diferentes, o que pode gerar resultados não compatíveis com a realidade clínica, já que quanto maior a viscosidade da solução corante utilizada, menor a infiltração (JAFARI et al., 2016).

Vale ressaltar ainda que, em estudos que utilizam a penetração de corante, o ar retido nos espaços vazios dentro do material obturado pode interferir no movimento do fluido, e por

isso é recomendado que esse ar seja retirado (WU et al., 1994). Tem-se utilizado pressão reduzida (erroneamente referida como vácuo) nesses estudos, porém, é difícil eliminar o ar retido em espaços com diâmetros menores de 2 μm , os quais são permeáveis as bactérias (WU, et al., 1994).

A interferência da hidratação ou não desses espaços vazios já foi investigada através de um modelo de filtração de fluídos e de penetração de corante, e concluiu-se que o Azul de Metileno penetra mais em fendas secas do que em fendas preenchidas com água (KONTAKIOTIS et al., 2001). Sabe-se que a aplicação de pressão reduzida aumenta a quantidade de penetração de corante quando comparado as técnicas de filtração de fluído e de penetração de corante passivo (WIMONCHIT et al., 2002). Entretanto, não existe um estudo que determine e padronize a quantidade exata de pressão que deve ser aplicada nessas metodologias, o que culmina em resultados duvidosos já que cada estudo aplica uma quantidade de pressão diferente (JAFARI et al., 2016). Ainda, quanto maior for a pressão aplicada, maior será a quantidade de infiltração observada (JAFARI et al., 2016).

6. CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos nesta revisão de literatura, pode-se afirmar que:

- nos últimos 25 anos, a metodologia mais utilizada para avaliar a capacidade de selamento de cimentos endodônticos foi a penetração por soluções corantes, seguido de penetração por microrganismos, penetração por filtração de fluídos e penetração por glicose.
- todas as técnicas aplicadas têm as suas limitações, seja por falta de padronização do microrganismo utilizado, da pressão aplicada, da solução corante utilizada, entre outras. Tal falta de padronização leva a resultados controversos, impedindo a comparação dos achados entre os diferentes estudos.
- os resultados contraditórios, devido à falta de padronização das metodologias, limitam a sua reprodução e a aplicabilidade clínica dos estudos.

REFERÊNCIAS

AGRAFIOTI, A. et al. Comparative evaluation of sealing ability and microstructure of MTA and Biodentine after exposure to different environments. **Clinical Oral Investigations**, v. 20, n. 7, p. 1535-1540, 2016.

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. **International Endodontic Journal**, v. 28, n. 1, p. 30-34, 1995.

ANTUNES, H. S. et al. Sealing ability of two root-end filling materials in a bacterial nutrient leakage model. **International Endodontic Journal**, v. 49, n. 10, p. 960-965, 2016.

BALTO, H. A. Obturation techniques allow microbial leakage unless protected. **Journal of Prosthodontics**, v. 25, n. 3, p. 224-228, 2016.

BARTHEL, C. R. et al. Bacterial leakage versus dye leakage in obturated root canals. **International Endodontic Journal**, v. 32, n. 5, p. 370-375, 1999.

BERNABÉ, P. F. E. et al. Sealing ability of MTA used as a root end filling material: effect of the sonic and ultrasonic condensation. **Brazilian Dental Journal**, v. 24, n. 2, p. 107-110, 2013.

BERUTTI, E. Microleakage of human saliva through dentinal tubules exposed at the cervical level in teeth treated endodontically. **Journal of Endodontics**, v. 22, n. 11, p. 579-582, 1996.

BIDAR, M. et al. Effect of the smear layer on apical seals produced by two calcium silicate-based endodontic sealers. **Journal of Oral Science**, v. 56, n. 3, p. 215-219, 2014.

BRACKETT, M. G. et al. Comparison of seal after obturation techniques using a polydimethylsiloxane-based root canal sealer. **Journal of Endodontics**, v. 32, n. 12, p. 1188-1190, 2006.

BODRUMLU, E.; TUNGA, U. Coronal sealing ability of a new root canal filling material. **Journal of the Canadian Dental Association**, v. 73, n. 7, p. 623-623c, 2007.

CAMPS, J.; PASHLEY, D. Reliability of the dye penetration studies. **Journal of Endodontics**, v. 29, n. 9, p. 592-594, 2003.

CARRATU, P. et al. Evaluation of leakage of bacteria and endotoxins in teeth treated endodontically by two different techniques. **Journal of Endodontics**, v. 28, n. 4, p. 272-275, 2002.

ÇİFTÇİ, A.; VARDARLI, D. A.; SÖNMEZ, I. Ş. Coronal microleakage of four endodontic temporary restorative materials: an in vitro study. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontics**, v. 108, n. 4, p. e67-e70, 2009.

CHAILERTVANITKUL, P. et al. An evaluation of microbial coronal leakage in the restored pulp chamber of root-canal treated multirooted teeth. **International Endodontic Journal**, v. 30, n. 5, p. 318-322, 1997.

CHOHAYEB, A. A. Comparison of conventional root canal obturation techniques with Thermafil obturators. **Journal of Endodontics**, v. 18, n. 1, p. 10-12, 1992.

CHOHAYEB, A. A. Microleakage comparison of apical seal of plastic versus metal Thermafil root canal obturators. **Journal of Endodontics**, v. 18, n. 12, p. 613-615, 1992.

COBANKARA, F. K. et al. The quantitative evaluation of apical sealing of four endodontic sealers. **Journal of Endodontics**, v. 32, n. 1, p. 66-68, 2006.

CUEVA-GOIG, R.; FORNER-NAVARRO, L.; LLENA-PUY, M. C. Microscopic assessment of the sealing ability of three endodontic filling techniques. **Journal of Clinical and Experimental Dentistry**, v. 8, n. 1, p. e27, 2016.

DAGHER, F. B.; YARED, G. M.; MACHTOU, P. Microleakage of a new and an old Kerr root canal sealers. **Journal of Endodontics**, v. 23, n. 7, p. 442-443, 1997.

DE-DEUS, G. et al. The effect of the canal-filled area on the bacterial leakage of oval-shaped canals. **International Endodontic Journal**, v. 41, n. 3, p. 183-190, 2008.

DOS SANTOS, G. L. et al. Analysis of microleakage of temporary restorative materials in primary teeth. **Journal of Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry**, v. 32, n. 2, p. 130, 2014.

EDITORIAL BOARD OF THE JOURNAL OF ENDODONTICS et al. Wanted: a base of evidence, **Journal of Endodontics**, v. 33, n. 12, p. 1401-1402, 2007.

FAREA, M. et al. Apical microleakage evaluation of system B compared with cold lateral technique: In vitro study. **Australian Endodontic Journal**, v. 36, n. 2, p. 48-53, 2010.

FATHIA, E.; ABU-BAKR, N. H.; YAHIA, I. A comparative study of the microleakage of resilon/epiphany and gutta-percha/AH-plus obturating systems. **Iranian Endodontic Journal**, v. 7, n. 3, p. 139, 2012.

FULKERSON, M. S.; CZERW, R. J.; DONNELLY, J. C. An in vitro evaluation of the sealing ability of super-EBA cement used as a root canal sealer. **Journal of Endodontics**, v. 22, n. 1, p. 13-18, 1996.

GARIP, H. et al. Effect of the angle of apical resection on apical leakage, measured with a computerized fluid filtration device. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontics**, v. 111, n. 3, p. e50-e55, 2011.

GIRISH, C. S. et al. Sealing ability of mineral trioxide aggregate, calcium phosphate and polymethylmethacrylate bone cements on root ends prepared using an Erbium: Yttriumaluminium garnet laser and ultrasonics evaluated by confocal laser scanning microscopy. **Journal of Conservative Dentistry**, v. 16, n. 4, p. 304, 2013.

ISHIMURA, H.; YOSHIOKA, T.; SUDA, H. Sealing ability of new adhesive root canal filling materials measured by new dye

penetration method. **Dental Materials Journal**, v. 26, n. 2, p. 290-295, 2007.

JACQUOT, B. M. et al. Evaluation of temporary restorations' microleakage by means of electrochemical impedance measurements. **Journal of Endodontics**, v. 22, n. 11, p. 586-589, 1996.

JAFARI, F.; JAFARI, S. Importance and methodologies of endodontic microleakage studies: A systematic review. **Journal of Clinical and Experimental Dentistry**, v. 9, n. 6, p. e812, 2017.

JENSEN, A.; ABBOTT, P. V. Experimental model: dye penetration of extensive interim restorations used during endodontic treatment while under load in a multiple axis chewing simulator. **Journal of Endodontics**, v. 33, n. 10, p. 1243-1246, 2007.

KARAPANOU, V. et al. Effect of immediate and delayed post preparation on apical dye leakage using two different sealers. **Journal of Endodontics**, v. 22, n. 11, p. 583-585, 1996.

KAYA, B. U.; KECECI, A. D.; BELLI, S. Evaluation of the sealing ability of gutta-percha and thermoplastic synthetic polymer-based systems along the root canals through the glucose

penetration model. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontics**, v. 104, n. 6, p. e66-e73, 2007.

KHAYAT, A.; LEE, S.; TORABINEJAD, M. Human saliva penetration of coronally unsealed obturated root canals. **Journal of Endodontics**, v. 19, n. 9, p. 458-461, 1993.

KIM, S. et al. Quantitative microleakage analysis of endodontic temporary filling materials using a glucose penetration model. **Acta Odontologica Scandinavica**, v. 73, n. 2, p. 137-143, 2015.

KQIKU, L. et al. Active versus passive microleakage of Resilon/Epiphany and gutta-percha/AH Plus. **Australian Endodontic Journal**, v. 37, n. 3, p. 141-146, 2011.

KONTAKIOTIS, E. G.; GEORGOPOULOU, M. K.; MORFIS, A. S. Dye penetration in dry and water-filled gaps along root fillings. **International Endodontic Journal**, v. 34, n. 2, p. 133-136, 2001.

LAHOR-SOLER, E. et al. In vitro study of the apical microleakage with resilon root canal filling using different final endodontic

irrigants. **Journal of Clinical and Experimental Dentistry**, v. 7, n. 2, p. e212, 2015.

LEANDRO, R. B.; GRIMAUDO, N. J.; VERTUCCI, F. J. Coronal Microleakage Assessed by Polymicrobial Markers. **Journal of Contemporary Dental Practice**, p. 001-010, 2003.

LEONARDO, M. V. et al. Assessment of the apical seal of root canals using different filling techniques. **Journal of Oral Science**, v. 51, n. 4, p. 593-599, 2009.

LIM, K. C. Microleakage of intermediate restorative materials. **Journal of Endodontics**, v. 16, n. 3, p. 116-118, 1990.

LUCENA-MARTIN, C. et al. A comparative study of apical leakage of Endomethasone, Top Seal, and Roeko Seal sealer cements. **Journal of Endodontics**, v. 28, n. 6, p. 423-426, 2002.

LYONS, W. W. et al. Comparison of coronal bacterial leakage between immediate versus delayed post-space preparation in root canals filled with Resilon/Epiphany. **International Endodontic Journal**, v. 42, n. 3, p. 203-207, 2009.

MALTEZOS, C. et al. Comparison of the sealing of Resilon, Pro Root MTA, and Super-EBA as root-end filling materials: a

bacterial leakage study. **Journal of Endodontics**, v. 32, n. 4, p. 324-327, 2006.

MALONE, K. H.; DONNELLY, J. C. An in vitro evaluation of coronal microleakage in obturated root canals without coronal restorations. **Journal of Endodontics**, v. 23, n. 1, p. 35-38, 1997.

MANDAVA, P. et al. Microleakage evaluation around retrograde filling materials prepared using conventional and ultrasonic techniques. **Journal of Clinical and Diagnostic Research**, v. 9, n. 2, p. ZC43, 2015.

MAVEC, J. C. et al. Effects of an intracanal glass ionomer barrier on coronal microleakage in teeth with post space. **Journal of Endodontics**, v. 32, n. 2, p. 120-122, 2006.

MCMURTREY, L. G.; KRELL, K. V.; WILCOX, L. R. A comparison between Thermafil and lateral condensation in highly curved canals. **Journal of Endodontics**, v. 18, n. 2, p. 68-71, 1992.

MELLO, I.; ROBAZZA, C. R. C.; ANTONIAZZI, J. H. Influence of Er: YAG laser irradiation on apical sealing of four different sealers. **Brazilian Dental Journal**, v. 15, n. 3, p. 190-193, 2004.

MENTE, J. et al. Assessment of different dyes used in leakage studies. **Clinical Oral Investigations**, v. 14, n. 3, p. 331-338, 2010.

MICHAILESCO, P.; BOUDEVILLE, P. Calibrated latex microspheres percolation: a possible route to model endodontic bacterial leakage. **Journal of Endodontics**, v. 29, n. 7, p. 456-462, 2003.

MILETIC, I. et al. Bacterial and fungal microleakage of AH26 and AH Plus root canal sealers. **International Endodontic Journal**, v. 35, n. 5, p. 428-432, 2002.

MONTICELLI, F. et al. Efficacy of two contemporary single-cone filling techniques in preventing bacterial leakage. **Journal of Endodontics**, v. 33, n. 3, p. 310-313, 2007.

MOKHTARI, H. et al. Evaluation of apical leakage in root canals obturated with three different sealers in presence or absence of smear layer. **Iranian Endodontic Journal**, v. 10, n. 2, p. 131, 2015.

OLIVER, C. M.; ABBOTT, P. V. An in vitro study of apical and coronal microleakage of laterally condensed gutta percha with

Ketac-Endo and AH-26. **Australian Dental Journal**, v. 43, n. 4, p. 262-268, 1998.

ONAY, E. O.; UNGOR, M.; ORUCOGLU, H. An in vitro evaluation of the apical sealing ability of a new resin-based root canal obturation system. **Journal of Endodontics**, v. 32, n. 10, p. 976-978, 2006.

ONAY, E. O. et al. Effect of Er, Cr: YSGG laser irradiation on apical sealing ability of calcium silicate-containing endodontic materials in root-end cavities. **Dental Materials Journal**, v. 33, n. 4, p. 570-575, 2014.

PALLARES, A.; FAUS, V. A comparative study of the sealing ability of two root canal obturation techniques. **Journal of Endodontics**, v. 21, n. 9, p. 449-450, 1995.

PATHOMVANICH, S.; EDMUNDS, D. H. The sealing ability of Thermafil obturators assessed by four different microleakage techniques. **International Endodontic Journal**, v. 29, n. 5, p. 327-334, 1996.

PATHOMVANICH, S.; EDMUNDS, D. H. Variation in the microleakage produced by four different techniques in root fillings

in a simulated root canal model. **International Endodontic Journal**, v. 29, n. 3, p. 156-162, 1996.

PATNI, P. M. et al. Stereomicroscopic Evaluation of Sealing Ability of Four Different Root Canal Sealers-An invitro Study. **Journal of Clinical and Diagnostic Research**, v. 10, n. 8, p. ZC37, 2016.

PESCE, A. L. C.; LOPEZ, S. G.; RODRÍGUEZ, M. P. G. Effect of post space preparation on apical seal: Influence of time interval and sealer. **Medicina Oral, Patología Oral e Cirugía Bucal**, v. 12, n. 6, p. 11, 2007.

POMMEL, L.; CAMPS, J. Effects of pressure and measurement time on the fluid filtration method in endodontics. **Journal of Endodontics**, v. 27, n. 4, p. 256-258, 2001.

RECHENBERG, D.-K.; DE-DEUS, G.; ZEHNDER, M. Potential systematic error in laboratory experiments on microbial leakage through filled root canals: review of published articles. **International Endodontic Journal**, v. 44, n. 3, p. 183-194, 2011.

REYHANI, M. F. et al. Apical microleakage of AH Plus and MTA Fillapex® sealers in association with immediate and delayed post

space preparation: a bacterial leakage study. **Minerva Stomatologica**, v. 64, n. 3, p. 129-34, 2015.

ROHDE, T. R. et al. An in vitro evaluation of microleakage of a new root canal sealer. **Journal of Endodontics**, v. 22, n. 7, p. 365-368, 1996.

SAGSEN, B. et al. Evaluation of microleakage of roots filled with different techniques with a computerized fluid filtration technique. **Journal of Endodontics**, v. 32, n. 12, p. 1168-1170, 2006.

SAVARIZ, A.; RODRÍGUEZ, M. P. G.; LUQUE, C. M. F. Long-term sealing ability of GuttaFlow versus Ah Plus using different obturation techniques. **Medicina Oral, Patología Oral e Cirugía Bucal**, v. 15, n. 6, p. e936-41, 2010.

SCHAFER, E.; OLTHOFF, G. Effect of three different sealers on the sealing ability of both thermafil obturators and cold laterally compacted Gutta-Percha. **Journal of Endodontics**, v. 28, n. 9, p. 638-642, 2002.

SCHUURS, A. H. B. et al. Endodontic leakage studies reconsidered. Part II. Statistical aspects. **International Endodontic Journal**, v. 26, n. 1, p. 44-52, 1993.

ŞEN, B. H.; PIŞKIN, B.; BARAN, N. The effect of tubular penetration of root canal sealers on dye microleakage. **International Endodontic Journal**, v. 29, n. 1, p. 23-28, 1996.

SHAHI, S. et al. An in vitro study of the effect of spreader penetration depth on apical microleakage. **Journal of Oral Science**, v. 49, n. 4, p. 283-286, 2007.

SHAKESPEARE, R. C.; DONNELLY, J. C. An in vitro comparison of apical microleakage after obturation with JS Quick-Fill or lateral condensation. **Journal of Endodontics**, v. 23, n. 5, p. 312-314, 1997.

SHANTIAEE, Y. et al. Comparing microleakage in root canals obturated with nanosilver coated gutta-percha to standard gutta-percha by two different methods. **Iranian Endodontic Journal**, v. 6, n. 4, p. 140, 2011.

SHEMESH, H.; WU, M.-K.; WESSELINK, P. R. Leakage along apical root fillings with and without smear layer using two different leakage models: a two-month longitudinal ex vivo study. **International Endodontic Journal**, v. 39, n. 12, p. 968-976, 2006.

SHEMESH, H. et al. Glucose penetration and fluid transport through coronal root structure and filled root canals. **International Endodontic Journal**, v. 40, n. 11, p. 866-872, 2007.

SOUZA, E. M. et al. Reliability of assessing dye penetration along root canal fillings using methylene blue. **Australian Endodontic Journal**, v. 35, n. 3, p. 158-163, 2009.

SRIKUMAR, G. P. V. et al. Coronal microleakage with five different temporary restorative materials following walking bleach technique: An ex-vivo study. **Contemporary Clinical Dentistry**, v. 3, n. 4, p. 421, 2012.

SHAHI, S. et al. Effect of different mixing methods on the bacterial microleakage of calcium-enriched mixture cement. **Minerva Stomatologica**, v. 65, n. 5, p. 269-275, 2016.

TABRIZIZADE, M. et al. Sealing ability of mineral trioxide aggregate and calcium-enriched mixture cement as apical barriers with different obturation techniques. **Iranian Endodontic Journal**, v. 9, n. 4, p. 261, 2014.

TANG, H. M.; TORABINEJAD, M.; KETTERING, J. D. Leakage evaluation of root end filling materials using endotoxin. **Journal of Endodontics**, v. 28, n. 1, p. 5-7, 2002.

TAŞDEMİR, T. et al. Comparison of the sealing ability of three filling techniques in canals shaped with two different rotary systems: a bacterial leakage study. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontics**, v. 108, n. 3, p. e129-e134, 2009.

TAYLOR, J. K.; JEANSONNE, B. G.; LEMON, R. R. Coronal leakage: effects of smear layer, obturation technique, and sealer. **Journal of Endodontics**, v. 23, n. 8, p. 508-512, 1997.

TURNER, J. E. et al. Microleakage of temporary endodontic restorations in teeth restored with amalgam. **Journal of Endodontics**, v. 16, n. 1, p. 1-4, 1990.

VALOIS, C. R. A.; DE CASTRO, A. J. R. Comparison of the apical sealing ability of four root canal sealers. **Jornal Brasileiro de Endodontia**, v. 3, p. 317-322, 2002.

VASSILIADIS, L. et al. Effect of smear layer on coronal microleakage. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology**, v. 82, n. 3, p. 315-320, 1996.

VENTURI, M. Evaluation of canal filling after using two warm vertical gutta-percha compaction techniques in vivo: a preliminary

study. **International Endodontic Journal**, v. 39, n. 7, p. 538-546, 2006.

VERÍSSIMO, D. M.; DO VALE, M. S. Methodologies for assessment of apical and coronal leakage of endodontic filling materials: a critical review. **Journal of Oral Science**, v. 48, n. 3, p. 93-98, 2006.

VERÍSSIMO, D. M.; DO VALE, M.; MONTEIRO, A. J. Comparison of apical leakage between canals filled with gutta-percha/AH-Plus and the Resilon/Epiphany System, when submitted to two filling techniques. **Journal of Endodontics**, v. 33, n. 3, p. 291-294, 2007.

WELCH, J. D. et al. An assessment of the ability of various materials to seal furcation canals in molar teeth. **Journal of Endodontics**, v. 22, n. 11, p. 608-611, 1996.

WILLIAMSON, A. E. et al. Effect of root canal filling/sealer systems on apical endotoxin penetration: a coronal leakage evaluation. **Journal of Endodontics**, v. 31, n. 8, p. 599-604, 2005.

WIMONCHIT, S.; TIMPAWAT, S.; VONGSAVAN, N. A comparison of techniques for assessment of coronal dye leakage. **Journal of Endodontics**, v. 28, n. 1, p. 1-4, 2002.

WOLANEK, G. A. et al. In vitro bacterial penetration of endodontically treated teeth coronally sealed with a dentin bonding agent. **Journal of Endodontics**, v. 27, n. 5, p. 354-357, 2001.

WU, M. K. et al. New directions in old leakage methods. **International Endodontic Journal**, v. 41, n. 41, p. 721-723, 2008.

WU, M. K.; GEE, A. J.; WESSELINK, P. R. Fluid transport and dye penetration along root canal fillings. **International Endodontic Journal**, v. 27, n. 5, p. 233-238, 1994.

WU, M.-K.; WESSELINK, P. R. Endodontic leakage studies reconsidered. Part I. Methodology, application and relevance. **International Endodontic Journal**, v. 26, n. 1, p. 37-43, 1993.

XU, Q. et al. A new quantitative method using glucose for analysis of endodontic leakage. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontics**, v. 99, n. 1, p. 107-111, 2005.

XU, Q. et al. A quantitative evaluation of sealing ability of 4 obturation techniques by using a glucose leakage test. **Oral**

Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontics, v. 104, n. 4, p. e109-e113, 2007.

YARED, G. M.; DAGHER, F. E. B. Apical enlargement: influence on the sealing ability of the vertical compaction technique. **Journal of Endodontics**, v. 20, n. 7, p. 313-314, 1994.

YAVARI, H. R. et al. Microleakage comparison of four dental materials as intra-orifice barriers in endodontically treated teeth. **Iranian Endodontic Journal**, v. 7, n. 1, p. 25, 2012.

ZMENER, O.; PAMEIJER, C. H.; MACRI, E. Evaluation of the apical seal in root canals prepared with a new rotary system and obturated with a methacrylate based endodontic sealer: an in vitro study. **Journal of Endodontics**, v. 31, n. 5, p. 392-395, 2005.

Anexo 1 – Ata de apresentação



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
CURSO DE ODONTOLOGIA
DISCIPLINA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DE ODONTOLOGIA

ATA DE APRESENTAÇÃO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Aos 21 dias do mês de maio de 2018, às 13:30 horas, em sessão pública no (a) auditório do bloco II desta Universidade, na presença da Banca Examinadora presidida pelo Professor

Durao da Santana Roberto Garcia

e pelos examinadores:

1 - Beatriz Dulcineia Miranda de Souza

2 - Thais M. Duque

o aluno Eduardo Karolinne Alves Socal

apresentou o Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação intitulado:

métodos para análise da microinfiltração em
vidro - Resina da 2ª Intentura

como requisito curricular indispensável à aprovação na Disciplina de Defesa do TCC e a integralização do Curso de Graduação em Odontologia. A Banca Examinadora, após reunião em sessão reservada, deliberou e decidiu pela aprovação do referido Trabalho de Conclusão do Curso, divulgando o resultado formalmente ao aluno e aos demais presentes, e eu, na qualidade de presidente da Banca, lavrei a presente ata que será assinada por mim, pelos demais componentes da Banca Examinadora e pelo aluno orientando.

Presidente da Banca Examinadora

Thais M. Duque
Examinador 1

Thais M. Duque
Examinador 2

Eduardo Socal
Aluno