

Pedro Nuno Aroso Reis

Resilon: Sistema de obturação à base de resina

Faculdade de Ciências da Saúde

Universidade Fernando Pessoa

Porto, 2012

Pedro Nuno Aroso Reis

Resilon: Sistema de obturação à base de resina

Faculdade de Ciências da Saúde

Universidade Fernando Pessoa

Porto, 2012

Pedro Nuno Aroso Reis

Resilon: Sistema de obturação à base de resina

Trabalho apresentado à Universidade Fernando Pessoa como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

Resumo

Este trabalho consiste numa revisão bibliográfica do *Resilon* (novo material de obturação) como tema genérico. Esta revisão foi realizada na PubMed e Scielo. Para esta dissertação apenas uma palavra-chave foi usada: *Resilon*. O sistema *Resilon* (em conjunto com o sistema adesivo *Epiphany* – cimento do sistema citado anteriormente) é um novo material obturador à base de resina. Este material foi criado com o intuito de ultrapassar as limitações da *Gutta-Percha* (principalmente para o alcance de um selamento mais eficaz do sistema canal dos dentes).

Clinicamente, este material apresenta-se biocompatível, é extremamente radiopaco e tem diversas propriedades extremamente semelhantes à *Gutta-Percha*.

Segundo o produtor deste material, os constituintes deste ligam-se entre si e à dentina radicular formando entre todos eles um monobloco – perspectiva recebida com entusiasmo pela comunidade dentária em geral. A *Gutta-Percha* (material obturador mais usado na actualidade), independentemente do tipo de cimento utilizado, é incapaz da formação de um monobloco.

Abstract

This dissertation consists in a bibliographic review of *Resilon* (new filling material) as a generic subject. PubMed and Scielo were used for this review. For this thesis, only one key-word was used: *Resilon*. The *Resilon* system (in conjunction with the adhesive system *Epiphany* – sealer of the previously referred system) is a new resin based filling material. It was created with the goal to overcome the *Gutta-Percha* shortcomings (mainly in the production of a more reliable seal of the root canal system).

Clinically, this material presents to be biocompatible, extremely radiopaque and has several similar properties as *Gutta-Percha*.

According to the material's manufacturer, the components of the *Resilon* system are able to bond amongst themselves and also to the dentin, forming a monoblock – this idea was received with enthusiasm by the dental community, in general. *Gutta-Percha* (the most

widely used filling material nowadays), is unable to achieve the formation of a monoblock regardless of the sealer that is associated to it.

Dedicatória

Ao meu pai.

Agradecimentos

Gostaria de agradecer à minha orientadora Dra. Alexandra Martins em particular pela motivação que me transmitiu, a dedicação e ajuda que foram essenciais para a realização desta monografia.

Gostaria de agradecer a todas as outras pessoas que, em algum nível, me motivaram e/ou ajudaram para a realização e conclusão do meu ciclo de estudos (Mestrado Integrado em Medicina Dentária).

Índice

Índice de Tabelas.....	i
I) Introdução.....	1
1) Materiais e Métodos	2
II) Desenvolvimento.....	3
1) Perspectiva Histórica.....	3
2) Constituição.....	4
3) Mecanismo de acção	5
4) Propriedades	6
i) Biocompatibilidade e Citotoxicidade	7
ii) Resistência à Fractura.....	16
iii) Propriedades Térmicas	23
iv) Fluidez.....	26
v) Força de Ligação	27
vi) Infiltração Coronal.....	30
vii) Infiltração Apical.....	33
viii) Desinfecção	37
ix) Dissolução	40
x) Retratamento	42
III) Conclusão	44
Bibliografia.....	45

Índice de Tabelas

Propriedades de um material obturador ideal.....	6
Propriedades de um cimento ideal.....	7

I) Introdução

A presente monografia tem como tema “*Resilon* – sistema obturador à base de resina”.

A *Gutta-Percha* é o material obturador mais usado actualmente à escala global. Este material também é usado como comparação sempre que sejam realizados estudos com o intuito de testar novos materiais e/ou técnicas (Ko, *et al.*, 2008). No entanto não é considerado um material de obturação ideal pela sua incapacidade de, individualmente, providenciar um selamento eficaz (Merdad, *et al.*, 2007)

O *Resilon* foi introduzido no mercado na metade inicial da primeira década do século XXI (Ko, *et al.*, 2008). É o nome comercial de um material à base de um poliéster sintético denominado polycaprolactone (Ko, *et al.*, 2008; Teixeira, *et al.*, 2006). O objectivo deste material era ultrapassar as limitações apresentadas pela *Gutta-Percha* (Shrestha, *et al.*, 2010).

Este material foi considerado apto para uso endodôntico pela FDA (*Food and Drug Administration*) dos EUA – Estados Unidos da América. Foi demonstrado ser biocompatível, não-citotóxico e não-mutagénico (Teixeira, *et al.*, 2006).

Existem diversas gerações do material que foram introduzidas no mercado:

- A primeira geração: consistia num material hidrofílico à base de resina metacrilato – servia para preencher raízes em grande escala,
- A segunda geração: introdução do uso de monómeros hemofílicos não-acídicos após a remoção da *smear layer* dos canais radiculares,
- A terceira geração: inclusão de um *primer self-etch* e cimento,
- A quarta geração: introdução de um compósito fluído *self-etch* que contém monómeros acídicos.

O sistema *Resilon* consiste em material de preenchimento (cone), um cimento e um *primer* ou um sistema de transporta *carrier-based* (Shrestha, *et al.*, 2010).

O produtor anuncia que o sistema *Resilon* e o cimento resinoso *Epiphany* formam um monobloco, ou seja, um bloco único que adere à dentina radicular. Este conceito é atraente e colocou a comunidade dentária expectante (Ko, *et al.*, 2008).

A vontade de realizar a dissertação com este tema surgiu naturalmente devido ao interesse na área da Endodontia. Optou-se pela revisão deste material devido a sua actualidade do material e do próprio conceito (materiais adesivos para obturação canal).

Determinou-se como objectivos a atingir nesta dissertação obter bases teóricas sobre o material que deu o título a esta dissertação, principalmente descobrir se este será o novo material obturador de eleição e o conceito de realizar-se obturações com materiais e conceitos inovadores, obtendo, ao mesmo tempo, motivação para uma possível progressão na área da Endodontia.

1) Materiais e Métodos

Com esta revisão pretende-se esclarecer temas como a determinação se este material está de facto em vias de substituir a *Gutta-Percha* – através do estudo e comparação de muitas propriedades e estudos *in vivo* e *in vitro* onde se coloca as capacidades do *Resilon* à prova.

Nesta revisão o autor utilizou dois motores de busca, nomeadamente PubMed e *Scielo*. Para esta dissertação apenas uma palavra-chave foi usada: *Resilon*. Não se colocou restrições temporais devido ao facto de ser um material recente. Esta revisão bibliográfica esclarece temas como: (1) Perspectiva Histórica, (2) Constituição, (3) Mecanismo de Acção e (4) Propriedades destacando-se dentro deste diversos subtemas.

II) Desenvolvimento

1) Perspectiva Histórica

No século XVIII, o preenchimento do canal radicular, quando executado, estava limitado ao uso do ouro. Posteriormente, realizaram-se obturações com outros metais, com oxicloreto de zinco, com parafina e com amálgama. Estas obturações apresentavam diferentes graus de sucesso e satisfação. A *Gutta-Percha* é o material de eleição mais comumente usado, servindo como material de comparação relativamente a novos materiais e técnicas que vão surgindo no mercado. Este material começou por ser conhecido como “Hill’s stopping”, nome obtido do seu inventor, tendo sido patenteado e introduzido no mercado em 1848, e era constituído à base de *Gutta-Percha* branca, carbonato de cálcio e quartzo. Através dos anos, diversas técnicas foram desenvolvidas para facilitar o preenchimento tridimensional usando este material. Tipicamente, *Gutta-Percha* é usado como um cone sólido ou plastificável pelo calor (ou por 1 agente químico – no passado), juntamente com um cimento, para eliminar as ligações internas do sistema canal. (Ko *et al.*, 2008, Shresha *et al.*, 2010, Cohen)

O sistema *Resilon* (em conjunto com o sistema adesivo *Epiphany*) é um sistema obturador à base de resina e foi introduzido no mercado na metade inicial da primeira década do século XXI. (Ko *et al.*, 2008) Este é o nome comercial de um material termoplástico baseado num poliéster sintético e biodegradável, denominado polycaprolactone. (Ko *et al.*, 2008, Teixeira *et al.*, 2006) Este sistema tem bases na dentística adesiva – agora aplicada na área da Endodontia - e tem sido colocado à prova nos últimos anos. (Teixeira *et al.*, 2006) O seu objectivo, anunciado como certo pelo produtor, era ultrapassar as limitações apresentadas pela *Gutta-Percha* na obtenção de um selamento eficaz do sistema canal evitando exposição à actividade bacteriana. (Teixeira *et al.*, 2006, Shresha *et al.*, 2010, Ko *et al.*, 2008)

A *Gutta-Percha* providencia uma fraca barreira contra a migração bacteriana que ocorre de coronal para apical, após obturação e não se liga por si só às paredes canales. Em comparação, resultados promissores têm sido demonstrados com cimentos resinosos. Estudos iniciais debatiam o uso de resinas, devido à dificuldade de colocação do material no sistema de canais e à sua remoção (retratamentos). No entanto, é reconhecido que estes materiais têm o potencial de ultrapassar as limitações da *Gutta-Percha* melhorando o selamento do canal

radicular, reduzindo assim a micro-infiltração tanto de origem coronal como de origem apical. (Teixeira *et al.*, 2006)

Diferentes estudos *in vivo* e *in vitro* demonstraram que *Resilon/Epiphany* pode ser uma alternativa à *Gutta-Percha* e outros cimentos. No entanto, as propriedades do material de modo a atingir uma obturação tridimensional de qualidade, assim como o seu comportamento no que diz respeito à adesividade à dentina ainda tem muitos aspectos a melhorar. (Shresha *et al.*, 2010, Ko *et al.*, 2008)

Estes novos materiais foram aprovados para uso endodôntico pela FDA (Food and Drug Administration) dos EUA, tendo sido demonstrado ser biocompatível, não-citotóxico e não-mutagénico. (Teixeira *et al.*, 2006)

O produtor anuncia que os cones de *Resilon* e o cimento resinoso de *Epiphany* formam um monobloco, ou seja, um bloco único que adere à parede dentinária. O conceito do material se ligar às paredes dentinárias é extremamente atraente, especialmente se tal adesão se conseguir manter em todo o comprimento do canal (Ko, et al., 2008)

2) Constituição

Este material é baseado em polímeros de poliéster e tem no seu conteúdo materiais de preenchimento bioactivos e altamente radiopacos. Este polímero tem uma melhor resistência à flexão e quando usado em conjunto com um cimento à base de resina, oferece um potencial de ligação aumentado, quando comparado com a *Gutta-Percha*. Este sistema obturador inclui três componentes primários:

- 1) O material base do *Resilon*: um material baseado num polímero sintético termoplástico que contém cristais bioactivos, Oxidocloreto de Bismuto e sulfato de Bário. O material de preenchimento é aproximadamente 65% do peso total.
- 2) Um cimento resinoso: de dupla polimerização, um cimento de compósito á base de resina. A matriz da resina é composta de BisGMA, BisGMA etoxilado, UDMA e metacrilatos hidrofílicos. Também presente na sua composição encontra-se Hidróxido de Cálcio, Sulfato de Bário, Cristais de bário e sílica. Este material de preenchimento representa aproximadamente 70% do peso.

- 3) Um *primer* self-etch que contém monómeros funcionais, HEMA, água e iniciadores de polimerização. O HEMA melhora a ligação da resina à dentina.

(Teixeira *et al.*, 2006, Ko *et al.*, 2008)

3) Mecanismo de acção

É desejável que este material (que se comporta de forma semelhante à *Gutta-Percha*) seja capaz de se ligar à parede (via um agente de ligação à dentina) e manter esta ligação ao longo do tempo para permitir um selamento impermeável. (Ko *et al.*, 2008)

Devido ao facto do *Resilon* ser um polímero sintético, o cimento resinoso adere a este e ao ao *primer* usado para penetrar nos túbulos dentinários. Como resultado, forma-se um monobloco, consistindo numa ligação entre os materiais referidos anteriormente e à parede dentária (previamente condicionada) (Teixeira *et al.*, 2006, Shresha *et al.*, 2010) A *Gutta-Percha* não forma um monobloco mesmo usando um cimento à base de resina, devido ao facto de o cimento não se ligar à *Gutta-Percha*. Consequentemente, o cimento tende a separar-se da *Gutta-Percha* após endurecimento. (Teixeira *et al.*, 2006)

Esta capacidade de criação do monobloco, pode melhorar o selamento reduzindo a micro-infiltração tanto de origem apical como de origem coronal, e providenciar uma barreira às bactérias orais, se porventura, a restauração coronal se perder ou fracturar. Supostamente, esta capacidade contribuirá para o sucesso a longo termo de um tratamento endodôntico convencional. Poucos estudos têm avaliado o potencial de usar agentes que se ligam a dentina e compósitos (tradicionais) resinosos para obturar canais radiculares. No passado, as propriedades de trabalho destes materiais tinham problemas nas vertentes da radiopacidade e retractilidade. As razões que determinavam o impedimento do uso de compósitos resinosos eram resultados questionáveis, difíceis e imprevisíveis métodos de entrega e incapacidade de realizar-se o retratamento do canal, se necessário. De acordo com o produtor, o *Resilon* têm um ponto de fusão entre os 70°C e os 80°C, que é muito semelhante à *Gutta-Percha*. O material manuseia-se, comporta-se e é semelhante visualmente à *Gutta-Percha*, e tal como esta, pode ser usado com técnicas de obturação quentes ou frias. Pode ser amolecido com calor ou solventes como clorofórmio e é altamente radiopaco. Quando usado com técnicas de obturações termoplásticas, a sua temperatura aumentou a um ritmo inferior quando comparado com a *Gutta-Percha* a uma distância de 1 – 3 mm da fonte de calor; a diferença

sendo de aproximadamente 2°C, se bem que a 4mm de distância a temperatura atingida é semelhante. Em termos de retratibilidade, *Resilon* pode ser removido com uma lima manual com a ajuda de calor e/ou clorofórmio, ou através de brocas em instrumentos rotatórios como Gates-Glidden e Hedstrom ou limas em instrumentos rotatórios (Ko *et al.*, 2008).

Além disso, este material pode ser fotopolimerizável e como consequência pode realizar um selamento imediato no orifício canalar. Se não for activado por via da fotopolimerização este cimento resinoso auto polimeriza-se em aproximadamente 30 a 60 minutos. (Ko *et al.*, 2008, Shrestha *et al.*, 2010)

A desinfecção dos cones de *Resilon* pode ser executada da mesma maneira que os cones de *Gutta-Percha*. Estes podem ser desinfectados com eficiência usando 1-5% NaOCl, por 1 a 5 minutos ou 2% clorexidina por 5 minutos. Uma desinfecção rápida pode também ser obtida usando MTAD. No entanto, aplicações de uma concentração alta de NaOCl e 2% de clorexidina aparentam causar alterações à superfície dos cones de *Resilon*, visto que ainda não está determinado o tempo ideal para se as soluções desinfectantes actuarem sobre o material. Notavelmente, o cimento *Epiphany* não ofereceu grande efeito antimicrobiano ao contrário dos cimentos de Óxido de zinco/Eugenol ou AH26/AH Plus. (Ko *et al.*, 2008)

4) Propriedades

Propriedades de um material obturador ideal

- Ser facilmente manipulável e propiciar um tempo de trabalho longo
- Ser estável dimensionalmente, sem contrair após a inserção
- Selar o canal lateral e apicalmente, ajustando-se à sua anatomia interna complexa
- Não ser irritante aos tecidos peri radiculares
- Ser impermeável à humidade e não ser poroso
- Não ser afectado por fluidos teciduais- não sofrer corrosão ou oxidação
- Inibir o crescimento bacteriano
- Ser radiopaco e facilmente discernível nas radiografias
- Não alterar a cor do dente
- Ser estéril
- Ser de fácil remoção do canal, se necessário

Descrição das propriedades de um material obturador ideal, adaptado de Cohen, S., Hargreaves K. (2007) Caminhos da Polpa. (Ed.9). Rio de Janeiro, Elsevier, p. 372.

Propriedades de um cimento ideal

- Exibir aderência quando misturado para prover boa adesividade entre ele e as paredes do canal após a presa
- Estabelecer um selamento hermético
- Possuir uma radiopacidade que possa ser vista na radiografia
- Possuir um pó fino, de maneira que possa se misturar facilmente com o líquido
- Não sofrer contração ao tomar presa
- Não manchar as estruturas dentárias
- Ser bacteriostático ou, pelo menos, não estimular o crescimento bacteriano
- Exibir tempo de presa longo
- Ser insolúvel nos fluidos teciduais
- Ser biocompatível, ou seja, não-irritante aos tecidos periradiculares
- Ser solúvel em solvente comum, se for necessária a remoção do material obturador

Descrição das propriedades de um cimento ideal, adaptado de Cohen, S., Hargreaves K. (2007) Caminhos da Polpa. (Ed.9). Rio de Janeiro, Elsevier, p. 369.

i) Biocompatibilidade e Citotoxicidade

Os materiais de preenchimento de raízes devem ser biocompatíveis. Estes materiais convencionais incluem um material nuclear e um cimento. (Merdad *et al.*, 2007)

Gutta-Percha é o material mais usado mundialmente para obturação de canais radiculares, no entanto não é considerado um material de obturação ideal pela sua incapacidade de individualmente, proporcionar um selamento eficaz. Este material é reportado como sendo menos tóxico do que qualquer outro material obturador testado, e é o material usado como termo de comparação para o estudo de novos materiais. No entanto, as pontas de *Gutta-Percha*, apenas contêm aproximadamente 20% de material orgânico, sendo que tem aproximadamente de 60 a 75% de óxido de zinco. Se bem que é considerado um material inerte, este material produz sempre algum grau de irritação tecidual, sendo provável que isto aconteça devido à presença do óxido de zinco e à liberação e absorção de íons desta substância. Uma das desvantagens é o facto da necessidade de ter de ser associado a um

cimento com boas capacidades seladoras. Além disso, quando a restauração coronal fractura, é inadequada ou está ausente, a saliva pode dissolver o cimento e levar a uma re-infecção e consequentemente ao insucesso do tratamento endodôntico. (Garcia *et al.*, 2010, Merdad *et al.*, 2007, Campos-Pinto *et al.*, 2008, Economides *et al.*, 2008)

Antes de se introduzir um novo material no mercado, é fundamental que as suas propriedades sejam testadas. Existe uma necessidade para testar e comparar estes com os materiais mais usados para se determinar os que são ideais para uso clínico. Do ponto de vista biológico, a sua biocompatibilidade deve ser testada para detectar a presença de componentes tóxicos que possam causar irritação, degeneração ou até necrose - causada por absorção de produtos tóxicos - dos tecidos que estejam adjacentes e em contacto com o material. Estes produtos podem atravessar o forâmen radicular e atingir os tecidos peri apicais, causando dano (s) supracitado (s). Podem até despoletar uma resposta do tecido ósseo, mediado parcialmente por osteoblastos. Tal resposta pode atrasar a cicatrização e afectar adversamente o resultado do tratamento. Mais, os materiais obturadores devem possuir propriedades seladoras adequadas, de modo a selar o sistema canalar evitando a recolonização bacteriana. Devem ser realizados testes *in vivo* e *in vitro*. (Key *et al.*, 2006, Merdad *et al.*, 2007, Xu *et al.*, 2010, , Garcia *et al.*, 2010)

Fazer estudos à citotoxicidade de materiais dentários antes de o seu uso em pacientes, é fundamental para assegurar uma utilização segura em pacientes e fiabilidade dos tratamentos. Formaldeído, por exemplo, uma substância famosa nos anos 50 do século passado, para o uso em tratamentos endodônticos, foi demonstrado que causa dano tecidular severo e parestesia permanente devido à sua natureza agressiva. (Key *et al.*, 2006)

De acordo com o produtor o sistema obturador composto por cone (s) de *Resilon* juntamente com cimento *Epiphany* é não-citotóxico, não-mutagénico e biocompatível, e foi aprovado pela FDA. (Campos-Pinto *et al.*, 2008, Garcia *et al.*, 2010, Teixeira *et al.* 2006, Xu *et al.*, 2010)

Depois de ganharem popularidade, os materiais de obturação à base de resina são agora aceites, sendo que a *Gutta-Percha* associado a cimentos à base de resina metacrilato têm demonstrado menor capacidade seladora a nível apical que com o cimento convencional à base de resina *epoxy*. Por esse motivo, os *primers* self-etch têm sido usados para a adesão com a dentina radicular. Como os cimentos á base de resina *epoxy* não copolimerizam com os

adesivos à base de resina metacrilato, uma resina de dupla polimerização com esta base foi desenvolvida com um *primer* self-etch e um novo polímero termoplástico (*Resilon*), para substituir a *Gutta-Percha*. Isto resultou em melhorias na capacidade seladora apical e adesão à dentina radicular. (Garcia *et al.*, 2010)

Se bem que o produtor postula que o cimento *Epiphany* é biocompatível, há poucos estudos que avaliam a sua biocompatibilidade e citotoxicidade. Existe até, estudos que presentemente se contradizem em relação às suas propriedades biológicas. Um desses estudos afirma que a citotoxicidade do cimento *Epiphany* deve-se unicamente ao *primer* a ele associado. O cimento *Epiphany* tem uma libertação de grandes concentrações de cálcio. Este acontecimento causa um aumento do pH dos tecidos, tornando a zona alcalina, que pode favorecer a reparação tecidular. Outros autores, consideraram o *Epiphany* mais citotóxico que outros cimentos. (Campos-Pinto *et al.*, 2008)

Os cimentos à base de resina metacrilato são atraentes devido às suas características hidrofílicas, que permitem a este material humedecer os canais dentinários e penetrar nos seus túbulos, ao seu potencial de adesão à dentina radicular através de *primers* self-etch, e ao seu potencial de adesão a materiais obturadores. Consequentemente, alguns investigadores reportam que existe uma maior capacidade seladora e, como tal, provoca menos periodontite apical. (Garcia *et al.*, 2010)

O *Resilon* tal como a *Gutta-Percha* Activa estão presentes e disponíveis no mercado, no entanto existem escassos estudos sobre a sua biocompatibilidade. Os cones de *Gutta-Percha* activa têm à sua superfície partículas de ionómero de vidro. O cimento usado com este tipo de cones é um cimento de ionómero de vidro que adere quimicamente e mecanicamente à *Gutta-Percha* activa e liga-se à dentina. (Donadio *et al.*, 2008)

Diz-se que a *Gutta-Percha* activa forma um monobloco, tal como o *Resilon*, no entanto, a composição de ambos é diferente. As partículas de ionómero de vidro, facilitam a sua adesão ao cimento, ultrapassando assim o problema de ligação entre a *Gutta-Percha* normal e o cimento de ionómero de vidro. (Donadio *et al.*, 2009)

Se bem que os materiais obturadores estão produzidos com o propósito de ficarem contidos dentro do canal radicular, impedindo a progressão de bactérias e dos seus produtos, os cimentos e os seus componentes podem entrar em contacto com tecidos peri radiculares,

devido a erros técnicos e através da adoção de certas técnicas obturadoras, resultando em irritação tecidual e atraso na cicatrização. Se o cimento causa uma inflamação crônica devido à presença de um corpo estranho, isto pode induzir a uma persistência de uma periodontite apical. (Donadio *et al.* 2009, Garcia *et al.*, 2010, Campos-Pinto *et al.*, 2008)

A toxicidade de materiais obturadores pode ser testada quer em estudos *in vivo*, quer em estudos *in vitro*. Estes foram realizados em ratos, linhas de células como o HeLa, o L929 e o RPC-C2A e em células semelhantes aos osteoblastos como as MG63. (Key *et al.*, 2006, Onay *et al.*, 2007, Xu *et al.*, 2010,, Economides *et al.*, 2008)

Os estudos *in vivo* podem ser influenciados com a experiência do operador, as propriedades técnicas do material e factores relacionados com o paciente que são incontroláveis. Usando modelos *in vitro* factores experimentais podem ser controlados. Outras vantagens de estudos *in vitro* são: simplicidade, reproductibilidade e não tendo um custo extremamente elevado. Este tipo de estudos são aceites como um método rotineiro para a avaliação da citotoxicidade de materiais dentários. (Key *et al.*, 2006)

São usados estes animais, devido ao facto de estes serem um modelo satisfatório na representação de um animal mamífero, tem as dimensões adequadas para uma manipulação fácil e segura e como tem um metabolismo acelerado é possível obter resultados relevantes num curto espaço de tempo. (Garcia *et al.*, 2010) A implantação subcutânea é considerada como um teste secundário aceitável para avaliação das propriedades biológicas dos materiais restauradores e endodônticos. Existem estudos que usam diversos tipos de veículos de implantação (tubos de silicone, por exemplo). (Onay *et al.*, 2006, Xu *et al.*, 2010)

Usar linhas de células é um método comum de avaliação no teste de materiais de uso dentário, pois permitem obter um resultado simples e reproduzível que pode ser controlado em ambiente laboratorial. Os estudos *in vitro* também permitem a comparação de vários materiais, usando a mesma linha de células e as mesmas condições. A vantagem de usar o tipo de células acima referidas está na sua continuidade para multiplicar partindo do princípio que são continuamente nutridas. As linhas de células primárias são escolhidas para vários estudos visto que têm uma esperança de vida pré determinada e eventualmente atingem um patamar de crescimento que estabilizam e depois morrem mesmo que as condições de crescimento se mantiverem aceitáveis. Como os materiais, caso fossem usados em situações reais, entram

comumente em contacto com fibroblastos humanos *in vivo*, são escolhidas estas células porque representam mais fielmente as condições clínicas. (Key *et al.*, 2006)

Em muitos estudos está demonstrado que este novo material (*Resilon*) é mais biocompatível que os materiais convencionais (*Gutta-Percha*, por exemplo). O facto de o sistema *Resilon* endurecer em menor tempo, em ambientes anaeróbios, pode ser um dos factores que determinam esta maior biocompatibilidade. (Grecca *et al.*, 2011)

No estudo por Onay (testando a biocompatibilidade da *Gutta-Percha*, *Resilon* e *Epiphany*), um tubo de teflon vazio foi usado para controlo; em ratos. A implantação destes materiais no tecido conectivo dorsal dos ratos promoveu uma inflamação de moderada a severa, quando avaliada a 1 semana após implantação, que foi decrescendo com o passar do tempo. O tecido conectivo cicatrizou-se de forma notável com todos os materiais, excepto uma amostra com *Epiphany* que mantinha uma inflamação moderada após 8 semanas. A inflamação que se observou inicialmente, visto que esteve presente em todas as amostras incluindo as de controlo, é provavelmente consequência do trauma cirúrgico de implantação. Analisando o grupo contendo a amostra de *Epiphany* que destoou dos outros grupos, atribui-se a inflamação aos monómeros que não sofreram reacção de polimerização. Concluiu-se que os cones de *Gutta-Percha* e *Resilon* podem ser considerados como inertes. A biocompatibilidade destes é espectável. O cimento do *Resilon* (*Epiphany*) apresentou resultados semelhantes aos dois anteriores. Todos os materiais testados apresentaram uma biocompatibilidade aceitável nos tecidos. (Onay *et al.*, 2006)

No estudo de Grecca, 2011, foi testada a resposta tecidular ao AH Plus (cimento usado em conjunto com a *Gutta-Percha*), *RealSeal* (cimento do sistema *Resilon*) e o *primer* deste sistema. Foi usado tubos de polietileno no tecido conectivo subcutâneo de ratos em um espaço de tempo de 90 dias (com avaliações periódicas neste espaço de tempo). O objectivo era comparar a resposta tecidular e testar a biocompatibilidade do cimento do sistema *RealSeal*, comparando-o com o seu próprio *primer* e um outro cimento resinoso: AH Plus. Através do tubo é possível o material entrar em contacto com o tecido vivo e replicar o que ocorre na região peri apical depois da obturação de canais radiculares. Depois de não ser observada a presença de neutrófilos e eosinófilos nas proximidades do material implantado, sugere que todos os materiais são bem aceites pelo organismo. Não foram observados abscessos nas amostras com o *primer*, o cimento *RealSeal* e nas amostras de controlo. No período de 7 dias

após implantação, os tubos contendo AH Plus demonstraram abscessos, sendo que este foi o período onde que os resultados foram mais elevados. Por esta observação, determinou-se que o cimento AH Plus, pelo menos no período inicial de contacto com o tecido conectivo, foi mais agressivo que os outros materiais. Estes investigadores concluíram que os problemas envolvendo a falta de biocompatibilidade do cimento do sistema *RealSeal*, não pode atribuído ao seu *primer*. (Grecca *et al.*, 2011)

Os resultados do estudo por Garcia, revelaram uma boa resposta biológica. O cimento *Epiphany* tem uma alta libertação de cálcio, causando um aumento do pH na zona do tecido, que pode aumentar a capacidade de cicatrização tecidual. Se bem que alguns autores consideraram o *Epiphany* mais citotóxico, os resultados deste estudo não corroboram esta afirmação. Neste estudo, a amostra que não tem o *primer* self-etch teve uma resposta menos favorável. Na amostra com a presença do *primer* houve uma melhor resposta. Isto pode ser explicado com a capacidade seladora promovida pelo *primer* na superfície dentinária, prevenindo o contacto de monómeros não polimerizados com o tecido conectivo. Aparentemente, quando o *primer* não é usado, o cimento liberta produtos tóxicos promovendo uma pior resposta biológica, mas ao fim de 42 dias, havia apenas uma inflamação crónica de ligeira a moderada. A reacção inflamatória estava definida e efectiva no período inicial após implantação, considerada como uma resposta normal à irritação, decrescendo com o passar do tempo. Os materiais obtiveram uma boa resposta biológica dos tecidos subcutâneos de ratos. (Garcia *et al.*, 2010)

No estudo realizado por Campos-Pinto, a resposta biológica foi menos positiva no grupo onde se realizou a fotopolimerização com *Epiphany* (quando comparado com outros grupos). O tecido conjuntivo adjacente ao material demonstrou uma inflamação crónica de moderado e intenso e necrose extensa após 7 e 21 dias. A intensa inflamação decresceu após 42 dias. O cimento foi fotopolimerizado mas o *primer* não foi adicionado (neste grupo). Devido a isto o cimento *Epiphany* pode eventualmente apresentar produtos irritantes, possivelmente monómeros livres, na superfície de contacto com o tecido. Aparentemente, quando o *primer* não é usado, estes produtos tóxicos promovem uma resposta biológica menos favorável. (Campos-Pinto *et al.*, 2008)

No estudo realizado por Merdad, os dentes preenchidos com o sistema *Epiphany* desenvolveram menor inflamação peri apical quando comparados com dentes preenchidos

com *Gutta-Percha* e com o cimento AH 26. O pouco tempo em que decorreu este estudo sugere que o que provoca a inflamação peri apical não será tanto a infiltração bacteriana, sendo sim uma resposta do organismo aos materiais obturadores. Portanto, o sistema *Epiphany* pode ter demonstrado uma melhor compatibilidade ao nível dos tecidos quando comparado com o controlo realizado com o cimento AH 26. Todos os anteriores sugerem que poderá haver vantagens na aplicação clínica do sistema *Epiphany*. Em curto prazo (2 a 4 horas após aplicação), a *Gutta-Percha* apresenta-se não citotóxica. Num outro estudo, foi observada ligeira citotoxicidade após 24 horas, sugerindo ter sido causado pelo óxido de zinco que era libertado pela *Gutta-Percha*. Na avaliação a curto prazo do *Resilon*, este comportou-se não apresentando qualquer citotoxicidade sendo que estes autores determinaram que este material não é mais citotóxico quando comparado com a *Gutta-Percha*. (Merdad *et al.*, 2007)

Xu, por sua vez, afirma que devido ao facto de o cone de *RealSeal* (nome comercial do polycaprolactone) ter sido considerado pouco tóxico e em alguns estudos não-tóxico, a biocompatibilidade de todo o sistema *RealSeal* também depende do cimento *RealSeal*, que está reportado como sendo citotóxico. Resultados *in vivo* em ratos, concluíram que os cones de *RealSeal* aos 3 meses eram citotoxicamente aceitáveis e comparáveis com os valores da *Gutta-Percha*. A citotoxicidade do *RealSeal* já foi observada noutros estudos, em fibroblastos gengivais humanos e fibroblastos na pele de ratos, e nestes o cimento *Epiphany* demonstrou causar maior efeito citotóxico nos tecidos supracitados e à linha celular L929, quando comparado com o AH Plus (cimento usado em associação à *Gutta-Percha*). O autor advoga que as fracas propriedades biológicas do sistema *RealSeal* podem ser explicadas pelo alto teor de conteúdo resinoso ou pelo facto do cimento baseado no metacrilato não ser sido totalmente polimerizado. Outra alternativa é o monómero constituinte dos agentes ligadores à dentina, podendo ser responsável pela citotoxicidade. O cimento do sistema *RealSeal* pode ser comparado ao AH Plus porque são ambos materiais feitos à base de resina.. Sendo um cimento usado frequentemente, o AH Plus é um material que se tem revelado como tendo uma citotoxicidade de moderada a elevada. Isto pode estar relacionado com o composto resinoso *epoxy* e a amina que promove a polimerização. Os cones do sistema *RealSeal* e a *Gutta-Percha* também podem ser comparados porque têm propriedades térmicas, físicas e químicas semelhantes. Está comprovado que a *Gutta-Percha* é não-tóxico ou possivelmente ligeiramente citotóxico e tem uma boa biocompatibilidade. Neste estudo, nas células MG63 (semelhantes aos osteoblastos), os cones do sistema *RealSeal* demonstraram uma

citotoxicidade moderada ao fim de 1 dia. No decorrer de 3 porém, não foi observada qualquer citotoxicidade. O cimento do sistema *RealSeal* apresenta uma maior citotoxicidade quando comparado com o cimento AH Plus. Esta citotoxicidade está relacionada com os componentes do material. O rácio de componentes resinosos presentes no cimento é superior a 60%. Esta alta percentagem pode ser o motivo de tão fraca biocompatibilidade demonstrada pelo cimento do sistema *RealSeal* (*Epiphany*). Este cimento geralmente termina a polimerização após 30 minutos em ambientes anaeróbicos, sendo que, em ambientes aeróbios, termina a polimerização após 1 semana, aproximadamente. Este aumento do tempo deve-se particularmente à camada superficial (por baixo desta camada o material encontra-se duro) porque o oxigénio inibe a polimerização livre radical das resinas. O material não endurecido, sendo ácido, especificamente os monómeros não polimerizados desta camada, são substâncias altamente citotóxicas. A citotoxicidade demonstrada pelo sistema *RealSeal* não reflecte necessariamente um risco a longo prazo, pois estudos *in vitro* não compreendem todos os factores existentes numa situação real, como resposta imunitária a nível peri apical ou a circulação sanguínea. Isto pode explicar como em estudos *In vivo*, os materiais obturadores provocam uma reacção inicial inflamatória que diminui ou desaparece ao longo do tempo. Os resultados de experiências clínicas usando *Resilon* e *RealSeal* são favoráveis para determinar o seu uso. Os resultados que ocorrem em estudos *in vitro* não devem ser extrapolados como certos em condições *in vivo*. Os autores determinaram que os cones do sistema *RealSeal* têm uma citotoxicidade aceitável mas, no entanto, o cimento deste sistema tem uma citotoxicidade severa nas células MG63 ao fim de 3 dias. (Xu *et al.*, 2010)

Key determinou que para ser testada a citotoxicidade, colocou-se em contacto os materiais dentários com linhas de células. Chegou-se à conclusão que *Resilon* tem aproximadamente a mesma citotoxicidade que a *Gutta-Percha*, determinando-se que é biocompatível. Observou que o *primer* apresenta um resultado semelhante ao formaldeído, quando entra em contacto com a linha de células. HEMA, substância presente no *primer*, é o mais provável culpado da toxicidade apresentada (através de fixação celular, impedindo a sua multiplicação e ciclo celular de progressão). A possibilidade do *primer* escapar através do forâmen apical e entrar em contacto com tecidos peri apicais, é uma fonte de preocupação em termos de destruição tecidular. Quando o cimento (*Epiphany*) é comparado a outros (*Grossman's*, *Sealapex*, *Thermaseal*) foi observado que relativamente ao cimento *Grossman's*, este apresentou ser um material citotóxico, quando observado 1 hora e 24 horas após aplicação. O cimento *Sealapex*

foi o menos citotóxico quando observado 1 hora após aplicação e o mais citotóxico na avaliação feita às 24 horas após aplicação. Isto pode dever-se à criação de sedimento que mais nenhum cimento apresentou. O hidróxido de cálcio pode ser o responsável por ter causado morte celular. *Thermaseal* e *Epiphany* tiveram resultados semelhantes, o que era espectável, visto serem ambos resinosos. À medida que o tempo ia passando, os materiais revelavam-se menos citotóxico, que também pode ser comparado à citotoxicidade do cimento *AH-Plus* (outro cimento resinoso). Este autor, tal como Ping, adverte que sendo um estudo *in vitro*, deve ser considerado como tal e ser compreendido que as reacções no corpo podem resultar em reacções diferentes, mas dá a oportunidade a dentistas para comparar a relativa toxicidade dos vários materiais obturadores. (Key *et al.*, 2006)

No estudo de Donadio de 2008, após ter sido colocados segmentos de *Gutta-Percha* normal, *Gutta-Percha* activa e *Resilon* em culturas de células, observou-se que a viabilidade celular nas culturas com segmentos com *Resilon* era significativamente superior aos grupos com *Gutta-Percha* normal e *Gutta-Percha* activa, em qualquer intervalo de tempo. Não existiu diferença de viabilidade celular entre os grupos dos segmentos com *Gutta-Percha* activa e *Gutta-Percha* normal. A citotoxicidade dos cones de *Gutta-Percha* normal e *Gutta-Percha* activa é superior à dos cones de *Resilon*. Estes cones têm melhor biocompatibilidade quando comparados com os cones de *Gutta-Percha* normal e *Gutta-Percha* activa. (Donadio *et al.* 2008)

O mesmo autor, em 2009, refere que os cones de *Resilon* têm uma melhor biocompatibilidade que os cones de *Gutta-Percha* normal e *Gutta-Percha* Activa (sendo estes dois últimos semelhantes). No seu estudo, compara os cimentos dos variados sistemas obturadores. 4 tipos de cimento foram analisados: o cimento do sistema *RealSeal* (*Epiphany*), o *AH-26*, o cimento da GPA e o cimento *Kerr*. Observou-se que existiu menor viabilidade celular, imediatamente após a activação e aplicação com o cimento AH 26, do que qualquer outro cimento, sendo o cimento *Kerr* aquele que demonstrou maior viabilidade celular. Após endurecimento do cimento, a viabilidade celular do cimento AH 26 foi superior a todos os outros, sendo que foi o *Epiphany* que demonstrou pior viabilidade celular. Demonstrou-se ser o mais citotóxico. Isto pode dever-se ao facto de ocorrer absorção de monómeros não polimerizados. Pode também ocorrer devido à absorção de partículas de preenchimento devido à degradação do cimento. Se o cimento for endurecido na presença de ar, forma-se uma película de

monómeros não polimerizados inibidos pelo oxigénio. Esta camada prejudica as propriedades biológicas dos materiais e pode também estar implicado. Num estudo *In vivo*, no entanto, em porquinhos-da-índia, sendo avaliado num período de 4 a 12 semanas, foi determinado que o cimento teve um comportamento biocompativelmente favorável quando comparado com outros cimentos. Isto pode dever-se ao facto das partículas acima referidas serem absorvidas pelo organismo mas sendo rapidamente excretadas pelo hospedeiro, resultando numa menor inflamação local causado pelo cimento. (Donadio *et al.* 2009)

No estudo de Economides, o *Resilon* demonstrou ser mais citotóxico que a *Gutta-Percha* num teste *in vitro* de duas linhas celulares (L929 e RPC-C2A). É razoável atribuir este resultado ao conteúdo resinoso dos cones de *Resilon*. Sendo mais pronunciado nos espaços de tempo mais longos avaliados neste estudo (24h e 48h – e superior neste último) parece evidente que a sua toxicidade está associada ao tempo. Uma possível explicação poderá estar na biodegradabilidade do *Resilon*, visto ser sensível à hidrólise alcalina e enzimática. (Economides *et al.*, 2008)

Os investigadores aconselham a realização de mais estudos, *in vivo* e *in vitro*, para a determinação contínua da biocompatibilidade, citotoxicidade e propriedades biológicas dos materiais. (Garcia *et al.*, 2010, Xu *et al.*, 2010, Campos-Pinto *et al.*, 2008, Economides *et al.*, 2008, Grecca *et al.*, 2011, Onay *et al.*, 2007)

ii) Resistência à Fractura

Os impactos dentários ocorrem mais frequentemente entre os 8 e os 12 anos de idade. Estes impactos têm muitas vezes como consequência necrose pulpar, que leva à cessação da formação de raízes que ainda estão em desenvolvimento. O ápice aberto e a fina parede da dentina das raízes imaturas criam desafios endodônticos e restauradores para o médico dentista. Historicamente, têm-se tratado de ápices abertos sem polpa aplicando Hidróxido de cálcio, obtendo um taxa de sucesso de 79 a 96%. Foi recomendado também o uso de MTA (*mineral trioxide aggregate*). (Wilkinson *et al.*, 2007)

Quando a polpa dentária passa por alterações patológicas devido a trauma ou a progressão de cáries dentárias, bactérias ou outros irritantes com origem na cavidade oral, invadem o sistema dos canais radiculares. Os objectivos da terapia canalar das raízes são a remoção da polpa patológica, limpeza, conformação e desinfecção de canais radiculares contaminados e

obturação tridimensional para prevenir reinfecção. Se bem que a obturação pode não ser o passo mais crítico em todo o processo da terapia canal, deve no entanto ser realizada tendo em linha de conta os padrões clínicos mais elevados. (Hammad *et al.*, 2007)

Mesmo que um tratamento de longo prazo, como acima referido, tenha sido bem-sucedido, as paredes dentinárias cervicais são finas e apresentam desafios. Os dentes imaturos são muito susceptíveis à fractura quando são sujeitos a força de mastigação e traumas secundários. Por este motivo o tratamento endodôntico deste tipo de dentes, deveria ter como objectivo reforçar as raízes aumentando a sua resistência à fractura. (Wilkinson *et al.*, 2007)

É sabido que o tratamento endodôntico resulta na redução da resistência à fractura dos dentes. A preparação biomecânica e o efeito da desidratação das soluções irrigantes são os factores causais que enfraquecem a estrutura dentária. A instrumentação canal é um passo fulcral no tratamento endodôntico. Estudos demonstram que o acto de instrumentação enfraquece as raízes dentárias. É difícil de prever a quantidade de dentina que pode ser removida para que o efeito de enfraquecimento comece a fazer efeito, e como tal, parece lógico que se deve remover o mínimo de dentina possível durante a instrumentação sem arriscar o sucesso a longo prazo. Se as forças aplicadas pelo *spreader* são excessivas durante a obturação lateral ou a se removeu demasiada dentina, a probabilidade de fractura da raiz aumenta. Qualquer material que compense este fenómeno de enfraquecimento da raiz será útil. (Hamad *et al.* 2007, Ullusoy *et al.*, 2007)

A mais frustrante complicação da terapia endodôntica é a fractura vertical da raiz. Esta lesão traduz-se numa fractura longitudinal da mesma, estendendo-se à totalidade da espessura da dentina, desde o canal até ao periodonto. (Hammad *et al.*, 2007)

Esta fractura é uma preocupação clínica séria, com um prognóstico desfavorável, resultando quase sempre na extracção do dente ou ressecção da raiz afectada. Ocorre frequentemente em dentes endodonciados sendo uma causa do insucesso endodôntico. Estudos clínicos anteriores demonstraram que 11-13% dos dentes extraídos com tratamento endodônticos estão associados a complicações provenientes de fractura(s) vertical(ais) da(s) raiz(es), tornando-se na segunda razão mais frequente para a perda de dentes com tratamento endodônticos. Os factores considerados responsáveis pelas fracturas pós-endodônticas incluem: (1) a perda de estrutura dentária, (2) stresses induzidos pela preparação da cavidade de acesso, (3)

instrumentação, (4) obturação, (5) irrigação e restauração coronal. Mesmo sem existirem provas epidemiológicas directas e conclusivas do enfraquecimento nos dentes com tratamento endodôntico, os factos supracitados indicam claramente que um dos objectivos deste tratamento tem de passar pelo reforço da estrutura dentária residual. A ocorrência pouco afortunada, da fractura vertical de uma raiz é catastrófica, tanto para o paciente, como para o médico dentista. Este tipo de trauma ocorre no dente após tendo sido despendido uma quantidade considerável de tempo e dinheiro. Seria portanto vantajoso, se uma obturação de um sistema canal, além de providenciar um selamento adequado, pudesse também contribuir para a redução da incidência de fracturas verticais de raízes. Os clínicos há muito procuram uma maneira de reforçar a estrutura dentária. Os materiais que se aderem à estrutura dentária estão agora disponíveis e podem oferecer uma oportunidade de reforçar o dente que já se tenha submetido a um tratamento endodôntico, através do uso de cimentos adesivos no sistema canal. Desde que os sistemas adesivos à dentina têm progredido em dentística restauradora, o seu potencial para uso endodôntico tem ganho popularidade desta forma, se um material dentário pudesse ser desenvolvido de maneira a conseguir ligar-se às paredes dentinárias, deveria, teoricamente, não só providenciar um bom selamento como também reforçar o dente submetido ao tratamento endodôntico. É de considerar que a adesão e a ligação mecânica entre o material e a dentina do canal radicular previne micro-infiltrações e reduz o risco de fractura. Vários factores devem ser tidos em conta quando considerados para a selecção como material obturador. Um deles será, sem dúvida, o potencial do material em reforçar a estrutura da raiz e protege-la contra estímulos que podem provocar fracturas (Hammad, Monteiro *et al.* 2011, Nagas *et al.*, 2010).

Mesmo tendo surgido materiais que disputem a eficácia da *Gutta-Percha* e o cimento na maioria das situações obturadoras, a pesquisa continua para encontrar alternativas que possam levar a um melhor selamento e reforço mecânico das raízes comprometidas. (Hammad *et al.*, 2007, Ullusoy *et al.*, 2007, Monteiro *et al.*, 2011)

Obter um excelente selamento é difícil. A principal desvantagem da *Gutta-Percha* e do consequente cimento é a incapacidade de criar um selamento eficaz do sistema canal. Se é aceite que o selamento perfeito não pode ser alcançado, os materiais usados têm de ter uma capacidade antibacteriana suficiente para prevenir a infiltração das bactérias no espaço canal

e a sua proliferação. No entanto, a propriedade antibacteriana de uma material não pode ser alcançada às custas da sua biocompatibilidade. (Monteiro *et al.*, 2011, Hammad *et al.*, 2007)

Para reforçar as raízes, as concentrações de stress junto à ligação entre a dentina e o material devem ser preferencialmente minimizadas, usando materiais que apresentem um módulo de elasticidade similar à da dentina. O baixo módulo de elasticidade de materiais de obturação como os que a *Gutta-Percha* e o *Resilon* demonstram, fazem com que eles apresentem pouca ou nenhuma capacidade de reforço, após o tratamento endodônticos.

Usar materiais obturadores com capacidade de ligação é uma outra forma de aumentar a resistência à fractura de dentes endodonciados. Apesar de tudo, o potencial de adesão apresentado pela *Gutta-Percha* e *Resilon* à dentina radicular está longe de ser satisfatório. Por esse motivo, há uma necessidade de novos materiais e/ou técnicas que ultrapassem as limitações dos materiais obturadores presentes no mercado na capacidade de reforçar as raízes. Através do uso de materiais restauradores com alto módulo de elasticidade, pode ser lógico assumir que o uso de materiais no orifício canalar pode por si só providenciar resistência a forças que podem gerar fracturas radiculares. Até à data, no entanto, não há um único estudo que tenha analisado o efeito de reforço que estes materiais colocados no orifício canalar, após a obturação, podem apresentar. (Nagas *et al.*, 2010)

Diferentes materiais obturadores e tecnologias têm sido introduzidos para melhorar o selamento apical. A maior parte dos materiais obturadores utiliza um cimento como parte integrante da obturação. A classe mais popular de cimentos usados em endodontia é à base de óxido de zinco e eugenol estando a *Gutta-Percha* como material obturador favorito na endodontia contemporânea. Este material é altamente biocompatível e com baixa citotoxicidade, sendo os cimentos usados os responsáveis pela resposta tecidual. O conceito de ligação do material obturador é prejudicado pela incapacidade de união química entre o polyisopreno (componente da *Gutta-Percha*) e os cimentos à base de resina metacrilato.

As propriedades físicas do *Resilon* são semelhantes às da *Gutta-Percha* e, como tal, podem ser usadas técnicas semelhantes para o seu uso. (Ullusoy *et al.*, 2007)

Foram reportadas como vantagens do sistema *Resilon*: (1) a redução de infiltração imediatamente após o término do tratamento endodôntico, (2) a redução de inflamação peri apical e (3) melhoria ao nível da força da raiz. Estas vantagens têm sido atribuídas ao facto

deste sistema produzir o efeito monobloco, ou seja, o cone de *Resilon* se ligar ao cimento e esta combinação ligar-se às paredes dentinárias através de um *primer* à base de resina. Muitos autores não conseguiram determinar grandes diferenças entre o sistema *Resilon* e um sistema usando *Gutta-Percha* relativamente à resistência dentária à fractura pós-endodôntica, tendo havido mesmo resultados contraditórios em vários estudos efectuados, quando comparados estes dois sistemas. Alguns autores reportaram a existência de pouca diferença entre os dois, havendo até alguns que referem que o sistema com *Gutta-Percha* é melhor que o *Resilon*, apresentando uma maior resistência. Num canal radicular o factor C - definido como o rácio entre áreas de superfícies ligadas e não ligadas, nas cavidades - pode ser superior a 1000, por isso, qualquer polimerização do cimento endodôntico é sujeito a stress de polimerização durante o processo de endurecimento, resultando numa separação e formação de espaços ao comprimento da obturação (Monteiro *et al.*, 2011; Onay *et al.*, 2006).

O estudo realizado por Wilkinson passou por uma análise retrospectiva de estudos que avaliaram a habilidade de vários materiais em reforçar os dentes imaturos, tendo estes, apresentado resultados díspares. Baseadas nestes estudos, as resinas compostas híbridas ou fluidas, quando usadas como materiais obturadores, têm um maior potencial de aumentar a resistência à fractura. No entanto, nenhum destes estudos comparou directamente estes materiais resinosos com o objectivo de determinar a habilidade para reforçar as raízes. Este autor conclui que dentes obturados com sistema *Resilon* apresentaram uma maior resistência à fractura vertical da raiz quando comparados com dentes obturados com *Gutta-Percha*. (Wilkinson *et al.*, 2007)

Ullusoy, afirma que tem existido muita controvérsia relativo ao poder adesivo do sistema *Resilon* quando comparado com o sistema *Gutta-Percha* associado ao cimento *AH-26*. Se bem que é sugerido que o uso de *Resilon* demonstra um maior poder de adesão à estrutura dentinária, quando comparado com a *Gutta-Percha*, vários autores consideram o contrário, encontrando uma maior adesão por parte do sistema da *Gutta-Percha*. Estes resultados vêm confirmar a afirmação destes últimos autores, sendo que o sistema *Resilon* demonstra uma menor resistência à fractura quando comparado com a *Gutta-Percha*. No seu estudo foi usada a técnica de condensação fria lateral em todos os grupos experimentais, e os resultados foram uma melhor resistência demonstrada pelo grupo com *AH-26*, seguido do grupo *Epiphany* e por fim o grupo com *Ketac-Endo Aplicap* - um cimento à base de ionómero de vidro (que se

pensa aumentar a resistência à fractura dos dentes). Este último material tem demonstrado aderência ao componente hidroxiapatite presente na dentina e esmalte. As forças usadas para causar fractura nestes dentes foram significativamente superiores aquelas usadas noutros estudos. Esta discrepância pode dever-se: (1) ao intervalo de tempo após extracções, (2) instrumentação biomecânica, (3) design da experiência e influência do operador. Sendo facto que é difícil obter-se uma standardização neste tipo de testes mecânicos, as experiências são feitas em dentes extraídos por razões ortodônticas e em pacientes com faixas etárias e dimensões semelhantes. A remoção da camada de *smear-layer* é pensado ser importante para materiais à base de resina e à base de ionómero de vidro, para estes formarem adesão e conseqüentemente aumentar a resistência à fractura. A melhor forma de remover a *smear-layer* é usando EDTA seguido de NaOCl. Neste estudo foi seguido esse protocolo antes da realização da obturação. Neste estudo, todos os materiais à excepção do *AH26 + Gutta-Percha*, aparentam não aumentar a resistência à fractura quando comparados com o grupo de dentes instrumentados mas não obturados. Este resultado combina com os obtidos noutros estudos. No entanto os resultados obtidos no grupo com *Resilon + Epiphany* contradizem os resultados proclamados por outro autor num estudo mais antigo onde tinha sido demonstrado que a resistência à fractura tinha sido reposta em dentes instrumentados. A diferença entre estudos pode dever-se ao facto de neste ter sido usado espécimenes, expostos a forças, maiores que os no estudo anterior. A grossura da dentina remanescente não foi avaliada neste estudo, no entanto, pode ser considerada como um dos factores que pode afectar os resultados de testes mecânicos. Isto apresenta-se como uma limitação deste estudo. As vantagens da *Gutta-Percha* como a sua disponibilização, facilidade de manipulação, e aumento relativo do reforço dentário podem fazer com que este material se mantenha como primeira escolha enquanto agente obturador. (Ullusoy *et al.*, 2007)

Hamad partiu para o seu estudo analisando estudos anteriores que compararam as forças de fractura de raízes obturadas com *Resilon* e *Gutta-Percha*. No entanto determinou que ainda não há estudos que comparem a resistência à fractura com outros materiais à base de resina (*EndoRez*,) ou até um material recentemente disponível e alternativo, à base de silicone (*GuttaFlow*). *EndoRez* é uma nova resina hidrofílica à base de uretano dimetacrilato que foi desenvolvido para o uso com um único cone de *Gutta-Percha* para obturação canal. O uretano dimetacrilato é o componente principal. É um monómero comumente utilizado como parte da matriz orgânica de compósitos à base de resina. Este tipo de materiais pode aderir à

dentina. De acordo com o produtor, este material tem uma habilidade seladora satisfatória e um sistema de entrega fácil. Recentemente, cones de *Gutta-Percha* revestidos com resina têm sido introduzidos. Historicamente, a *Gutta-Percha* tem apenas demonstrado uma fraqueza na ligação química com os cimentos. Um cone de *Gutta-Percha* revestido com resina facilita uma ligação química com o cimento à base de resina, assim criando o monobloco. Uma nova pasta obturadora (*GuttaFlow*) é uma modificação do cimento *RoekoSeal*. *GuttaFlow* contém partículas de *Gutta-Percha* como preenchimento. O material é fluído e endurece em 10 minutos. É referido que a sua aplicação é fácil com as seringas de aplicação e Lântulos. O objectivo do seu estudo é avaliar o efeito das diferentes combinações de materiais obturadores e cimentos nas fracturas verticais de dentes tratados endodonticamente. Nestes estudos estão presentes: *Resilon* mais um cimento à base de resina, cone de guta revestido com resina com o cimento *EndoRez*, *GuttaFlow* e *Gutta-Percha* como um cimento à base de óxido de zinco. Técnicas experimentais para a investigação de fracturas de raízes geralmente envolvem a geração de força dentro do espaço canal, através da inserção de um *spreader* num canal que esteja a ser obturado. Uma baixa concentração de hipoclorito foi usada na desinfeção do canal, pois uma tal concentração minimiza o efeito adverso do irrigante nas propriedades mecânicas da dentina. Os canais foram depois, irrigados com EDTA, seguindo um protocolo final de irrigação proposto pelas instruções do produtor devido ao facto de a existência de hipoclorito remanescente, poder inibir a polimerização de materiais resinosos. Foi usado a técnica de condensação lateral, pois é a mais usada na maior parte dos estudos. Após aplicação de forças através de um *spreader* introduzido no orifício canal, observou-se que a maior parte das fracturas ocorria nas paredes vestibular/lingual. Observou-se que os grupos onde estavam os dentes obturados com *Resilon* e *EndoRez*, demonstraram maior resistência à fractura que os grupos com *Gutta-Percha* ou *GuttaFlow*. (Hamad *et al.*, 2007)

O estudo por Nagas conclui que os dentes que contenham materiais no orifício canal, apresentam maior resistência a cargas que podem resultar em fractura radicular, quando comparados com os dentes que não tinham os materiais supracitados. Foram usados vários materiais para a colocação sobre o material obturador. O MTA não apresentou uma resistência significativa quando submetido a cargas, não apresentando portanto um reforço para o dente. A colocação de *Vitremer* e FRC aumentou significativamente a resistência a forças que podem provocar fractura que o dente pode suportar. Isto deve-se ao facto de ambos apresentaram um elevado módulo de elasticidade, semelhante à dentina, ou seja, resistem a

forças maiores, antes de transmitirem a carga para a raiz. Além do mais, ambos os materiais apresentam boas propriedades adesivas à dentina, que também pode contribuir para a explicação do aumento da resistência às forças testadas. A incapacidade do MTA em suportar forças poderá ser explicada na dificuldade de adesão à dentina e a fraqueza apresentada às forças de tensão, mesmo tendo um módulo de elasticidade favorável. Outro estudo corroborou este resultado, demonstrando que dentes preenchidos com MTA tinham semelhante resistência à fractura quando comparados com o grupo controlo que não tinham sido preenchidos. Se bem que materiais restauradores adesivos podem aumentar a resistência à fractura de um dente endodunciado, os sistemas de obturação - que a eles se ligam - presente no mercado podem não ser ideais para a obtenção do objectivo de reforçar as raízes. Neste estudo os materiais obturadores (*Resilon* e *Gutta-Percha*) associados com cimentos endodônticos, não aumentaram significativamente a resistência à fractura. Isto vai de acordo com outros estudos apresentados anteriormente. Este estudo, em junção com outros, demonstra que o *Resilon* apresenta de facto uma maior resistência à fractura quando comparado com a *Gutta-Percha*. No entanto, a diferença entre os dois não é estatisticamente relevante. Se bem que a redução da susceptibilidade de fractura radicular apresentada por um material obturador, seja algo altamente desejável, a interpretação do sucesso ou insucesso deste em reforçar as raízes, deve ser feita com cuidado, devido ao facto de muita da susceptibilidade de uma fractura radicular depender muito da morfologia do canal (grossura da dentina, forma do canal e calibre deste, curvatura da parte externa da raiz) e está para além do alcance do clínico operador. Além do mais, se bem que a instrumentação deve ser realizada da forma mais conservadora possível, a remoção de dentina nem sempre aumenta a susceptibilidade à fractura. (Nagas *et al.*, 2010)

iii) Propriedades Térmicas

Os principais objectivos do tratamento endodóntico, após conformar e limpar os canais radiculares, é o preenchimento completo do espaço pulpar em 3 dimensões, promover a cicatrização peri apical e parar a progressão da patologia. (Miner *et al.*, 2006 Sant'anna-junior *et al.*, 2009)

O material obturador consegue estes objectivos através da redução da infiltração e o aprisionamento de qualquer irritante inflamatório. A efectividade do dito material obturador

em obter um selamento eficaz, passa por as suas propriedades físicas e características de manuseamento. (Miner)

Gutta-Percha é o material preferido visto ter muitas propriedades favoráveis que inclui: a sua biocompatibilidade, a sua estabilidade dimensional, a sua flexibilidade, a sua facilidade de colocação (e remoção) e a sua radiopacidade. Este material, é fisicamente e quimicamente estável e pode ser plastificado com a ajuda de calor. O efeito de variações de temperatura na plastificação nos diversos tipos de *Gutta-Percha*, como resultado de técnicas termoplásticas, depende das propriedades físicas e químicas do material obturador. (Sant'anna-junior *et al.*, 2009, Miner *et al.*, 2006)

Estudos demonstraram que a *Gutta-Percha* tem propriedades térmicas favoráveis, permitindo a esta conformar-se à estrutura complexa do sistema canalar dentário. Este material pode ser amolecido com o uso de calor sem que isto cause uma alteração nas propriedades químicas do material. O uso da técnica de compactação termoplástica em conjunto com a *Gutta-Percha*, é algo que deve ser considerado visto que sela o sistema canalar e reduz a microinfiltração bacteriana. Se bem que existe numerosos estudos relativamente às propriedades térmicas da *Gutta-Percha*, o mesmo não acontece com o *Resilon*. Estas técnicas que promovem a plastificação da *Gutta-Percha* dependem das propriedades físicas e químicas do material. A compactação termomecânica, em particular, tem sido descrita por vários estudos, tendo em conta especialmente às mudanças de temperatura que ocorrem na superfície externa da raiz. (Miner *et al.*, 2006, Sant'anna-junior *et al.*, 2009)

Estudos demonstram que a *Gutta-Percha* pode ser adaptada ao sistema canalar com o uso de várias técnicas de obturação. Se bem que apresente um selamento bom, este está longe de ser totalmente eficaz. Espaços não preenchidos podem possivelmente permitir micro infiltração coronária e infecção do sistema canalar, que pode contribuir para o falhanço do tratamento. Para enfrentar este problema, avanços na tecnologia dos polímeros levaram ao desenvolvimento de materiais obturadores à base de resina. (Miner *et al.*, 2006)

O objectivo do estudo de Sant'anna-junior é determinar as mudanças de temperatura, usando de cones *Gutta-Percha* e cones de *Resilon*, numa técnica de compactação termomecânica. Os efeitos da mudança de temperatura nos cones de *Gutta-Percha* foram amplamente estudados. Quando aquecida, a *Gutta-Percha* começa a sofrer alterações aos 42°C aproximadamente,

chegando a um estado líquido aos 60°C. O aumento da temperatura até aos 130°C altera o comportamento do material, causando dano à sua estrutura química e ocorrem mudanças nas suas propriedades físicas. A natureza e a quantidade dos componentes inorgânicos presentes na *Gutta-Percha* foram demonstradas como capazes de influenciar as suas propriedades térmicas. Nos resultados observados, o comportamento térmico da *Gutta-Percha* e *Resilon* foram semelhantes. Na medição da temperatura no terço cervical dos dentes, os obturados com *Resilon* (5.7°C) apresentaram uma temperatura superior aos da *Gutta-Percha* em cerca de 0.5°C. Na medição de temperatura no terço apical, os resultados foram mais próximos sendo que a *Gutta-Percha* apresentou 0.1°C mais que o *Resilon* (7.4°C). O *Resilon* requer uma quantidade semelhante de calor comparada com a *Gutta-Percha* para plastificar durante uma compactação vertical aquecida. A técnica de compactação usada neste estudo foi suficiente para plastificar o *Resilon*. A selecção de uma técnica termoplástica está directamente relacionada com a transferência de calor para o material obturador. Tomada em consideração que o *Resilon* é um material obturador que provou ser uma alternativa viável para o uso de técnicas de obturação termoplásticas, a avaliação dos efeitos destas no material torna-se de vital importância. O autor concluiu que, a *Gutta-Percha* e o *Resilon* apresentam semelhantes mudanças na temperatura quando é usada uma técnica de compactação termo mecânica. (Sant'anna-junior *et al.*, 2009)

Já o estudo de Miner tinha como objectivos comparar o ponto de fusão, a quantidade de energia que ocorre com a fusão, a capacidade térmica mássica e a transferência de calor entre a *Gutta-Percha* e o *Resilon*. Os resultados determinados para a obtenção do ponto de fusão estão de acordo com outros estudos realizados anteriormente. Ambos os materiais apresentam-se semelhantes quanto ao ponto de fusão (aproximadamente 60°C), sendo que o produtor de *Resilon* anuncia temperatura de fusão entre os 70°C e os 80°C. A quantidade de energia que ocorre com a fusão é a quantidade de calor que é libertada ou absorvida durante uma reacção, neste caso, o fundir de um sólido. Após analisado com um instrumento, observou-se e conclui-se que seria necessário mais calor para o *Resilon* termoplastificar, quando comparado com a *Gutta-Percha* (durante a compactação vertical), devido ao facto do *Resilon* absorver mais calor durante o processo de fusão. A capacidade térmica mássica diz-nos a quantidade de calor que é necessário fornecer ao material para este subir 1 unidade de temperatura e é normal que varie com a temperatura. O *Resilon* apresentou uma capacidade térmica mássica significativamente superior ao da *Gutta-Percha*. Este resultado é normal

visto que a quantidade de energia que ocorre com a fusão é superior para o *Resilon*, isto é, este material necessita de mais calor para subir a sua temperatura. A quantidade de calor transferida através de um material é significativa quando consideramos obturação termoplástica. Este estudo deparou-se com diferentes resultados dependendo da distância medida a partir da fonte de calor. A 1 mm, o aumento da temperatura foi menor para o grupo obturado com o *Resilon*. A 3 mm o resultado é o mesmo, sendo a diferença de aproximadamente 2°C. Isto está de acordo com as propriedades acima referidas do *Resilon* em necessitar de mais calor para subir de temperatura. Na obturação usando o *System B*, de 150°C a 200°C, o resultado apresenta não existir diferença entre os materiais. É possível que uma fonte de calor mais forte pode subir a temperatura do *Resilon* de modo a estar próximo da *Gutta-Percha*, sendo que, no entanto, um aumento significativo pode causar dano na estrutura física do *Resilon* ou do ligamento periodontal. Não existe grande diferença no aumento da temperatura a mais 4 mm da fonte de calor. Miner determinou que, se bem que as temperaturas de fusão de ambos os materiais sejam semelhantes, os resultados deste estudo sugerem que o *Resilon* pode não termoplastificar de maneira semelhante à *Gutta-Percha* devido à maior capacidade térmica mássica, à maior quantidade de energia que ocorre com a fusão e à menor transferência de calor. Não se sabe, presentemente, se a falta de transferência de calor a distâncias superiores a 3mm da fonte de calor é clinicamente relevante. (Miner *et al.*, 2006)

iv) Fluidez

O sistema canalar tem uma morfologia extremamente complexa, incluindo deltas, canais acessórios e canais laterais. Estes últimos foram demonstrados estarem presentes de 27 a 45% dos dentes, sendo que a maioria se localiza no terço apical das raízes. Numerosas técnicas usando *Gutta-Percha* termoplástica foram desenvolvidas num esforço para melhorar a replicação da superfície interna do sistema canalar durante a obturação. Estas técnicas têm demonstrado ter melhor adaptação aos canais e preenchimento de canais laterais quando comparado com a técnica de compactação lateral. Vários métodos foram usados para avaliar a adaptação da *Gutta-Percha* às paredes canulares e o preenchimento dos canais laterais. Estes métodos incluem a criação de canais laterais artificiais em dentes extraídos e análise destes juntamente com a observação radiográfica pós obturação. *Resilon* têm cápsulas disponíveis para o uso com técnicas termoplásticas semelhantes às usadas com a *Gutta-Percha* mas com

temperaturas de termoplastificação mais baixas. O propósito deste estudo é comparar a fluidez do *Resilon* e *Gutta-Percha* nas reentrâncias laterais e depressões. No seu término, concluiu-se que a *Gutta-Percha* e o *Resilon* têm uma capacidade de fluidez semelhante. (Karr *et al.*, 2007)

v) Força de Ligação

O sucesso endodôntico depende, entre outros aspectos, de uma completa obturação do sistema canal. O objectivo durante a obturação é preencher o sistema de canais usando materiais que tenham propriedades físico-químicas e biológicas ideais. Estes materiais devem ser capazes de controlar a infiltração marginal e criar ambiente capaz de promover a regeneração tecidual na área peri radicular. A força de ligação de um cimento endodôntico à dentina é importante para manter o selamento do sistema canal. Cecchin refere outros estudos que concluíram que não só a adesão dos materiais às paredes dentinárias são importante, como também, existe uma relação entre a força de ligação de um cimento endodôntico e infiltração (Cecchin *et al.*, 2012).

O método de obturação de canais radiculares associado a cimentos é comumente aceite. É vantajoso para o cimento aderir firmemente quer ao material de preenchimento (cones) quer à parede dentinária, melhorando desta forma a capacidade seladora, através da eliminação de espaços que são permeáveis a fluidos, contribuindo em última análise para a estabilidade da obturação durante o stress mecânico. Se bem que os cimentos aderem à parede dentinária a vários níveis, estes apenas se ligam minimamente à *Gutta-Percha* (Gogos *et al.*, 2008).

A *Gutta-Percha* é um material extremamente utilizado na obturação de canais radiculares. Depois do cimento solidificar, no entanto, costumam ocorrer falhas entre a *Gutta-Percha* e o cimento e/ou as paredes dentinárias. Essas falhas podem permitir infiltrações que por sua vez podem causar a falha da terapia endodôntica (Cecchin *et al.*, 2012).

A introdução do sistema *Resilon* teve e tem como objectivo substituir a gutta-percha. No entanto estudos recentes têm demonstrado que a ligação do cimento do sistema *Resilon/Epiphany* é mais fraco do que estava teoricamente previsto (Gogos *et al.*, 2008). Uma série de estudos foram conduzidos para testar o novo sistema obturador *Resilon/Epiphany*, de modo a obter dados para comparação com materiais convencionais. Um estudo anterior que testou apenas cimentos (excluindo o *Resilon* e a *Gutta-percha*) postula que ocorreram forças de ligação aceitáveis à dentina radicular mesmo após o uso de medicação intracanal com

hidróxido de cálcio (Cecchin *et al.*, 2012). Apesar dos bons resultados preliminares, a boa condição da tecnologia adesiva à dentina radicular tem recentemente conduzido uma série de estudos. Uma ligação efectiva no ambiente do sistema canalar é considerado um enorme desafio devido aos factores anatómicos associados às conhecidas limitações dos materiais de ligação à dentina disponíveis na actualidade. Considerando estas limitações e desafios, a efectividade dos materiais obturadores com capacidade de ligação está sobre investigação. Por esse motivo, estratégias alternativas e novas gerações de cimentos adesivos têm sido introduzidos no mercado com o propósito claro de compensar pelas limitações supracitadas e produzir um selamento eficaz, impermeável e de confiança (De-Deus *et al.*, 2009).

O objectivo do estudo de Cecchin é avaliar a força de ligação à dentina radicular do sistema *Resilon/Epiphany*, de um cimento à base de *epoxy* e de um cimento de óxido de zinco eugenol, ambos associados a cones de Guta-percha. A força de ligação de um material obturador é importante em situações estáticas e dinâmicas. Numa situação estática, pode eliminar espaços que podem permitir o movimento de fluidos e microrganismos, entre a dentina e o material. Numa situação dinâmica, é importante para resistir aos deslocamentos do material durante processos subsequentes. Um método de exercer pressão até ocorrer o extravasamento do material foi usado neste estudo devido ao facto de ser:

- Fácil de reproduzir,
- Fácil de interpretar,
- Registam estatisticamente, mesmo em níveis baixos, a força de ligação do material à dentina.

Os resultados deste estudo com o sistema *Epiphany/Resilon* foram muito semelhantes, em termos de força de ligação aos observados com o sistema *Gutta-Percha/AH-26* e superiores aos observados com o sistema *Gutta-Percha /EndoFill*. Existem vários artigos a confirmar os resultados aqui apresentados, sendo que, só um artigo não encontrou diferença estatística significativa entre os grupos testados. Isto confirma que os cimentos à base de resina são superiores em termos de ligação, quando comparados aos cimentos à base de óxido de zinco e eugenol (Cecchin, *et al.*, 2012). O estudo por De-Deus trata de comparar a força de ligação entre o sistema *Resilon + Epiphany*, *Resilon + Epiphany SE* (nova versão do sistema *Epiphany*) e o sistema *Gutta-Percha + AH/Plus* – usado como referência para comparação. Os resultados obtidos neste estudo demonstram que o uso de cimentos adesivos (*Epiphany* e

Epiphany SE) não traz vantagem pois demonstram ter uma menor força de ligação. Isto é uma situação contraditória visto que o material obturador não adesivo mostrou melhor adesão que ambos os materiais obturadores adesivos. Por esse motivo, o anunciado monobloco não se produziu. Estes resultados vão em concordância com outros estudos que usaram o mesmo método de experiência e que, como este, revelaram resultados não entusiastas para o sistema obturador *Resilon/Epiphany*. É necessário ainda referir que mesmo com a nova versão do cimento *Epiphany* (SE) mostrou um menor força de ligação. Os resultados semelhantes apresentados por ambas versões do mesmo cimento aconselham o uso do mais recente, simplesmente porque tem um procedimento de aplicação mais simples. Ainda não existem estudos anteriores a este comparando as versões do mesmo cimento e, por isso, não pode existir uma comparação deste resultado com outros. Baseando em todo o conhecimento científico disponível podemos retirar que:

- Uma ligação efectiva a um substrato molhado como é a dentina radicular ainda permanece uma tarefa difícil,
- O sistema canalar tem uma geometria desfavorável para a ligação resinosa.

Como os resultados deste estudo (o sistema Guta-percha + *AH-Plus* teve a maior força de ligação), retira-se que a era dos materiais não adesivos para uso endodôntico ainda não chegou ao fim (De-Deus, *et al.*, 2009). O estudo por Gogos tem como objectivo avaliar as forças de adesão relativas e comparar o uso de cones de guta-percha e *Resilon* em associação ao cimento *Epiphany* e ao cimento *AH-26* (cimento à base de resina *epoxy* – que também tem demonstrado uma interacção efectiva). Haverá 4 grupos:

- *Resilon* + *Epiphany*,
- *Resilon* + *AH-26*,
- Substrato de resina composta+ *Epiphany*,
- Substrato de resina composta + *AH-26*.

Neste estudo, foi usado um protocolo de análise recentemente publicado. Os resultados demonstraram que a adesão entre o *AH-26* e o *Resilon* foi muito superior ao apresentado com este material e o cimento *Epiphany* – combinação aconselhada pelo produtor do sistema. Visto esta situação e associando a um estudo que afirma que o *AH-26* se liga melhor à dentina quando comparado com o *Epiphany*, é possível afirmar que a substituição do cimento

Epiphany pelo cimento *AH-26* é vantajosa. Existem estudos que referem que com o passar do tempo a habilidade seladora do sistema *Resilon/Epiphany* decresce na qualidade. Isto pode dever-se à:

- Hidrólise do *Resilon*,
- Deterioração da ligação entre o *Resilon* e o *Epiphany*,
- Deterioração da ligação entre o *Epiphany* e a dentina.

Tomando todos estes dados em consideração, a substituição do *Epiphany* pelo *AH-26* poderia eliminar o efeito de deterioração da ligação e produzir um selamento mais estável ao longo do tempo. Conclui-se que o monobloco pode ser alcançado mais efectivamente se o material *Resilon* for associado ao cimento *AH-26* em detrimento do cimento *Epiphany*. No entanto, é aconselhável realizar mais pesquisa para avaliar outras propriedades desta combinação, tais como a habilidade seladora a curto e a longo prazo (Gogos, *et al.*, 2008).

vi) Infiltração Coronal

Está bem estabelecido que a contaminação bacteriana do sistema canalar é a causa principal da periodontite apical. O tratamento desta patologia envolve a eliminação de microrganismos deste sistema e a prevenção de reinfecção (Jack *et al.*, 2008).

O objectivo da obturação endodôntica, é providenciar um selamento completo ao longo do comprimento do sistema canalar e consequentemente assegurar a cicatrização e a manutenção da saúde do tecido peri-radicular. O material obturador deve providenciar uma barreira que previne as bactérias da cavidade oral de infiltrar-se no sistema canalar e atingir os tecidos peri apicais (Jack *et al.*, 2008; Pitout *et al.*, 2006).

Muitos materiais foram propostos para obturar o sistema canalar mas, no entanto, não existiu nenhum que ainda tenha deposto a guta-percha como material de eleição. Este material, infelizmente, falha na prevenção efectiva da infiltração do sistema canalar e é considerado o elo mais fraco de todo o tratamento endodôntico. A reinfecção do sistema canalar em dentes obturados com guta-percha é potencialmente uma causa do insucesso no tratamento endodôntico (Jack *et al.*, 2008).

Embora tenham sido desenvolvidos vários sistemas de obturação, estudos têm demonstrado que não existe nenhuma técnica actualmente disponível que providencie um selamento adequado do sistema canal ar usando a guta-percha. Este material não se liga à dentina e a sua ligeira elasticidade causa um efeito de separação das paredes canalares. *Gutta-Percha* aquecida encolhe durante o arrefecimento e este material misturado com solventes como clorofórmio encolhe na evaporação do solvente (Pitout *et al.*, 2006). Vários materiais e técnicas foram sugeridas para adereçar as limitações da guta-percha. Numerosos estudos demonstraram que o uso de selamento intracoronário diminui significativamente a micro-infiltração por coronal. Estudos baseados em resultados suportam o seu uso e sublinham a importância de um bom selamento coronal com inferência no sucesso geral do tratamento do sistema canal ar (Jack *et al.*, 2008).

Avanços na área da ligação à dentina levaram ao desenvolvimento de materiais obturadores à base de resina, como o *Resilon*. Estudos preliminares do *Resilon* têm demonstrado que este material tem características promissoras como decréscimo da quantidade de infiltração do sistema canal ar, um aumento da resistência à fractura por parte dos dentes obturados com este material, quando comparado com a guta-percha (Pitout *et al.*, 2006).

O estudo por Jack refere que existem vários estudos referindo a capacidade seladora do *Resilon*. Alguns demonstram que dentes obturados com este material apresentam uma diminuição na infiltração quando comparado com a guta-percha. Alguns estudos mostram que não existe diferença entre os dois materiais, neste aspecto. No entanto, ainda não existe, até à data, um estudo que compare a micro-infiltração entre o *Resilon* e a *Gutta-Percha* com um selamento coronário com ionómero de vidro, usando um modelo de filtração de fluido (Jack *et al.*, 2008).

A evidência científica que suporta a efectividade destes novos materiais (à base de resina) é escassa (Pitout *et al.*, 2006).

No estudo por Jack, este propôs-se testar exactamente a micro-infiltração entre o *Resilon* e a *Gutta-Percha* com um selamento coronário com ionómero de vidro, usando um modelo de filtração de fluido. Como mencionado anteriormente, estudos não têm sido totalmente claros na apresentação da diminuição da infiltração pelo *Resilon*. Uma das questões que podem ser atribuídas à esta incerteza pode dever-se à quantidade de humidade presente no canal antes de

ser obturado. Num estudo anterior onde foi testado a infiltração por corante, descobriu-se que o sistema *Resilon* sofria muito menor infiltração quando colocado em canais húmidos em comparação com canais secos ou molhados. Assumindo que o cimento à base de metacrilato (hidrofilico) permite uma maior penetração da resina e uma formação de uma ligação mecânica com a camada híbrida, conclui-se que uma quantidade controlada de humidade pode ajudar a aumentar o grau de conversão do cimento e consequentemente obter uma melhor interação com as paredes radiculares. É reportado que o *Resilon* estabelece um selamento coronário imediato através da fotopolimerização da superfície do material obturador como último passo da obturação, usando este sistema. Um selamento coronário imediato é vantajoso clinicamente para o paciente pois existem diversas situações em que os materiais obturadores podem ser expostos ao ambiente oral e sujeitos a contaminação bacteriana. A relação entre a contaminação e a doença pós-tratamento está extremamente bem documentada *in vivo*. Muitos clínicos adoptaram a prática de proteger os canais radiculares obturados com *Gutta-Percha* através do meio de aplicação de selamento intracoronário. Esta técnica pode melhorar o prognóstico do dente se for colocada imediatamente após o tratamento endodôntico estar completo. Um estudo anterior demonstrou que a obturação de um dente com *Gutta-Percha*, utilizando um selamento intracoronário, sofria menor infiltração quando comparada com um dente obturado apenas com *Gutta-Percha*. A colocação de um selamento coronário estabelece imediatamente o selamento a nível coronal. Por esse motivo, o conceito de selamento coronário imediato pode não ser exclusivo do *Resilon*. Se bem que a obturação dos dentes com o material *Resilon* foi executada seguindo as instruções do produtor, o selamento coronal aparentou ser imprevisível. As razões potenciais para isto ocorrer podem ser: factores C não favoráveis dentro do canal que deixam o material obturador vulnerável à separação do material à parede, os stresses produzidos pela polimerização associados às resinas à base de metacrilato podem ser exacerbados pela aplicação de calor durante a compactação vertical quente e rápida foto polimerização do cimento. Conclui-se com este estudo que a colocação de um ionómero de vidro como selamento acima do material obturador depois de uma obturação com *Gutta-Percha* resistiu melhor ao movimento de fluidos quando comprado com o sistema *Resilon* sem qualquer material de selamento coronário. Recomenda-se portanto a realização de selamento coronário como um método efectivo para limitar a infiltração por coronal (Jack *et al.*, 2008). O estudo por Pitout tem como objectivo comparar, através de testes de penetração bacteriana e de corantes, a micro-infiltração entre um canal obturado com

Resilon e um canal obturado com *Gutta-Percha* associado a um cimento de óxido de zinco e eugenol. Usaram-se duas técnicas de obturação: condensação lateral fria e técnica do *System B* quente. Durante o teste de penetração bacteriana para testar a micro-infiltração, todos os controlos positivos sofreram infiltração em 24h, indicando a habilidade do *Enterococcus faecalis* em penetrar nos canais preparados. Além disso, nenhuns dos controlos negativos sofreram infiltração em 90 dias, indicando que o selamento foi eficaz. Durante o teste de penetração de corantes, 3 espécimes demonstraram ter fractura vertical. Todos estes espécimes estavam inseridos no grupo da *Gutta-Percha* obturado com o *System B*. Devido a esse motivo os resultados da penetração nestes espécimes, quer do teste bacteriano quer do teste com corante, foram descartados. Foi determinado que fracturas radiculares são uma possibilidade remota quando usado o *System B*. O aumento da temperatura causada pelo instrumento do *System B* pode afectar o colagénio da dentina e consequentemente diminuir a força tênsil da dentina radicular. Durante o teste da micro-infiltração bacteriana, foi observado que não houve diferença significativa nos resultados obtidos entre os dois sistemas obturadores e independentemente da técnica utilizada. Este resultado está em contraste com outro realizado anteriormente, sendo que nesse, o *Resilon* apresentou-se melhor que a *Gutta-Percha*. Isto pode ser devido ao cimento que foi utilizado, neste estudo, associado à *Gutta-Percha*. Este cimento (Roth) é conhecido como tendo um efeito antibacteriano. No entanto, como os testes de corante foram iguais ao da penetração bacteriana, estes suportam-se mutuamente e o efeito antibacteriano deste não poderia afectar o teste da penetração do corante. A infiltração quer bacteriana, quer dos corantes, nos dois sistemas de obturação, independentemente da técnica obturadora, foram similares. Mais estudos devem ser realizados para determinar o comportamento físico e performance dos novos materiais obturadores à base se resina (Pitout *et al.*, 2006).

vii) Infiltração Apical

Está estabelecido à bastante tempo que a periodontite apical é causada por bactérias que migram do canal radicular. Esta patologia é tratada e prevenida por procedimentos químico mecânicos e pelo selamento do canal radicular e cavidade de acesso. Para atingir o sucesso, o material obturador deve selar o canal em apical - obturação tridimensional hermética na junção dentinocementária - e coronal. É sabido que uma obturação inadequada pode resultar no ingresso de microrganismos ou fluidos tecidulares para o espaço canal e induzir uma

reação inflamatória peri apical (Raina *et al.*, 2007; Onay *et al.* 2007).A Guta-percha é considerada um material impermeável mas não se liga às paredes dentinárias. Têm-se observado que as infiltrações que ocorrem num dente obturado com *Gutta-Percha* e um cimento acontecem exactamente nesta interface (entre o cimento e a *Gutta-Percha*). Devido ao facto da ausência de uma união química entre a *Gutta-Percha* e os cimentos utilizados, estabelecer um selamento eficaz no canal radicular pode depender da habilidade do cimento em penetrar os túbulos dentinários. Devido às boas propriedades selantes apicais, a curto e longo prazo, demonstrados pela *Gutta-Percha* associada a cimentos, muitos defendem a realização de um selamento intracoronário no chão da cavidade pulpar como um selamento secundário (Raina *et al.*, 2007).

Os materiais e técnicas usados actualmente para a adesão dentinária na dentística restauradora têm sido desenvolvidas ao longo dos anos. Os sistemas de ligação à dentina alcançaram uma grande força de ligação e reduzida microinfiltração através de adesão micromecânica ou através da uma formação de uma camada híbrida entre a dentina e a resina. Estudos têm examinado o potencial de materiais à base de resina para aplicação na área da endodontia. De acordo com os resultados obtidos, todos os agentes de ligação e resinas que foram investigados para ser usadas como materiais obturadores, apresentaram problemas relacionados com propriedades de trabalho, radiopacidade e falta de facilidade na remoção quando usado com propósitos endodônticos (Onay *et al.*, 2007).

Na última década, adesivos dentinários têm sido usados na tentativa de se ligar à dentina intraradicular e têm demonstrado capacidade para reduzir a infiltração por coronal e apical. Os três componentes do sistema *Resilon* (*Resilon* + cimento *Epiphany* + *primer*) foram capazes de produzir um monobloco, segundo diversos estudos. Outros estudos recentes demonstraram que o sistema obturador previne a infiltração bacteriana *in vitro* e *in vivo*, aumentando também a resistência à fractura de raízes obturadas. Estes resultados favoráveis devem ser confirmados usando diferentes protocolos experimentais e métodos de estudo (Raina *et al.*, 2007).

Recentemente, foi introduzido no mercado o material *Resilon* (Onay *et al.*, 2007).

O propósito do estudo *in vitro* de Raina é comparar a microinfiltração de dentes obturados com o sistema *Resilon* com dentes obturados com *Gutta-Percha* e um cimento à base de

epoxy, usando um método de filtração de fluido. Uma das vantagens em usar cimentos endodônticos adesivos com materiais obturadores que permitem adesão (*Resilon*) é o facto de eles se ligarem ao longo do canal. O produtor do *Resilon*, pede que se faça fotopolimerização do cimento adesivo de polimerização dual quando o canal está totalmente preenchido, criando assim, um selamento coronal imediato. Teoricamente, este procedimento deveria fazer um selamento hermético do canal radicular e providenciar protecção de qualquer infiltração coronal, excluindo a necessidade de fazer selamento intracoronário por cima do material obturador. Os resultados deste estudo indicam que o sistema *Resilon* sela tão bem os 17 mm de comprimento do canal radicular como o sistema *Gutta-Percha* (*Gutta-Percha* + AH Plus). A proposta de seccionar a raiz era para testar a hipótese que o sistema *Resilon* sela melhor os canais quando comparado com o sistema *Gutta-Percha*. Nos resultados, as raízes obturadas com *Resilon*, tiveram uma infiltração semelhante às da *Gutta-Percha*, nos primeiros milímetros seccionados. Só a partir do comprimento 9/10 mm se notou que o sistema *Resilon* providenciou um melhor selamento, que o sistema *Gutta-Percha*. O facto de as raízes obturadas com *Resilon* mostrarem sofrer de infiltração (embora com resultados melhores que o sistema *Gutta-Percha*) indica que este sistema não forma o monobloco.

No estudo por Onay avaliou-se as combinações:

- *AH-Plus* + *Resilon*,
- *AH-Plus* + *Gutta-Percha*,
- *Epiphany* + *Resilon*,
- *Epiphany* + *Gutta-Percha*.

No teste em que se realizou um método de exercer pressão até ocorrer o extravasamento do material, com o objectivo de testar as forças de ligação à dentina, foi obtido como resultado, que o sistema *Resilon*, não foi superior aquele apresentado pela *Gutta-Percha* associado ao cimento *AH-Plus*. Devido a este resultado, colocou-se a hipótese que provavelmente também não haveria diferença entre a capacidade seladora apical do novo material (*Resilon*) comparado com o sistema acima referido com *Gutta-Percha*. A microinfiltração marginal está directamente relacionada com a força de ligação à dentina, quando se usa materiais à base de resina. Vários métodos foram usados para avaliar a habilidade seladora dos materiais

obturadores. A técnica de filtração de fluidos é uma das melhores para quantificar a microinfiltração do material ou do selamento apical. Este modelo de transporte de fluidos para estudos que testem a infiltração apical tem a vantagem de os espécimes de raízes não são destruídas e podem voltar a ser medidas. O modelo usa pressão positiva para ajudar a excluir problemas causados pelo aprisionamento de ar ou fluido que pode distorcer resultados nos testes de infiltração por corantes. Adicionalmente, o método computadorizado de filtração dos fluidos tem a vantagem de permitir a observação do movimento de bolhas de ar através de lasers controlados por computador, em vez de seguimento ocular. Dentro dos materiais obturadores comercialmente disponíveis actualmente, o novo cimento *Epiphany*, à base de metacrilato, foi produzido com o intuito de ligar simultaneamente à dentina radicular e ao cone de *Resilon*, formando assim um monobloco. No entanto, neste estudo, observaram-se os resultados que indicaram que o grupo obturado com o sistema *Resilon* + *Epiphany* apresentou uma maior infiltração quando comparado com o grupo contendo *Gutta-Percha* + *Epiphany* e o grupo contendo *Gutta-Percha* + *AH-Plus*. Neste estudo a combinação *Gutta-Percha* mais *Epiphany* demonstrou a menor infiltração apical que foi de acordo com outro estudo que estudava a força de ligação dos materiais indicando que esta combinação era a que apresentava maior força de ligação à dentina. Este factor C é altamente desfavorável numa obturação e contribui para o máximo stress de polimerização de materiais à base de resina ao longo dos canais radiculares. Estudos anteriores, descreveram que um factor C extremamente elevado encontrado em canais radiculares estreitos e longos, tendem a causar resistência ao alívio do stress do encolhimento que ocorre durante a polimerização. Este acontecimento deve ser valorizado pois o objectivo de ter um cimento foto polimerizável é conseguir um selamento coronal imediato. Devido ao facto de isto impedir o alívio do stress, o cimento ao longo do canal pode separar-se das paredes, criando falhas nas interfaces. O facto de o grupo em que a *Gutta-Percha* associado ao *Epiphany* apresentar a menor infiltração (comparando com os outros grupos) pode dever-se ao facto de a *Gutta-Percha* ser mais compactável que o *Resilon*, e desta forma, pode parcialmente compensar os stresses interfaciais causados pela compactação lateral e ao mesmo tempo ajudar a resistir à separação. Quando se comparou os resultados apresentados, é razoável especular, em termos de cimento, o *Epiphany* teve uma melhor performance que o *AH-Plus*. Aparentemente, em termos de material obturador, a *Gutta-Percha* teve um melhor comportamento que o *Resilon*, no entanto, as diferenças não foram significativas. Em forma de conclusão, determinou-se, com os resultados deste estudo,

o sistema *Resilon + Epiphany* não conseguiu ter melhores resultados que o sistema *Gutta-Percha + AH-Plus*. São necessários mais estudos para determinar se estamos perante um material obturador eficaz (Onay *et al.*, 2006).

Há numerosas razões que explicam o facto do sistema *Resilon* não providenciar um selamento perfeito:

- Aplicação inconstante do *primer* ao longo do canal radicular;
- Evaporação inadequada do solvente do *primer*;
- Aplicação inconstante do cimento ao longo do canal radicular;
- Remoção indevida do cimento nas paredes dentinárias devido à colocação dos cones
- Remoção indevida do cimento nas paredes dentinárias devido à condensação vertical quente
- Falha da ligação entre a raíz e o sistema obturador durante quer na condensação fria lateral, quer na condensação vertical quente.

Um acontecimento preocupante é a formação de stress e a dificuldade no seu alívio em canais longos e estreitos (Raina *et al.*, 2007).

viii) Desinfecção

Os cones obturadores são produzidos em condições assépticas mas, no entanto, pode ocorrer a contaminação pelo manuseamento, aerossóis e fontes físicas no processo de armazenamento. Devido às características termoplásticas dos materiais estes não podem ser esterilizados de maneira convencional (que usa o calor seco ou húmido), que pode alterar a estrutura dos cones. Por esse motivo, uma desinfecção rápida, já na área clínica é necessária (Gomes, *et al.*, 2007).

Técnicas assépticas são de vital importância na prevenção da contaminação do sistema canalar durante o tratamento endodôntico. Os cones de *Gutta-Percha*, depois de removidos dos seus invólucros e estando em contacto com o ambiente operatório dentário, têm demonstrado ficarem contaminados com microrganismos tais como:

- *Coccus*,
- Bastonetes,

- Leveduras.

Realizar uma obturação com material contaminado pode reintroduzir microrganismos no canal radicular e, desta forma, prolongar a infecção através do atraso ou inibição da cicatrização (Royal *et al.*, 2007).

Actualmente, um interesse cada vez mais maior anda a rondar as propriedades da clorexidina, tanto em gel como líquida. Isto deve-se ao facto das suas propriedades catiónicas, esta substância é absorvida pela hidroxiapatite presente na dentina e libertada posteriormente. O hipoclorito de sódio, é uma das soluções mais usadas na Endodontia. Esta solução é usada na irrigação e desinfeção de canais radiculares, podendo também ser utilizada na desinfeção de diques de borracha e cones de obturação. O efeito antimicrobiano destas substâncias varia consoante o tipo, a concentração e a forma física como também a susceptibilidade microbiana. Ambas as substâncias são capazes de matar microrganismos na sua forma vegetativa num curto espaço de tempo (Gomes, *et al.*, 2007).

Uma desinfeção rápida dos cones de *Gutta-Percha* com hipoclorito de sódio (NaOCl) tem demonstrado ser eficaz contra microrganismos Gram positivos, Gram negativos e microrganismos formadores de esporos. Foi proposto, noutra estudo, uma técnica eficiente, barata e eficaz consistindo no mergulho dos cones numa solução de 5.25% de NaOCl, durante 1 minuto (Royal *et al.*, 2007).

Como alto agente oxidante, o NaOCl causa alterações topográficas nos cones indicando uma agressiva deterioração. Foi também referida o crescimento de cristais na superfície da *Gutta-Percha*. Depois de analisada a clorexidina, viu-se que esta não altera a estrutura do material obturador em espaços de tempo reduzidos (<30 min) (Gomes, *et al.*, 2007).

MTAD é uma substância composta de uma mistura envolvendo tetraciclina, ácido e um detergente, foi recentemente introduzido como irrigante final no tratamento de obturação do sistema canal. Num estudo *in vitro*, os resultados apresentados demonstraram que o MTAD era um irrigante que desinfectava o sistema canal de forma mais eficaz, quando comparado com NaOCl. Os autores de este estudo propunham inclusive que este irrigante (MTAD) substituísse a necessidade de uso de medicação intracanal. Este irrigante mostrou ser igualmente eficaz contra o *Enterococcus faecalis*, um microrganismo que se tem demonstrado resistente a várias preparações antibióticas. De acordo com os produtores deste irrigante, é

suposto ser usado como último irrigante imediatamente após o uso de uma solução de NaOCl a 1.3% (durante a instrumentação e desinfecção). O uso regular de MTAD e a possibilidade de ter um pouco mais desta substância para se realizar a desinfecção dos cones de obturação, poderia ser um procedimento que pouparia tempo e necessidade de usar uma solução de NaOCl com uma maior concentração. Até à data, não existem estudos que comprovem que o uso de MTAD possa ser usado na rápida desinfecção dos cones de *Gutta-Percha* e *Resilon*. Outros estudos demonstraram que se poderia utilizar uma concentração de 5.25% de NaOCl para desinfetar cones na duração de 1 minuto e que no entanto nem com 10 minutos de desinfecção com 2% gluteraldeído, 70% álcool etílico e 2% digluconato de clorexidina se descontaminava os cones. No entanto, um outro estudo postula que o uso de clorexidina a 2% durante 10 minutos seria suficiente para desinfetar os cones. Este irrigante é outro comumente utilizado durante a instrumentação e desinfecção canal. O uso de MTAD pode, possivelmente, poupar tempo aos clínicos que usem clorexidina para desinfecção dos cones de obturação. Como não existem, até a data, estudos que refiram MTAD como um irrigante a utilizar na desinfecção de cones e existem estudos contraditórios em relação ao irrigante clorexidina a 2%, os autores decidiram realizar este estudo para comparar estes dois com um terceiro: NaOCl a 5.25% em cápsulas contaminadas com *E.faecalis*. Ocasionalmente, ocorre a reinfecção do canal após o tratamento. Realizar a obturação com materiais contaminados pode ser um dos motivos que expliquem este fenómeno. Outro motivo pode ser a contínua presença de espécies bacterianas que resistem ao limpeza quimicomecânica do canal radicular. *E.faecalis* é a espécie que sucessivas vezes é referenciada por estar associada ao fracasso do tratamento canal. Por essa razão, foi a espécie escolhida para este estudo (Royal *et al.*, 2007).

O objectivo do estudo por Gomes é observar as mudanças que ocorrem na superfície dos cones (*Resilon* e *Gutta-Percha*) quando submetidos à desinfecção por parte do NaOCl e clorexidina, observando também os seus efeitos antibacterianos. Os cones de *Gutta-Percha*, independentemente das marcas, apresentam irregularidades nas suas superfícies e os cimentos são utilizados também para preencher essas irregularidades. No entanto, estas falhas podem criar uma larga interface para permitir a infiltração de moléculas que podem servir de nutriente para bactérias remanescentes no sistema canal. Um estudo demonstrou que mesmo usando luvas, todos os cones de *Gutta-Percha* manipulados demonstravam crescimento bacteriano e, como tal, a desinfecção torna-se de extrema importância. A solução de NaOCl, quando usada em concentrações de 5.25%, tem um efeito esterilizante na *Gutta-Percha*

contaminada. A presença de cristais, referida noutro estudo, não foi observada nesta experiência. Clorexidina a 2% em gel, tem a habilidade de matar formas vegetativas em períodos curtos de tempo mas não é capaz de eliminar alguns esporos. A inibição bacteriana, quando usada a solução de clorexidina, apenas foi observada na imersão dos cones em 20-30 minutos. É possível que uma interacção com a fase mineral do cone de *Resilon* ocorra. A clorexidina não é responsável pelos efeitos antimicrobianos visto que nos grupos onde os cones estiveram expostos por curtos períodos de tempo, a inibição bacteriana não foi observada. Foi concluído neste estudo que a submersão nas soluções irrigantes não causa alterações na superfície dos cones (Gomes, *et al.*, 2007).

Os resultados do estudo por Royal indicam que as soluções de NaOCl, MTAD e clorexidina são eficientes na descontaminação dos cones obturadores. Estes resultados estão de acordo com outros estudos semelhantes realizados com o mesmo propósito. De observar que os cones de *Resilon* mudaram de cor quando colocado em contacto com todos os desinfetantes e a ocorrência de um precipitado quando colocado submerso na solução de clorexidina. Isto pode dever-se ao corante presente no *Resilon* ou à absorção do *Resilon* de proteínas presentes na solução. Num estudo foi demonstrado que o *Resilon* é susceptível de hidrólise alcalina e consequentemente biodegradado por enzimas bacterianas e salivares. Se, de facto, o *Resilon* é biodegradável com o passar do tempo isto pode ter consequências no selamento com este material do sistema canalicular como também na possível alteração da cor dentária. Mais pesquisas serão necessárias para avaliar estes parâmetros. Aconselha-se a realização de mais pesquisa no uso de MTAD como agente desinfetante (Royal *et al.*, 2007).

ix) Dissolução

Os solventes são utilizados para mais do que degradar os materiais obturadores. Estes também podem ser utilizados para melhorar a adaptação apical dos cones obturadores. No caso de retratamento, deve ser removida toda a quantidade de material obturador (possivelmente contaminado) para não se correr o risco de prolongar a infecção bacteriana (Faria-Junior *et al.*, 2011).

Existem vários métodos para a remoção de materiais obturadores presentes nos canais radiculares. Esses métodos incluem:

- Utilização de técnicas com limas rotatórias e/ou manuais (mecânicas),

- Ultrassons,
- Laser,
- Técnicas térmicas,
- Técnicas químicas.

Em alguns casos, utiliza-se mais de 1 método na mesma situação. Em casos de retratamento, a dificuldade de canais estreitos, longos e com curvaturas podem ser ultrapassadas com o uso de calor e solventes (Azar *et al.*, 2010; Faria-junior *et al.*, 2011).

O sistema *Resilon*, tal como a *Gutta-Percha* pode ser amolecido por calor e/ou dissolvido com a ajuda de solventes tais como clorofórmio. Entre os problemas anunciados com o novo sistema *Resilon* estão o encolhimento consequente da polimerização e a sua susceptibilidade à biodegradação. Baseado em estudos anteriores, determinou-se que o clorofórmio é o agente solvente mais capaz de degradar a *Gutta-Percha*. De acordo com o produtor, o sistema *Resilon* também pode ser dissolvido pelo clorofórmio. Existe até, um estudo, que afirma que este último sistema, dissolve melhor (com o uso de clorofórmio) quando comparado com a *Gutta-Percha*. O estudo por Azar foi realizado com o intuito de avaliar (e confirmar o que foi determinado no estudo supracitado) a capacidade do clorofórmio em dissolver o *Resilon*. Os materiais obturadores devem ser fáceis de remover caso seja necessário. Isso faz parte de uma propriedade essencial para um material obturador de canais. Quando ocorre um fracasso no tratamento endodôntico de um ou mais canais o retratamento é a opção seguinte antes de uma abordagem noutra área de medicina dentária como seja a cirurgia (Azar *et al.*, 2010).

O uso de solventes, em casos de retratamento, podem ser essenciais para a diminuição do tempo de trabalho, diminuição dos materiais remanescentes ainda aderidos às paredes dentinárias e aumento da facilidade do procedimento (Faria-junior *et al.*, 2011; Azar *et al.*, 2010).

O clorofórmio, no entanto, deve ser usado com extremo cuidado visto que têm propriedades altamente desaconselháveis. Entre elas:

- Possivelmente carcinogénico,
- Hepatotóxico,
- Nefrotóxico,
- Tóxico em contacto com qualquer tipo de tecido.

Mesmo com estas propriedades, o clorofórmio é extremamente utilizado em Medicina Dentária. Neste estudo, foi concluído que o *Resilon* dissolve-se facilmente em clorofórmio, indicando que possivelmente pode ser usado este solvente em concentrações mais reduzidas e com a ajuda de outras formas físicas como pasta ou gel (Azar *et al.*, 2011).

Devido a este material apresentar propriedades negativas, estuda-se e testa-se soluções como outros solventes, usados neste estudo. Entre eles:

- Óleo de laranja,
- Eucalyptol
- Tetracloroetileno

Existem estudos que referem o uso de solventes orgânicos para o uso de dissolução de materiais obturadores. No entanto, não existem estudos, referindo a eficácia do uso de associações entre eles. Os resultados do estudo de Faria-Junior afirmam que todas as associações testadas tiveram pouco resultado nos cones de *Resilon* e que o uso de óleo de laranja individualmente foi o menos eficaz mas que o uso deste associado ao tetracloroetileno foi o mais eficaz, e por esse motivo deve ser considerado uma alternativa ao clorofórmio no uso em cones de *Resilon*. Todos os solventes têm capacidades de dissolução. A associação ao tetracloroetileno melhorou a eficácia de todos os solventes individuais. Este é o solvente mais efectivo na *Gutta-Percha* (Faria-Junior *et al.*, 2011).

x) Retratamento

O tratamento endodôntico é algo necessário para se eliminar patologias que afectam os dentes e tecidos peri apicais. Independentemente do sucesso que uma boa prática clínica pode determinar, o Médico Dentista deve estar preparado para fazer um retratamento endodôntico caso seja necessário. Este pode ser alcançado em parte se todo o material obturador (que pode se encontrar contaminado) for removido. Existem estudos a comparar a quantidade de material remanescente permanece no canal após retratamento endodôntico. O estudo por Cunha tem como objectivo estudar o tempo de trabalho necessário para executar um retratamento e a qualidade de limpeza e remoção de material nos canais preenchidos com sistema *Gutta-Percha* (associado ao *AH-Plus*) e o sistema *Resilon* (associado ao *RealSeal*). Neste estudo foi usada uma técnica manual para a execução de retratamentos. Foi usado

clorofórmio para ajudar a remover a obturação e ajudar a manter o trajecto original instrumentado (agora preenchido por material obturador). Quando foram analisados os resultados, notou-se que no grupo contendo os dentes retratados que originalmente tinham *Gutta-Percha* como material obturador deixavam mais restos de material remanescente quando comparado com o grupo contendo *Resilon*. Uma explicação possível para este resultado é o facto de o sistema *Resilon* formar um monobloco e, como tal, quando da sua remoção, o material total (cone + cimento) sair todo como um só, algo não verificado com o sistema *Gutta-Percha* + *AH-Plus*. Em termos de tempo de trabalho, não existiu diferença significativa entre os grupos. Para o sucesso endodôntico pós-retratamento, um passo crucial será a remoção de material que deve ser extremamente bem executada (Cunha *et al.*, 2007).

No estudo por Hammad, que mede o volume remanescente de material obturador após retratamento com limas endodônticas manuais e retratamento com limas rotatórias *ProTaper*, usando micro tomografias axiais. Avaliaram-se 4 tipos de materiais:

- *Gutta-Percha*
- *EndoRez* – cimento à base de resina
- *RealSeal* – *Resilon*
- *GuttaFlow* – modificação do cimento *RoekoSeal*

No grupo em que a remoção do material obturador foi feita com limas rotatórias, o material que apresentou deixar maior quantidade de restos remanescentes foi a *Gutta-Percha*. O material que deixou menor quantidade de restos remanescentes foi o *GuttaFlow*. O mesmo resultado foi observado no grupo onde se usou limas manuais. Observou-se que o uso de limas manuais resultou numa melhor remoção de todos os materiais quando comparado com o uso de limas rotatórias. O uso de um método que privilegiasse o uso de ambas as técnicas poderia levar a uma remoção do material obturador (seja ele qual for) do interior de canais radiculares (Hammad *et al.*, 2008).

III) Conclusão

Após a pesquisa, no início da leitura dos artigos retirados, notou-se que existiam artigos/estudos contraditórios em quase todas as temáticas – uma ocorrência não muito surpreendente visto tratar-se de um material novo.

Por esse motivo, não é possível afirmar-se que o objectivo deste trabalho tenha sido totalmente alcançado.

A avaliar pelos artigos, ainda há muito para determinar sobre a capacidade do *Resilon* em conseguir um selamento melhor que a *Gutta-Percha*. Ainda não está terminada a busca de um material que destrone a *Gutta-Percha*.

A solução de uma obturação mais eficaz pode passar pelos cones de *Gutta-Percha* revestidos com resina (*EndoRez*) – associado a cimentos que se liguem a este, a melhoria dos componentes do sistema *Resilon*, associar outro tipo de cimentos aos cones de *Resilon* e/ou desenvolver outro tipo de materiais para serem usados na obturação.

Poderia-se também, com a ajuda de um desenvolvimento de materiais e técnicas com características especiais (resinas de fácil dissolução e/ou remoção), executar uma técnica apical semelhante ao que se executa coronariamente (selamento intracoronario) com uma resina autopolimerizável - se não for possível executar uma fotopolimerização - para evitar que haja infiltração apical, visto que coronalmente quando se executa esta técnica, não só se aumenta a resistência do dente como também se reduz a infiltração.

Bibliografia

Azar, MR. Khojastehpour, L. Iranpour, N. (2010). A Comparasion of the effectiveness of Chloroform in Dissolving *Resilon* and *Gutta-Percha*, *Journal of Dentistry*, 7 (4) 19-24

Campos-Pinto, M. M. D. Oliveira, D. A. Versiani, M. A. Silva-Sousa, Y. T. C. Sousa-Neto, M. D. Perez, D. E. C. (2008). Assesment of the biocompatibility of *Epiphany* root canal sealer in rat subcutaneus tissues, *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radioloy, and Endodontology*, 105 e77-e81.

Cecchin, D. Souza, M. Carlin-Junior, B. Barbizam, J. V. B. (2012). Bond strength of *Resilon/Epiphany* compared with *Gutta-Percha* and sealers Sealer 26 and Endo Fill, *Australian Endodontic Journal*, 38, 21-25

Cohen, S., Hargreaves, K. M. (2007). *Caminhos da Polpa*. Rio de Janeiro, Elsevier

Cunha, R. S. Martin, A. S. Barros, P. P. Silva, F. M. Jacinto, R. X. Bueno, C. E.S. (2007). *In vitro* Evaluation of the Cleansing Working Time and Anaysis of the Amount of *Gutta-Percha* or *Resilon* Remnants in the Root Canal Walls after Instrumentation for Endodontic Retreatment, *Journal of Endodontics*, 33 (12) 1426-1428.

De-Deus, G. Giorgi, K. D. Fidel, S. Fidel, R. A. S. Paciornik, S. (2009). Push-out Bond Strenght of *Resilon/Epiphany* Self-Etch to Root Dentin, *Journal of Endodontics*, 35 (7) 1048-1050.

Donadio, M. Jiang, J. He, J. Wang, Y. Safavi, K. E. Zhu Q. (2008). Cytotoxicity evaluation of Activ GP and *Resilon* sealers *in vitro*, *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radioloy, and Endodontology*, 106 e76-79.

Donadio, M. Jiang, J. He, J. Wang, Y. Safavi, K. E. Zhu, Q. (2009). Cytotoxicity evaluation of Activ GP and *Resilon* sealers *in vitro*, *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 107 e74-e78.

Economides, N. Koulaouzidou, E. A. Gogos, C. Kolokouris, I. Beltes, P. Antoniadis, D. (2008). Comparative Study of the Cytotoxic Effect of *Resilon* Against two Cell Lines, *Brazilian Dental Journal*, 19 (4) 291-295.

Faria-Junior, N. B. Loiola, L. E. Guerreiro-Tanomaru, J. M. Berbert, F. L. C. Tanamaru-Filho, M. (2011). Effectiveness of three Solvents and Two Associations of Solvents on *Gutta-Percha* and *Resilon*, *Brazilian Dental Journal*, 22 (1) 41-44.

Garcia, L. F. R. Marques, A. A. F. Roselino, L. M. R. Pires-de-Souza, F. C. P. Consani, S. C. (2010). Biocompatibility Evaluation of *Epiphany/Resilon* Root Canal Filing System in Subcutaneous Tissue of Rats, *Journal of Endodontics*, 36 (1) 110-114.

Gogos, C. Theodoron, V. Economides, N. Beltes, P. Kolokouris, I. (2008). Shear Bond Strength of *AH-26* and *Epiphany* to Composite Resin and *Resilon*, *Journal of Endodontics*, 34 (11) 1385-1387.

Gomes, B. P. F. A. Berber, V. B. Montagner, F. Sena, N. T. Zaia, A. A. Ferraz, C. C. R. Souza-Filho, F. J. (2007), Residual Effects and Surface Alterations in Desinfected *Gutta-Percha* and *Resilon* Cones, *Journal of Endodontics*, 33 (8) 948-951.

Grecca, F. S. Kopper, P. M. P. Santos, R. B. Fossati, A. C. Carrard, V. C. Acasigua, G. A. X. Figueiredo, J. A. P. (2011). Biocompatibility of *RealSeal*, its prime rand AH Plus implanted in subcutaneous connective tissue of rats, *Journal of Applied Oral Science*, 19 (1) 52-56.

Hammad, M. Qualtrough, A. Silikas, N. (2007). Effect of New Obturating Materials on Vertical Root Fracture Resistance of Endodontically Treated Teeth, *Journal of Endodontics*, 33 (6) 732-736.

Hammad, M. Qualtrough, A. Silikas, N. (2008). Three-dimensional Evaluation of Effectiveness of Hand and Rotary Instrumentation for Retreatment of Canals Filled with Different Materials, *Journal of Endodontics*, 34 (11) 1370-1373.

Jack, R. M. Goodell, G. G. (2008). *In vitro* Comparison of Coronal Microleakage between *Resilon* Alone and *Gutta-Percha* with a Glass-ionomer Intraorifice Barrier Using a Fluid Filtration Model, *Journal of Endodontics*, 34 (6) 718-720.

Karr, N. A. Baumgartner, J. C. Marshall, J. G. (2007). A comparison of *Gutta-Percha* and *Resilon* in the Obturation of lateral Grooves and Depressions, *Journal of Endodontics*, 33 (6) 749-752.

Key, J. E. Rahemtulla, F. R. Eleazer, P. D. (2006). Cytotoxicity of a New Root Canal Filing Material on Human Gingival Fibroblasts, *Journal of Endodontics*, 32 (8) 756-758.

Ko, C. H. Cheung, G. S. Chan, A. W. (2008). A review of a resin-based root canal filing material, *Hong Kong Dental Journal*, 5 (1) 38-44.

Merdad, K. Pascon, A. E. Kulkarni, G. Santerre, P. Friedman, S. (2007), Short-term Cytotoxicity Assessment of Components of the *Epiphany* Resin-Percha Obturating System By Indirect and Direct Contact Milipore Filter Assays, *Journal of Endodontics*, 33 (1) 24-27.

Miner, M. R. Berzins, D. W. Bahcall, J. K. (2006). A comparison of Thermal Properties Between *Gutta-Percha* and a Synthetic Polymer Based Root Canal Filing Material (*Resilon*), *Journal of Endodontics*, 32 (7) 683-686.

Monteiro, J. Ataide, I. N. Chalakkal, P. Chandra, P. K. (2011). *In vitro* Resistance to Fracture of Roots Obturated with *Resilon* or Gutta- percha, *Journal of Endodontics*, 37 (6) 828-830.

Nagas, E. Altundasar, E. Durmaz, V. Cebreli, Z. C. Vallittu, P. K. Lassila, L. V. J. (2010). Effect of Different Intraorifice Barriers on the Fracture Resistance of Roots Obturated with *Resilon* or *Gutta-Percha*, *Journal of Endodontics*, 36 (6) 1061-1063.

Onay, E. O. Ungor, M. Orucoglu, H. (2006). An *In vitro* Evaluation of the Apical Sealing Ability of a New Resin-Based Root Canal Obturation System, *Journal of Endodontics*, 32 (10) 976-978.

Onay, E. O. Ungor, M. Ozdemir, B. H. (2007). *In vivo* evaluation of the biocompatibility of a new resin-based obturation system, *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 104 e60-e66.

Pitout, E. Oberbolzer, T. G. Blignaut, E. Molepo, J. (2006). Coronal Leakage of Teeth Root-Filled with *Gutta-Percha* or *Resilon* Root Canal Filling Material, *Journal of Endodontics*, 32 (9) 879-881.

Raina, R. Loushine, R. J. Weller, R. N. Tay, F. R. Pashey, D. H. (2007). Evaluation of the Quality of the Apical Seal in *Resilon/Epiphany* and *Gutta-Percha/AH Plus*-filled Root Canals by Using a fluid filtratuin Approach, *Journal of Endodontics*, 33 (8) 944-947.

Royal, M. J. Williamson, A. E. Drake, D. R. (2007). Comparasion of 5.25% Sodium Hypochlorite, MTAD, and 2% Clorhexidine in the Rapid Disinfection of Polycaprolactone-Based Root Canal Filling Material, *Journal of Endodontics*, 33 (1) 42-44.

Sant'Anna-Júnior, A. Tanamaru-filho, M. Duarte, M. A. H. Reis, J. M. S. N. Guerreiro-Tanomaru, J. M. (2009). Temperature Changes in *Gutta-Percha* and *Resilon* Cones Induced by a Thermomechanical Compaction Technique, *Journal of Endodontics*, 35 (6) 879- 882.

Shrestha, D. Wei, X. Wu, W. Ling, J. (2010). *Resilon*: a methacrylate resin-based obturation system, *Journal of Dental Sciences*, 5 (2) 47-52.

Teixeira, F. B. Trope, M. (2006). Advances in Endodontic Obturation, *US Dentistry*, 45-48.

Ulusoy, O. I. A. Genç, O. Arslan, S. Alaçam, T. Gorgul, G. (2007). Fracture resistance of roots obturated with three different materials, *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 104 (5) 705-708.

Wilkison, K. L. Beeson, T. J. Kirkpatrick, T. C. (2007). Fracture Resistance of Simulated Immature Teeth Filled with *Resilon*, *Gutta-Percha*, or Composite, *Journal of Endodontics*, 33 (4) 480-483.

Xu, P. Liang, J. Dong, G. Zheng, L. (2010). Cytotoxicity of *RealSeal* on Human Osteoblast-like MG63 Cells, *Journal of Endodontics*, 36 (1) 40-44.