

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

**Gustavo Oliveira dos Santos
Thaynara Felix de Oliveira**

**MATERIAIS DE PROTEÇÃO AO COMPLEXO
DENTINO-PULPAR: Revisão de literatura**

**Taubaté – SP
2019**

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

**Gustavo Oliveira dos Santos
Thaynara Felix de Oliveira**

**MATERIAIS DE PROTEÇÃO AO COMPLEXO
DENTINO-PULPAR: Revisão de literatura**

Trabalho de graduação apresentado ao Departamento de Odontologia da Universidade de Taubaté, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Bacharel em Odontologia.

Orientador: Prof.^a Dr^a Cláudia Auxiliadora Pinto

**Taubaté – SP
2019**

SIBi - Sistema Integrado de Bibliotecas / UNITAU

S237p Santos, Gustavo Oliveira dos
Materiais de proteção ao complexo dentino-pulpar: revisão de literatura / Gustavo Oliveira dos Santos, Thaynara Felix de Oliveira. – 2019.
44f.

Monografia (graduação) – Universidade de Taubaté, Departamento de Odontologia, 2019.

Orientação: Profa. Dra. Claudia Auxiliadora Pinto, Departamento de Odontologia.

1. Cimento de hidróxido de cálcio. 2. Cimento de ionomero de vidro. 3. Forramento da cavidade dentária. 4. Proteção pulpar. I. Oliveira, Thaynara Felix de. II. Universidade de Taubaté. III. Título.

CDD 617.634

Gustavo Oliveira dos Santos
Thaynara Felix de Oliveira

Data: 26 de novembro de 2019

Resultado: _____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dra. Claudia Auxiliadora Pinto

Universidade de Taubaté

Assinatura: _____

Prof. Dra. Lucilei Lopes Bonato

Universidade de Taubaté

Assinatura: _____

Prof. Dr. Nivaldo Andre Zollner

Universidade de Taubaté

Assinatura: _____

Agradecimentos

Gostaria primeiramente agradecer a Deus, por sempre me guiar e me manter firme para alcançar meus objetivos.

Agradeço aos meus pais Nilce Oliveira e Newton Vitório dos Santos, por todo esforço, empenho para que esse sonho fosse realizado, por sempre acreditar em mim, e por estarem juntos comigo em todos os momentos.

Agradeço meus irmãos Fernanda e Lucas, pois sempre que precisei estiveram ao meu lado me apoiando e incentivando.

Agradeço a todos meus amigos e colegas que fiz durante a graduação que estiveram comigo nessa trajetória.

Em especial a minha dupla Thaynara por me acompanhar desde o início, incentivando e ajudando da melhor maneira possível.

Agradeço a todos os meus professores por todo ensinamento que foram passados a mim durante esses anos.

Agradeço a Professora Dra. Lucilei e o Professor Dr. Nivaldo por aceitarem a compor a banca examinadora, minha admiração e gratidão por toda dedicação.

A todos os funcionários do departamento de Odontologia pela ajuda durante esses anos.

Em especial, agradeço a Professora Dra. Claudia Auxiliadora Pinto, minha orientadora. Agradeço pela paciência, disposição para a conclusão desse trabalho, meu muito obrigado professora, pela contribuição e esforço para minha formação profissional, seus ensinamentos foram fundamentais.

Gustavo Oliveira dos Santos

Agradecimentos

Agradeço a Deus por ter me guiado nessa jornada.

Aos meus pais, Maria Zenilda e Jose Uilton por terem me apoiado e dado forças para seguir os meus sonhos.

Aos meus amigos por sempre estarem comigo me dando suporte e segurança.

À minha dupla Gustavo Oliveira por me acompanhar e apoiar por tantos anos, sempre me incentivando e ajudando.

Ao meu namorado Higor Manfrin por sempre me apoiar, dar forças e segurança.

À minha Professora e orientadora Claudia Auxiliadora por todas as oportunidades de aprendizado, por toda a dedicação e apoio.

Thaynara Felix de Oliveira

RESUMO

A proteção do complexo dentino-pulpar é um tema muito polêmico e controverso, e ainda não é consenso quanto aos materiais utilizados para tal. Em casos de exposição pulpar a primeira escolha é a tentativa da preservação da vitalidade pulpar, utilizando materiais biocompatíveis para induzir a formação de dentina terciária. Em cavidades medias e profundas é necessário à colocação de um material de forramento para a proteção pulpar do dente amenizando a agressão à polpa promovida pelos materiais restauradores. **Objetivo:** Apontar quais os melhores materiais a serem utilizados como protetores do complexo dentino-pulpar em caso de capeamentos indiretos e diretos, atualmente. **Método:** Realizou-se uma revisão de literatura apoiando-se em artigos encontrados nas bases de dados: Pubmed, Google Academic, Scielo e BBO, publicado entre os anos de 2008 a 2019, utilizando como termos de busca complexo dentino-pulpar, materiais forradores, hidróxido de cálcio, MTA, adesivos dentinários. **Conclusão:** 1. Os sistemas adesivos são citotóxicos para o tecido pulpar, e, portanto não são biocompatíveis, não devendo ser utilizados em cavidades profundas como materiais de proteção ao complexo dentino-pulpar; 2. Em cavidades medias e profundas é necessário à proteção do complexo dentino-pulpar; 3. Os materiais mais indicados para essa finalidade são o hidróxido de cálcio PA e o MTA, bioativos e biocompatíveis; 4. Não existe comprovação científica que o laser potencializa o resultado do capeamento direto.

Palavras chaves: Complexo dentino-pulpar; Forramento; Cimento de hidróxido de cálcio; Cimento de ionômero de vidro.

ABSTRACT

The protection of the Dentin-pulp complex is a very controversial topic, and there is still no consensus on the materials used for this. In cases of pulp exposures the first is the attempt to preserve pulp vitality using biocompatible materials to induce reparative dentin formation. In medium and deep cavities, it is necessary to place a lining material for the pulp protection of the tooth, for decrease the aggression to the pulp promoted by the restorative materials. **Aim:** The objective of this work was to point out, what are the best materials to be used as protectors of the dentin-pulp complex in case of indirect and direct capping, currently. **Method:** A literature review was performed based on articles found in the databases: PubMed, Google Academic, Scielo and BBO, published from 2008 to 2019, using search terms dentin-pulp complex, materials liners, calcium hydroxide, MTA, dentin adhesives and their respective English terms: dentin-pulp complex, pulp capping sealers, Calcium hydroxide, MTA, dentin adhesives. **Conclusion:** 1. Adhesive systems are cytotoxic to pulp tissue and therefore not biocompatible and should not be used in deep cavities as a protective material for the dentin-pulp complex; 2. In the middle and deep cavities protection of the dentin-pulp complex is required; 3. The most suitable materials for this purpose are calcium hydroxide PA and MTA, bioactive and biocompatible; 4. There is no scientific evidence that the laser enhances the result of direct capping.

Keywords: Dentin-pulp complex; Lining; Calcium hydroxide cement; Glass ionomer cement.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 PROPOSIÇÃO	10
3 REVISÃO DE LITERATURA	11
3.1 Capeadores pulpares	14
3.2 Laser	17
3.3 Citotoxicidade e Biocompatibilidade	18
3.4 Estudos histológicos	22
3.5 Estudos clínicos prospectivos	27
3.6 Estudos <i>in vitro</i>	29
3.7 Questionários sobre condutas clínicas	31
4 DISCUSSÃO	34
5 CONCLUSÃO	40
REFERÊNCIAS	41

INTRODUÇÃO

O tratamento conservador da polpa é sempre a melhor opção tanto para o paciente quanto para o cirurgião-dentista, e atualmente estamos diante de um grande número de dentes cariados e fraturados tanto em adultos, quanto em crianças, é necessário que seja feita a restauração para devolver função e estética ao elemento dentário. Nesses procedimentos o tecido pulpar acaba sofrendo agressões, com base nisso torna-se necessário um cuidado maior para prevenir que maiores danos sejam causados, pois, em alguns casos, a perda de dentina é tão extensa que a polpa fica sem proteção, o que acaba acarretando comprometimento deste tecido.

A dentina e o tecido pulpar são considerados como uma estrutura integrada, chamada de complexo dentino-pulpar, assim as agressões que são impostas à dentina repercutem diretamente na polpa, e ela é a responsável pelas alterações fisiológicas resultantes naquele tecido.

Para amenizar os danos causados e manter a vitalidade do tecido pulpar são utilizados materiais de proteção do complexo dentino-pulpar, com o intuito de proteger o tecido pulpar de estímulos que possam danificá-lo permanentemente. O material precisa fazer As vezes da dentina, ou seja, ser um bom isolante térmico e elétrico, ter propriedades mecânicas adequadas, promover um bom selamento, não interferir nas propriedades do material restaurador, além de ser antimicrobiano, biocompatível e bioativo, estimulando a formação de dentina reparadora.

Assim, torna-se pertinente analisar as publicações existentes quanto a ação dos materiais protetores ao complexo dentino-pulpar como maneira de estabelecer os melhores materiais a serem utilizados em cada situação clínica, como forma de nortear os cirurgiões-dentistas em suas escolhas, quanto aos materiais de proteção pulpar atuais.

2 PROPOSIÇÃO

O presente estudo teve como objetivo, por meio de revisão de literatura, comparar os materiais usados para proteção do complexo dentino-pulpar, visando estabelecer qual o melhor material a ser utilizado em cada caso. Foram pesquisadas nas bases de dados: Pubmed, Google Academic, Scielo e BBO, publicado entre os anos de 2008 a 2019, utilizando como termos de busca complexo dentino-pulpar, materiais forradores, hidróxido de cálcio, MTA, adesivos dentinários e os termos respectivos em inglês: Dentin-pulp complex, pulpar capping sealers, Calcium hydroxide , MTA, adhesive systems.

3 REVISÃO DE LITERATURA

Carvalho et al. (2012) realizaram uma revisão de literatura objetivando mostrar alternativas terapêuticas e os materiais usados na polpa jovem, visando à manutenção da vitalidade. A idade do paciente é apontada como de grande influência, pois a resposta biológica pulpar vai se tornando mais lenta e reduzida com o passar dos anos, então tratamentos conservadores são mais indicados para pacientes jovens. Os autores recomendam que em cáries muito profundas é indicado que a remoção seja feita em duas etapas, para evitar a exposição pulpar. Na primeira visita é removida toda a dentina cariada nas paredes circundantes e a camada externa da dentina mais amolecida do dente na parede pulpar, realiza o forramento e após 3 a 6 meses a cavidade é reaberta e a dentina cariada remanescente é removida, reduzindo o número de exposições pulpares. Afirmam que, em cavidades profundas é necessário fazer forramento e entre os materiais mais usados estão o cimento de ionômero de vidro e cimento de hidróxido de cálcio, O hidróxido de cálcio não causam danos à polpa, entretanto, não apresenta adesão à dentina, não permite copolimerização com os materiais restauradores resinosos, têm elevada solubilidade em meio aquoso e baixa resistência mecânica; já os cimentos de ionômero de vidro modificados ou não por resina tem demonstrado semelhança com a dentina, além de antibacteriano e liberar flúor. O sistema adesivo já foi sugerido como um agente de proteção pulpar mas descobriu-se que ele tem substâncias citotóxicas para as células da polpa, e dificuldade na obtenção de um selamento adequado contra a infiltração

bacteriana, resultando numa reparação ruim, com inflamação crônica. Concluem que é preciso avaliar bem o caso e visar sempre a manutenção da vitalidade pulpar, escolhendo o melhor método e material a ser utilizado.

Dammaschke, Galler, Krastl (2019) apresentaram em uma revisão de literatura recomendações para o tratamento vital da polpa, termo utilizado atualmente para nomear o tratamento conservador da polpa. O objetivo deste tratamento, que engloba os procedimentos de capeamento direto e indireto, é preservar a vitalidade pulpar, isolando a dentina exposta e a polpa subjacente de estímulos externos, como microrganismos e componentes dos materiais restauradores. Entre os fatores chaves para a preservação da vitalidade pulpar citam o estado da polpa no momento do procedimento, a extensão da lesão e o grau de infecção dentinária. O tratamento conservador da polpa busca a formação de barreira de tecido duro e a recuperação do tecido pulpar, preservando a função e garantindo que o dente permaneça na cavidade oral por um longo período. A preservação da polpa assegura as defesas do dente e a proteção proprioceptiva, correlacionada ao risco de fratura. A preservação da polpa é um tratamento mais conservador e menos oneroso. Para ser instituído a polpa não apresentar sintomas pronunciados, deve responder ao teste de vitalidade e não ter dor à percussão e palpação apical. No caso de exposição pulpar o sangramento não deve extrapolar o tempo normal. Para o capeamento indireto sugerem materiais bactericidas, que estimulem a remineralização e formação dentinária e propõem o uso de solução de hidróxido de cálcio ou cimento hidráulico de silicato de cálcio. Recomendam os mesmos materiais para o capeamento direto, que neste caso deve ser recoberto por um material de presa

dura. Argumentam que apenas a solução de hidróxido de cálcio tem efetiva liberação de íons hidroxila e o cimento de hidróxido de cálcio tem subprodutos tóxicos, não aconselhando também cimentos fotopolimerizáveis a base de hidróxido de cálcio ou silicato de cálcio. Não aconselham o uso de adesivos para capeamento pulpar, porque apesar de promover um bom selamento, liberam monômeros tóxicos a polpa e inibem a formação de tecido duro pelas células da polpa, além de não serem biocompatíveis ao tecido pulpar, não sendo indicados como capeadores. Apontam os cimentos hidráulicos de silicato de cálcio (a base de MTA) como os materiais de primeira escolha para capeamento, por serem materiais que tomam presa na presença de umidade e são resistentes a ela. Além disso, liberam hidróxido de cálcio por um longo período, tendo ação antimicrobiana prolongada, são biocompatíveis e induzem a formação de tecido duro. Possui também adesão a estrutura promovida pelos minerais em sua composição e resistência mecânica. Entretanto podem causar descoloração nos dentes, sobretudo quando possuem óxido de bismuto ou ferro na composição. Sobre a condição que motivou o capeamento, afirmam que em dentes que sofreram exposição acidental e a polpa não tinha histórico anterior de danos, o sucesso do capeamento é maior, mesmo que exista a chance de haver comprometimento da circulação e da capacidade de reparação, quando comparado à exposição por cárie, quando pode haver inflamação e presença de bactérias. Afirmam que o insucesso ocorre sobretudo pela persistência de contaminação na interface dente-material restaurador, o que leva a necrose pulpar e inflamação periapical. Como acompanhamento sugerem teste de vitalidade com gás refrigerante após 3, 6 e 12 meses e caso der negativo realizar o exame radiográfico, para analisar as

condições dos tecidos periapicais. O dente deve estar assintomático e responder ao teste de vitalidade. Há risco de calcificação da polpa após os procedimentos de capeamento de 30% após 3 anos e de 40% de 4 a 8 anos. Após o traumatismo a taxa de sucesso é maior se não houver comprometimento de vascularização, ficando as taxas de sucesso de capeamento direto com hidróxido de cálcio entre 54 a 90%. Dentes tratados com capeamento indireto, sendo usado o MTA têm maiores taxas de sucesso comparado ao hidróxido de cálcio. No capeamento direto usando hidróxido de cálcio, as taxas de sucesso são de 60% após 10 anos, já com cimentos hidráulicos, à base de silicato de cálcio como o MTA, são ainda maiores em 80% dos casos. Cada caso deve ser avaliado criteriosamente em relação ao material e a técnica a serem utilizados, visando sempre a conservação dentária a longo prazo.

3.1 Capeadores pulpare

Kobayashi et al. (2016) realizaram uma revisão acerca dos materiais capeadores pulpare. Afirmaram que a taxa de sucesso do capeamento pulpar direto é inferior ao da pulpectomia e que os materiais atuais não têm eficácia principalmente por causa do selamento na dentina e material de polpa, bem como material restaurador. Sugerem os materiais adesivos como capeadores diretos como solução por ter uma boa adesão ao material restaurador, melhorando a taxa de sucesso a longo prazo. Apontam a resina MMA-TBB como um capeador direto no futuro, argumentando que este material criaria uma ponte artificial sobre a polpa imediatamente enquanto os materiais bioativos levam pelo menos uma

semana. Essa ponte imediata protegeria a polpa de contaminação bacteriana minimizando os danos à polpa. Além disso, promoveria uma ponte sem defeitos, impermeável, ao contrário do que aquelas formadas por materiais bioativos, sendo permeáveis por haver falhas de calcificação. Entretanto os materiais a base de MTA tem vantagem de ser antibacterianos. E concluem que no futuro os materiais devem ser indicados na dependência do caso clínico. A inclusão de substratos antibacterianos aos materiais resinosos também podem ser uma solução. Atualmente os materiais resinosos ainda não são indicados como capeadores.

Rosa et al (2017) realizaram uma revisão sistemática para analisar as tendências atuais e perspectivas futuras sobre materiais capeadores pulpare. Buscaram em bases de dados e pedidos de patente totalizando 716 artigos e 83 patentes. Apontam o hidróxido de cálcio como o principal tipo de material estudado, principalmente para capeamento direto da polpa, seguido pelo MTA. Patentes relacionadas a adesivos ou resinas aumentaram 1998 e 2008, enquanto nos últimos anos um grande aumento para materiais bioativos (contendo proteínas bioativas), materiais derivados de MTA (silicato de cálcio, cimentos à base de fosfato de cálcio e aluminato de cálcio) e MTA. Obtiveram uma visão geral dos materiais. Concluíram que o MTA apresentou ótimos resultados na terapia pulpar vital superando as desvantagens do hidróxido de cálcio. Avanços recentes em materiais bioativos e derivados do MTA mostraram resultados promissores que poderiam melhorar os biomateriais utilizados nos tratamentos vitais da polpa.

Alex (2018) afirma que entre os objetivos do capeamento pulpar estão o combate as bactérias, impedir a progressão da cárie, estimular as células da polpa a formar nova dentina e produzir um selamento durável, que proteja o complexo

pulpar. Em uma revisão discute os procedimentos diretos e indiretos de capeamento pulpar, oferecendo aos clínicos uma abordagem pragmática e o protocolo clínico baseado em evidências científica para o tratamento de exposições vitais da polpa. Também apresenta um caso clínico usando um cimento de silicato de cálcio fotopolimerizável (TheraCal) como capeador direto após exposição mecânica que ocorreu durante a escavação profunda da cárie. O autor experimentou um bom sucesso clínico usando uma combinação de produtos para procedimentos de capeamento direto da polpa que incluem clorexidina, TheraCal LC e liner Vitrebond RMGI. A clorexidina é um antimicrobiano potente, demonstrou inibir as metaloproteinases da matriz que podem contribuir para a quebra da interface adesiva ao longo do tempo, não interfere na resistência adesiva dos sistemas adesivos e pode ter um efeito sinérgico com o hidróxido de cálcio. Estender o cimento de ionômero de vidro à dentina além das fronteiras do TheraCal LC oferece vários benefícios em potencial, incluindo impedir que o TheraCal LC se desloque acidentalmente em algum ponto do protocolo restaurador e o Vitrebond pode fornecer atividade antimicrobiana adicional e possui uma quantidade significativa de água na sua formulação. É possível, embora especulativo, que essa água pode ser absorvida pelo TheraCal LC (que é hidrofílico) e auxiliar na configuração e troca de íons do MTA no material. O autor conclui que embora o caso apresentado pareça mostrar uma ponte de dentina e um resultado clínico positivo após 22 meses, é prematuro realizar conclusões definitivas sobre o motivo exato desse sucesso a curto prazo. Pode ser a combinação de produtos utilizados, e não qualquer produto específico, que levou ao sucesso neste caso. Claramente, pesquisas adicionais, incluindo estudos

clínicos controlados, são necessários para avaliar a longo prazo essa nova classe de materiais dentários.

3.2 Laser

Da Silva et al. (2017) realizaram uma revisão sistemática da literatura para avaliar a eficácia do laser como terapia coadjuvante no capeamento direto da polpa. Foram analisadas as características dos estudos, como agente de capeamento pulpar, características do laser, restauração realizada, métodos utilizados para avaliar a vitalidade pulpar, efeitos adversos e taxa de sucesso clínico. O sucesso clínico foi baseado na porcentagem de dentes que permaneceram vitais após o capeamento direto da polpa. As análises estatísticas foram realizadas com o programa RevMan 5.2 (The Cochrane Collaboration, Copenhagen, Dinamarca). Uma comparação global foi realizada com modelos de efeitos aleatórios com nível de significância de $p < 0,05$. Seis artigos foram selecionados e apenas cinco puderam ser incluídos na metanálise. Os tipos de lasers utilizados nos estudos foram: Laser de Diodo, CO₂, Er: YAG, ErCr: YSGG e Nd: YAG. A taxa de risco geral foi de 0,36 (IC 95% 0,25 a 0,53). Embora a laser terapia tenha melhorado a taxa de sucesso do tratamento dos dentes com polpa exposta ($p < 0,01$), a qualidade dos estudos variou entre razoável (quatro estudos) e ruim (dois estudos). Além disso, a força das evidências para o resultado foi posteriormente rebaixada para muito baixa. Concluíram que não há evidências suficientes para apoiar a eficácia do laser como adjuvante para melhorar a taxa de sucesso do capeamento direto da polpa.

3.3 Citotoxicidade e biocompatibilidade

Modena et al. (2009) realizaram uma revisão com o objetivo de resumir e discutir a citotoxicidade e biocompatibilidade de materiais utilizados para proteção do complexo dentina-polpa. Muitos materiais dentários apresentam efeitos citotóxicos quando aplicados próximos ou diretamente na polpa. Concluíram que os produtos à base de hidróxido de cálcio são a melhor escolha para tratamento conservador da polpa devido ao seu potencial biológico e propriedade de estimular a formação de dentina esclerótica e reparadora, bem como proteger a polpa contra estímulos térmicos. Os monômeros presentes em compósitos de resina e sistemas adesivos (por exemplo: BISGMA, UDMA, TEGDMA, HEMA) têm demonstrado ter efeitos citotóxicos em contato direto com fibroblastos e pode ser durante a polimerização quando o grau de conversão não for totalmente alcançado. Em polpas humanas, capeamento direto da polpa com sistema adesivo produz diferentes graus de inflamação pulpar, mesmo sem presença bacteriana e não há formação de ponte dentinária e reparação da polpa. A idéia de que, quando um selamento hermético da cavidade é obtido, os materiais de proteção pulpar são desnecessários é relativa, pois o selamento hermético é difícil de ser obtido. Os cimentos de ionômero de vidro modificados são mais citotóxicos para as células pulpares do que os convencionais devido à presença de partículas de monômeros não polimerizados e não deve ser aplicado diretamente na polpa.

Cavalcanti et al. (2010) afirmam que o uso de adesivos para capeamento direto da polpa dentária não é aconselhável, devido aos seus efeitos nocivos para o tecido. No entanto, novos sistemas adesivos são frequentemente desenvolvidos e sistemas autocondicionantes parecem ser menos tóxicos que os convencionais.

Realizaram um estudo comparando a citotoxicidade *in vitro* de substâncias lixiviadas do hidróxido de cálcio e dois sistemas adesivos em fibroblastos de polpa dental humana. Meios de cultura celular condicionados por Hidróxido de cálcio (CH), Single Bond (SB), o primer Clearfill Protect Bond (CP) ou o adesivo Clearfill Protect Bond (CB) foram aplicados a fibroblastos de polpa humana. Meio de cultura celular fresco foi utilizado no grupo controle. O número de células viáveis foi obtido através da do ensaio MTT. Os dados foram comparados pelo teste ANOVA e Tukey ($p \leq 0,05$). O número médio de células viáveis foi de $3,9 \times 10^3 (\pm 0,75)$ para o grupo controle, que foi semelhante ao encontrado no grupo CH ($4,31 \times 10^3 \pm 0,87$). As diferenças estatísticas foram encontradas entre os grupos ($p < 0,001$), com a viabilidade celular diminuindo significativamente com SB ($0,09 \times 10^3 \pm 0,06$) e PC ($0,28 \times 10^3 \pm 0,08$) quando comparados aos grupos CH e controle. CB ($2,37 \times 10^3 \pm 0,72$) foi significativamente menos citotóxico do que CP e SB, mas mais citotóxico que o CH. Concluiu que Single Bond e o primer Clearfill Protect Bond liberam substâncias que diminuem a viabilidade celular das células da polpa dental humana em cultura. De acordo com este estudo, o uso de sistemas adesivos para capeamento pulpar direto não é recomendado, pois são citotóxicos.

Chen et al. (2017) realizaram uma revisão bibliográfica buscando concluir sobre a citotoxicidade e biocompatibilidade de materiais capeadores a base de hidróxido de cálcio e cimento de silicato modificados por resina. São materiais que tem como vantagens a inserção precisa na cavidade, presa controlada (são fotopolimerizáveis) e resistência superior, entretanto como são indicados para estarem em contato direto com a polpa a citotoxicidade e a biocompatibilidade são de particular importância para evitar a irritação sobre a polpa e manter a sua

vitalidade. Concluíram que os sistemas adesivos, os cimentos de óxido de zinco eugenol e ionômeros de vidro/ionômeros modificados por resina apresentam efeitos citotóxicos sobre as células pulpares e quando usados como capeadores diretos exibem inflamação crônica do tecido pulpar, cicatrização pobre e não formam ponte de dentina. Assim devem ser evitados para este propósito. Já os produtos à base de hidróxido de cálcio incluem a pasta que não toma presa, o sistema de duas pastas de presa química e os sistemas fotopolimerizáveis, todos apresentam propriedades antibacterianas e a capacidade de estimular a formação da ponte de dentina, tendo o mais longo sucesso clínico e é considerado o material padrão ouro para o capeamento pulpar. Os sistemas de duas pastas e fotopolimerizáveis possuem componentes tóxicos que o hidróxido de cálcio puro não contém, resultando assim em maior toxicidade, que o material puro. Os cimentos de silicato de cálcio ou MTA demonstram ter menos toxicidade e condições clínicas melhores ou comparáveis ao hidróxido de cálcio no capeamento direto. Já os cimentos modificados por resina, que são fotopolimerizáveis, exibiram efeitos citotóxicos mais altos que os cimentos de hidróxido de cálcio ou silicato de cálcio puros, o que se atribui à não remoção da camada inibida pelo oxigênio, o que pode não ser clinicamente relevante desde a interface dentária que esses materiais entram em contato com o oxigênio livre. Os produtos modificados apresentam as vantagens de inserção precisa, controle de polimerização, maior resistência, menor solubilidade e liberação reduzida de metais pesados e também com matriz polimérica hidrofílica permitiram a alta liberação de íons cálcio e hidróxido, sendo, portanto materiais promissores como capeadores diretos da polpa.

Agnes et al. (2017) avaliaram a alteração da toxicidade e stress oxidativo induzido por resina composta em cultura de polpa dentária com o uso de materiais capeadores. O capeamento direto da polpa envolve a cobertura da polpa exposta para preservar sua viabilidade. Os materiais a base de hidróxido de cálcio têm sido tradicionalmente utilizados como capeadores pulpare; no entanto, eles podem ser tóxicos e sua taxa de sucesso no capeamento pulpar é variável. Recentemente, o agregado composto trióxido mineral (MTA) ganhou amplo uso para capeamento pulpar uma vantagem do MTA é sua baixa toxicidade. No entanto, os efeitos dos compostos MTA e hidróxido de cálcio sobre as toxicidades de outros materiais dentários não foram testados. O objetivo deste estudo foi determinar se diferentes materiais de capeamento pulpar podem alterar a toxicidade de materiais restauradores. A metodologia foi cultura de células de polpa dental humanas para testar as toxicidades do material de capeamento pulpar à base de hidróxido de cálcio - Dycal e MTA. Em seguida, foi testada a habilidade desses compostos em alterar a toxicidade dos compósitos Durafill e Flow Line e na indução de estresse oxidativo. Como esperado, Dycal demonstrou toxicidade, enquanto o MTA não. No entanto, quando as células foram expostas a quantidades sub-tóxicas de Dycal ou MTA, depois expostas a Durafill ou Flow Line, alterações nos compósitos induziram toxicidade. O tratamento com Dycal não teve efeito sobre a toxicidade do Durafill, mas atenuou significativamente a toxicidade do Flow Line; enquanto o MTA aumentou significativamente a toxicidade do Durafill, mas não teve efeito na toxicidade do Flow Line. Mudanças precoces no estresse oxidativo foram correlacionadas com alterações posteriores na morte celular. Os resultados sugerem que, ao escolher um material de

capeamento pulpar, um fator que deve ser considerado é o impacto desse composto na toxicidade do compósito usado para restauração.

3.4 Estudos histológicos

Masioli et al. (2007) avaliaram a resposta histológica do tecido pulpar de terceiros molares hígidos, após exposição pulpar provocada, mantendo a polpa em contato direto com sistema adesivo Prime & Bond 2.1 . Para o estudo experimental, selecionaram nove terceiros molares superiores hígidos, de pacientes entre 18 a 30 anos, com indicação de exodontia por mau posicionamento, contatos prematuros e ausência de antagonista. Foram divididos em dois grupos: um em que o sistema adesivo foi aplicado diretamente sobre o tecido pulpar exposto, após condicionamento ácido e a cavidade foi restaurada com resina composta; no outro grupo foi realizado capeamento direto com hidróxido de cálcio PA (pó), coberto com cimento de hidróxido de cálcio e cimento de ionômero de vidro. Os resultados obtidos demonstraram que os dois produtos avaliados são biocompatíveis, mas somente o hidróxido de cálcio P.A foi capaz de promover barreira de tecido mineralizado reparando por completo o tecido pulpar.

Araújo et al. (2011) realizaram um estudo que avaliou , por meio de análise histológica, a biocompatibilidade dos adesivos. Utilizaram três sistemas adesivos, e realizaram implantes no tecido conjuntivo subcutâneo de ratos, analisando a resposta inflamatória de cada um deles, com a finalidade de auxiliar o cirurgião-dentista na escolha do melhor material a ser utilizado. Foram selecionados 36 ratos machos e divididos em 4 grupos: G1 Clearfil SE Bond, G2 Adper Prompt L-

Pop, G3 Single Bond e G4 água. Após 7, 15 e 30 dias foram feitas as biópsias excisionais para a análise dos tecidos, que mostraram que nos 3 grupos experimentais em 7 dias teve intenso infiltrado inflamatório mono e polimorfonuclear com muitos vasos sanguíneos e alterações circulatórias como vasodilatação e edema, já no grupo que recebeu só água teve respostas discretas, em 14 dias diminuiu a intensidade do processo inflamatório onde o Prompt L-Pop teve a menor intensidade inflamatória, em 30 dias o Single Bond mostrou moderado infiltrado inflamatório, o Clearfil SE Bond mostrou discreta a moderada inflamação crônica e algumas células gigantes, e o Adper Prompt L-Pop apresentou-se semelhante ao grupo controle. Entre os três adesivos do experimento o Adper Prompt L-POP foi o de melhor biocompatibilidade.

Nowicka et al (2016) realizaram uma avaliação clínica e histológica das respostas do tecido pulpar humano após capeamento direto usando um novo sistema adesivo de dentina. Foram avaliados 28 dentes terceiros molares livres de cárie, agendados para extração. As polpas de 22 dentes foram mecanicamente expostas e divididos aleatoriamente em 2 grupos: Single Bond Universal ou hidróxido de cálcio. Outro grupo de 6 dentes atuou como o grupo controle negativo. A resposta periapical foi testada e um exame clínico foi realizado. Os dentes foram extraídos após 6 semanas e uma análise histológica foi realizada. O status da polpa foi avaliado e a espessura da ponte de dentina foi mensurada e categorizada por um sistema de pontuação histológica. Como resultado observaram que a fase clínica foi assintomática para os pacientes do grupo do adesivo. Já os pacientes do grupo do hidróxido de cálcio relataram sintomas leves de dor, porém o exame histológico revelou que as pontes de dentina com ou sem

pulpite limitada tinham iniciado sua formação em cada dente. O sistema adesivo universal apresentou aumento histológico dos sinais de pulpite, sem significância ($P > 0.05$) e uma espessura de mineralização da camada de tecido significativamente mais fino ($P < 0,001$) comparado ao grupo do hidróxido de cálcio. Os resultados sugeriram que o adesivo é inapropriado para capeamento pulpar humano, entretanto, estudos a longo prazo futuros são necessários para determinar a biocompatibilidade deste agente.

Akhavan et al. (2017) realizaram um estudo em cães analisando a resposta pulpar após capeamento direto com adesivos dentinários e agregado de trióxido mineral. Este estudo prospectivo foi realizado em um total de 72 dentes de seis cães maduros e saudáveis (12 dentes em cada cão). Os dentes de cada cão foram divididos em 6 grupos ($n = 2$) (4 grupos para DRA, 1 grupo para MTA e 1 grupo para CH). Os cães foram anestesiados, a cavidade oral foi desinfetada por lavagem com clorexidina a 0,2% e cavidades de classe V com 2,5 mm de largura, 3 mm de comprimento e 1,5 a 2 mm de profundidade foram feitas nas superfícies bucais por brocas de metal duro (Teeskavan, Tehran, Irã) paralelas ao CEJ. Cada cavidade foi preparada com uma nova broca para evitar trauma de calor na polpa. Na etapa seguinte, a exposição da polpa foi executada perfurando o centro das cavidades da classe V e utilizando brocas redondas com diâmetro aproximado de 0,5 mm. O tamanho do ponto de exposição foi de cerca de 0,8 a 1 mm e o sangramento foi controlado por uma leve pressão de bolinhas de algodão. Em oito dentes de cada cão, o capeamento direto foi realizado com: Clearfil S3 Bond (CS3) (Kuraray, Osaka, Japão) ($n = 2$ em cada cão e $n = 12$ no total) Optibond FL (OBF) (Kerr, Orange, CA, EUA) ($n = 2$ em cada cão e $n = 12$ no total), Single Bond

(SB) (3M ESPE, MN, EUA) (n = 2 em cada cão e n = 12 no total), Clearfil SE Bond (CSE) (Kuraray, Tóquio, Japão) (n = 2 em cada cão e n = 12 no total). Em seguida, os dentes foram restaurados com resinas compostas nano-preenchidas (Filtek Supreme XT, 3M ESPE, MN, EUA), de forma incremental. Nos últimos quatro dentes de cada cão o capeamento direto foi realizado com MTA branco (Pro-Root MTA Dentsply, Tulsa, EUA) e hidróxido de cálcio (Dycal, Dentsply, Alemanha). Eles foram cobertos com ionômero de vidro fotopolimerizável (Grandio, Voco, Alemanha) e depois restaurados com resina composta nano-preenchida, de forma incremental. Foram observados os seguintes critérios: intensidade e tipo de inflamação, presença ou ausência de necrose e formação ou falta de tecido duro. Os resultados representaram que o MTA causou a menor inflamação, as maiores quantidades de tecido duro e formações da camada odontoblástica após 63 dias. Com base nos resultados do teste exato de Fisher, nenhum caso de necrose foi encontrado entre os materiais capeadores. Na comparação intra-grupo, o teste de Friedman não revelou diferenças significativas na intensidade e gravidade da inflamação durante todos os intervalos de tempo. Com base nos resultados, o MTA proporcionou o mais alto grau de formação de tecido duro após 63 dias, enquanto os adesivos ainda apresentavam inflamação dos tecidos periapicais, o que confirma ser o melhor material para o capeamento direto. Porém, estudos adicionais devem ser realizados em outros materiais dentários com maior número de amostras, mais intervalos e, de preferência, em dentes humanos.

Kamal et al. (2018) realizaram um estudo comparando três materiais em termos de promover a cicatrização do tecido pulpar após exposição mecânica:

Biodentine™ (BD), TheraCal® LC e TotalFill®. O efeito dos materiais foi comparado após uma semana, um mês e três meses. O experimento exigiu 3 grupos (grupo de 1 semana, grupo de 1 mês e 3 meses). Utilizaram 72 pré-molares humanos, que seriam extraídos por razões ortodônticas. Uma cavidade foi realizada na superfície bucal de cada dente e o tecido pulpar foi penetrado a uma profundidade de aprox. 1,0 mm. Após a exposição, foi obtida hemostasia e os agentes de capeamento de polpa Biodentine, TheraCal LC e TotalFill foram aplicados. Uma restauração final com GC Fuji IX GP Fast (GC Corporation, Tóquio, Japão) foi aplicada sobre cada material para garantir selamento coronário adequado. As amostras de tecido foram coletadas em 1 semana, 1 mês e 3 meses. As amostras foram desmineralizadas, seccionadas, coradas e classificadas histologicamente. Houve uma diferença estatisticamente significativa entre o TheraCal LC e os outros materiais em termos de inflamação pulpar durante os três períodos de capeamento, enquanto o BD e o TotalFill mostraram resultados comparáveis, sem diferença estatisticamente significativa entre seus resultados nos 3 períodos máximos. Concluíram que o TotalFill, um material de capeamento pulpar desenvolvido recentemente, oferece resultados comparáveis ao Biodentine somados a suas propriedades de manuseio vantajosas. Embora o TheraCal LC contenha ingredientes resinosos, devido a sua cura, parece ser um material de sucesso para o capeamento direto e oferece propriedades superiores de manuseio.

3.5 Estudos clínicos prospectivos

Marques, Wesselink, Sbemesh (2015) realizaram um estudo prospectivo para avaliar o resultado do capeamento direto da polpa com agregado de trióxido mineral (MTA) após a escavação completa da cárie em dentição permanente com um protocolo de tratamento de 2 visitas. Sessenta e quatro dentes com lesões de cárie profunda foram selecionados consecutivamente. Os critérios de inclusão foram dentes permanentes com cárie, teste positivo de frio, ausência de dor espontânea e persistente, ausência de dor por percussão e ausência de fistula ou edema. Foi feito um diagnóstico inicial de cárie profunda, sem comprometimento irreversível da polpa. A escavação da cárie foi realizada sob um dique de borracha e ampliação do microscópio operatório. O MTA branco foi aplicado e uma restauração provisória foi realizada. Na sessão seguinte, o teste de sensibilidade positiva e a presa do MTA foram confirmados. Restaurações compostas foram colocadas posteriormente. A paciente foi convocada pelo menos 1 ano após o tratamento para controle clínico e radiográfico. Na primeira consulta o sangramento pulpar durante a escavação de cárie ocorreu em 29 dos 64 dentes; 92,2% dos pacientes (59 dentes) retornaram para a segunda consulta. Em 3 dos 5 dentes perdidos para recordar, nenhum sangramento foi detectado durante a primeira consulta e nos 2 casos restantes, observou-se sangramento. Esses 5 dentes perdidos para recordar não foram incluídos nos dados pós-tratamento; 77,9% dos pacientes (46 dentes) foram recuperados após um período médio de acompanhamento de 3,6 anos (DP = 1,1). A taxa geral de sucesso foi de 91,3% (n = 42), a taxa de falha imediata (entre a primeira e a segunda consulta) foi de 3,1%

(n = 2) e a taxa de falha tardia (consulta de acompanhamento > 3 anos) foi de 3,1% (n = 2). Em ambos os dentes com falha imediata, o sangramento foi detectado e, nos dois dentes com falha tardia, o sangramento não foi detectado. Havia cárie recorrente em 1 caso de falha tardia. Os parâmetros sangramento pulpar, localização da cárie e cárie inicial versus secundária não influenciaram o desfecho, aceitando essas hipóteses nulas. O capeamento direto da polpa com MTA após exposição durante a remoção profunda da cárie pode manter a vitalidade da polpa em dentes permanentes quando um protocolo de tratamento de 2 visitas é observado.

Hashen et al. (2015) avaliaram a eficácia do cimento de silicato de cálcio (Biodentine) versus cimento de ionômero de vidro (GIC; grupo controle) como capeadores indiretos da polpa em pacientes com pulpite reversível e compararam a efetividade da tomografia computadorizada cone-beam (TCFC) versus radiografia periapical (PA) na detecção de alterações no periodonto apical no início (T0) e aos 12 meses (T12) do pós-operatório. Setenta e duas restaurações (36 Biodentine, 36 Fuji IX) foram colocadas aleatoriamente em 53 pacientes. As radiografias de CBCT / PA foram realizadas em T0 e T12. Dois examinadores calibrados avaliaram a presença / ausência e aumento / diminuição do tamanho das radiolucências no periodonto apical existentes, sob condições padronizadas. O coeficiente Kappa avaliou estatisticamente a efetividade das radiografias CBCT versus PA na detecção de alterações no periodonto apical. Os testes Qui-quadrado / Mann-Whitney foram utilizados para avaliar a associação entre as alterações do periodonto apical na TCFC com várias medidas. A significância foi predeterminada em $\alpha = 0,05$. As taxas de sucesso clínico para Biodentine e Fuji IX

GIC foram de 83,3%. CBCT foi significativamente mais eficaz na detecção de radiolucências periapicais em comparação com as radiografias ($P = 0,0069$). Dos dentes, 65,4% e 90,4% foram considerados saudáveis usando radiografias CBCT e PA, respectivamente, em T12. As taxas de cura / cura foram de 17,3% / 0%, enquanto as novas / progrediram radiolucência foram de 30,8% / 9,6% com radiografias CBCT / PA, respectivamente. Setenta e um por cento das lesões curadas receberam Biodentine; 88% das lesões novas / progredidas receberam Fuji IX GIC. Os dentes que apresentavam lesão inicial de CBCT e AP tiveram uma taxa de falha de 63%, enquanto dentes sem lesão inicial apresentaram taxa de falha de 16%. Embora não tenha sido detectada diferença estatisticamente significativa na eficácia clínica de Biodentine / Fuji IX, quando usado como material indireto de capeamento pulpar em pacientes com pulpite reversível, a TCFC mostrou uma diferença significativa em que a maioria das lesões curadas da TCCB recebeu Biodentine, enquanto a maioria que não cicatrizou recebeu o Fuji IX. O acompanhamento a longo prazo é necessário para estabelecer seu efeito na dinâmica de cicatrização dos tecidos da região apical.

3.6 Estudos *in vitro*

Koruyucu et al. (2015) avaliaram a atividade antimicrobiana de três diferentes materiais de capeamento pulpar: Biodentine, agregado de trióxido mineral (MTA) Angelus e Dycal contra *Enterococcus faecalis* e sua durabilidade com o tempo. O método utilizado foi de contato direto, três conjuntos de cimentos foram misturados e colocados em poços de placas de microtitulação. Um conjunto

foi usado dentro de 20 minutos do tempo recomendado, enquanto outros foram usados após 24 horas e 1 semana. A suspensão de *E. faecalis* foi colocada diretamente nos materiais por 1 h e depois transferida para outra placa com meio fresco. Nove poços de bactérias sem os cimentos foram o controle positivo e um poço dos cimentos testados sem bactérias foi o controle negativo. O crescimento bacteriano foi avaliado por um espectrofotômetro de microplacas com temperatura controlada para intervalos de 1 h entre 24 h. Os dados foram analisados pelo teste de Kruskal - Wallis. Todos os materiais testados apresentaram menor densidade bacteriana que o grupo controle. MTA, Biodentine, e Dycal mostraram densidade significativamente maior que o grupo controle em amostras recém-misturadas. ($P < 0.05$). E o MTA mostrou atividade antibacteriana significativamente maior que o Dycal ($P < 0.05$). Em 24 h, os materiais testados não apresentaram qualquer diferença ($P > 0.05$). As amostras de MTA e Biodentine que mostraram diferenças significantes comparadas ao Dycal. MTA também apresentou a maior atividade antibacteriana que o controle nas amostras após uma semana ($P < 0.05$). Os autores concluíram que enquanto o MTA recém-misturado mostrou a melhor atividade antibacteriana ao longo do tempo Biodentine mostrou atividade antibacteriana similar ao MTA.

Petrovic et al. (2019) realizaram um trabalho em que mediram as mudanças de temperatura na câmara pulpar induzidas pela polimerização de restaurações dentárias à base de resina, seguindo um procedimento simulado de capeamento direto da polpa. Na pesquisa foram utilizados 65 molares humanos intactos, as raízes foram embebidas em gesso, 2 mm abaixo da junção esmalte-cimento, as cúspides foram cortadas criando uma superfície plana, foram preparadas classe I

com as medidas 4x4x4 mm, as raízes foram cortadas 2 mm abaixo da junção esmalte-cimento com a dentina inter-radicular removida para expor a câmara pulpar, uma microperfuração foi preparada no corno pulpar. Um termopar tipo K foi colocado na câmara pulpar em contato com a microperfuração e a dentina circundante, a câmara pulpar foi selada com material de impressão de silicone do tipo A, e então as amostras foram colocadas em banho-maria a 37 ° C. As amostras preparadas foram alocadas em oito grupos: grupo 1: MTA + Vitrebond LC + SBU + Filtek Bulk; grupo 2: Biodentine + Vitrebond nãoLC + SBU + Filtek Bulk; grupo 3: Calxyd + Vitrebond nãoLC + SBU + Filtek Bulk; grupo 4: MTA + Vitrebond LC + SBU + Filtek Bulk; grupo 5: Biodentine + Vitrebond LC + SBU + Filtek Bulk, grupo 6: Calxyd + Vitrebond LC + SBU + Filtek Bulk; e os grupos 7 e 8 foram grupos controle. Concluiu-se que materiais à base de MTA ou hidróxido de Cálcio seguido de um revestimento de ionômero de vidro modificado por resina fotopolimerizada e uma restauração de compósito Bulk fill resultaram em mudanças de temperatura no local da microperfuração abaixo do limiar potencialmente adverso (42,5°C), já o Biodentine apresentou maiores aumentos de temperatura.

3.7 Questionários sobre condutas clínicas

Takanashi et al (2010) realizaram uma pesquisa em forma de questionário relacionado à conduta clínica frente a alguns materiais e tiveram como objetivo descobrir qual o material mais usado em cada uma das situações propostas. A perda de estrutura dentária e a restauração do dente fazem com que o complexo

dentino-pulpar sofra agressão, e para amenizar são usados materiais protetores, porém, ainda não existe material que seja tão eficiente quanto o próprio dente, mas tem que preencher muitos requisitos para ser considerado bom. De acordo com os autores alguns fatores influenciam na escolha do material, como: a capacidade reativa do organismo do indivíduo (idade, presença de doenças locais e sistêmicas), profundidade da cavidade, além de fatores biológicos (cárie e microinfiltração), químicos (ácidos e toxicidade de alguns materiais) e físicos (temperatura, carga mastigatória e trauma). Com essa pesquisa pode-se ter um parâmetro quanto à indicação de materiais protetores do complexo dentino-pulpar.

Casarin et al. (2016) realizaram um estudo em que o objetivo foi conhecer o material de proteção usado por discentes de odontologia. Os materiais mais usados são cimentos de ionômero de vidro, cimentos de hidróxido de cálcio e o MTA, a incorreta escolha do material pode levar a necrose pulpar. A metodologia utilizada foi recolher dados de 180 acadêmicos cursando o último ano e alunos da pós-graduação na área de dentística estética, a coleta de dados foi feita por meio de um questionário. Os resultados mostraram que em cavidades rasas 88,8% dos profissionais tem preferência pelo uso da técnica adesiva convencionais, em cavidades médias 60,8% preferem usar técnica adesiva convencional e 22,4% cimento de ionômero de vidro, em cavidades profundas 50,4% preferência hidróxido de cálcio, 29,6% cimento de ionômero de vidro e 13,6% os dois juntos, já em caso de exposição pulpar 59,20% preferem fazer capeamento pulpar direto com pó de hidróxido de cálcio e apenas 3,2% realizam a proteção com MTA. Concluíram que em cavidades profundas e exposições pulpares o material mais

utilizado é o Hidróxido de cálcio, e em cavidades médias e rasas técnica adesiva convencional.

Crespo-Gallardo et al. (2018) Investigaram os conhecimentos e atitudes dos dentistas em relação à abordagem conservadora no manejo de lesões de cárie profunda em dentes com pulpite reversível. O método utilizado foi por meio de um questionário aplicado a 125 dentistas sendo 34 homens e 91 mulheres, com alguns casos clínicos onde eles teriam que responder o que fariam nas situações propostas, os resultados sugerem que há uma indicação excessiva de tratamento endodôntico. Os resultados foram bastante variados, concluindo que não existe um método uniforme de tratamento, mas a remoção total da cárie é o tratamento mais escolhido em dentes com lesões profundas com pulpite reversível. Os novos conceitos sobre abordagem mais conservadora ainda não foram incorporados por alguns dentistas na prática clínica diária.

4 DISCUSSÃO

O tratamento conservador da polpa, hoje chamado terapia vital da polpa busca preservar a vitalidade pulpar, isolando a dentina exposta e a polpa subjacente de estímulos externos como microrganismos e componentes tóxicos dos materiais restauradores, além de formar uma barreira mineralizada e recuperar o tecido pulpar, garantindo a manutenção de sua função de defesa e proteção proprioceptiva e assim preservando o elemento dentário na cavidade bucal. São considerados tratamentos conservadores o capeamento indireto e direto da polpa (CARVALHO et al, 2012; DAMMASCHKE, GALLER, KRASTL , 2019).

O capeamento direto da polpa é um protocolo de tratamento para lesões reversíveis da polpa que visa manter a função e a vitalidade da polpa. A polpa pode ser ferida por procedimentos de cárie ou de restauração. A dentina vital e funcional é necessária abaixo do local lesionado para o sucesso a longo prazo do capeamento (AZHAVAN et al. 2017).

O estado da polpa no momento do procedimento, a extensão da lesão, o grau de infecção dentinária e a idade do paciente tem influência no resultado do procedimento. Casos de exposição por fratura, em que não existe presença de contaminação, tem um melhor prognóstico, bem como pacientes jovens, que possuem uma capacidade maior de reparação da polpa, por ser nesse momento, um tecido mais celular, que sofre fibrose ao longo do tempo. Assim, no momento do tratamento este elemento não deve apresentar sintomas pronunciados de

pulpite, deve responder ao teste de vitalidade e não apresentar dor a percussão ou palpação, ou seja, condições condizentes com um quadro de pulpite reversível (DAMMASCHKE, GALLER, KRASTL , 2019).

Os materiais capeadores podem influenciar a taxa de sucesso do capeamento. Um agente de capeamento ideal deve ter a capacidade de inibir a inflamação, ter adesão à dentina, prevenir microinfiltração, estimular remineralização e formação de dentina terciária e ponte dentinária e ser biocompatível com o tecido pulpar, preservando sua vitalidade e isolando-o dos estímulos externos (CARVALHO et al. 2012; ROSA et al. 2017; AKHAVAN et al 2017; ALEX, 2018;DAMMASCHKE, GALLER, KRASTL , 2019).

O hidróxido de cálcio é o material mais utilizado como capeador, tendo um melhor resultado quando utilizado na forma pura (PA) associado a um veículo, que é quando se observa uma maior liberação de íons cálcio e hidroxila, devendo, entretanto ser recoberto por um material de presa dura. Quando utilizado na forma de cimento de presa química ou fotopolimerizável tem uma liberação bem menor destes íons além de ter liberação de produtos tóxicos a polpa. Apresenta como desvantagens não ter adesão à dentina, afeta a polimerização de materiais restauradores resinosos, tem alta solubilidade e baixa resistência mecânica. Apesar de estimular a formação de dentina reparadora causa necrose quando em contato com o tecido pulpar devido a sua alta alcalinidade, o que pode levar as respostas inflamatórias pulpares. (CARVALHO et al. 2012, AKHAVAN et al. 2017, ROSA et al, 2017; DAMMASCHKE, GALLER, KRASTL , 2019).

Atualmente os cimentos a base de silicato de cálcio ou MTA (agregado de trióxido minerais, também chamados cimentos hidráulicos de silicato tem sido

apontados como materiais de primeira escolha como capeadores. Apresenta como vantagens tomar presa na presença de umidade, ser resistentes a ela e liberam hidróxido de cálcio, sendo superiores a este primeiro por promoverem essa liberação por longo período, tendo ação antimicrobiana e não serem solúveis. E como o hidróxido de cálcio são biocompatíveis e induzem a mineralização. Como desvantagem promovem descoloração do dente, sobretudo quando existe óxido de bismuto na sua composição (ROSA et al, 2017; ALEX, 2018; DAMMASCHKE, GALLER, KRASTL , 2019).

O cimento de ionômero de vidro, apesar de promover um bom selamento não é indicado como capeador por liberar produtos tóxicos a polpa quando da sua presa, sendo, portanto biocompatível. Assim como os sistemas adesivos, não são indicados para o uso direto em cavidades profundas (CARVALHO et al. 2012; ROSA et al, 2017; ALEX, 2018; DAMMASCHKE, GALLER, KRASTL , 2019). Entretanto Kobayashi et al. (2016) tem opinião diversa, afirmando que o sistema adesivo teria a vantagem de criar uma barreira imediata em exposições pulpares, de melhor qualidade que os materiais bioativos, pelo fato destes últimos levarem um tempo para estimular a formação da barreira de tecido duro, que muitas vezes tem problemas de calcificação. Os adesivos, segundo os autores promoveriam uma proteção imediata à polpa, evitando sua contaminação. Completam dizendo que deveriam ter um antibacteriano incorporado na fórmula e então seriam superiores aos materiais bioativos.

Os trabalhos de citotoxicidade, como o realizado em fibroblastos de polpa humana por Cavalcanti et al (2010) confirmam a toxicidade dos adesivos dentinários sejam autocondicionantes ou convencionais, por liberarem substâncias

que diminuem a viabilidade destas células. De acordo com Modena et al. (2009) a toxicidade do adesivo se deve a liberação de monômero, que é liberado quando a polimerização não é adequada, que produz diferentes graus de inflamação pulpar, além de não haver formação de ponte dentinária. Os cimentos de ionômero de vidro modificados por conter monômeros em sua composição também são mais citotóxicos. Cimentos de hidróxido de cálcio pasta-pasta (Dycal), cimentos de hidróxido de cálcio fotopolimerizáveis (Prisma VLC Dycal, UltraBlend Plus, Calcimol LC) e cimento de silicato de cálcio fotopolimerizável (TheraCal LC) tem adição de componentes que facilitam sua manipulação e inserção, aumentarem sua resistência e diminuam sua solubilidade, liberam produtos tóxicos para o tecido pulpar (CHEN et al.2017). Ao comparar a toxicidade do cimento de hidróxido de cálcio (Dycal) e MTA em cultura de células da polpa Agnes et al (2017) observou uma maior toxicidade Dycal. Ao analisar estes materiais quando associado a materiais restauradores observou que o Dycal não influenciou na toxicidade do Durafill, mas diminuiu a toxicidade do Flow Line, enquanto o MTA não teve efeito sobre o Flow Line e aumentou a toxicidade do Durafill.

Nos estudos histológicos os sistemas adesivos sempre apresentam uma resposta inflamatória na polpa, que num primeiro momento tem características agudas e se mantem por um período prolongado com características crônicas, além de apresentar necrose tecidual e quando há formação de tecido duro, este se apresenta em uma pequena espessura, além de não ser possível observar a formação de uma nova camada odontoblástica, Enquanto que o hidróxido de cálcio e os cimentos de silicato de cálcio, que são usados como comparativos apresentam menor inflamação, formação de camada odontoblástica e de barreira

de tecido duro de maior espessura. Nos estudos comparativos entre vários cimentos de silicato de cálcio, observou-se uma melhor resposta histológica nos cimentos puros como o Biodentine e o TotalFill em comparação com o TheraCal, que é fotopolimerizável, que mantém um infiltrado crônico que atribui-se a maior dificuldade deste cimento receber hidratação (MASIOLI et al.2007, ARAUJO et al. 2011, NOVICKA et al. 2016, AKHAVAN et al 2017, KAMAL et al. 2018).

Nos estudos prospectivos clínicos observou-se bons resultados com os cimentos de silicato de cálcio tanto no capeamento direto quanto indireto em períodos de preservação que variaram de 1 a 3,5 ano. Observou-se também que a tomografia permite uma avaliação mais acurada dos resultados comparada a radiografia periapical.

Já nos estudos *in vitro* observou-se uma atividade antimicrobiana superior do MTA e Biodentine comparado ao Dycal contra *Enterococcus faecalis*, o Clearfill foi o único adesivo com atividade antimicrobiana (KORUYUCU et al. 2015). Em outro estudo *in vitro* também foi possível observar que tanto o hidróxido de cálcio quanto o MTA foram melhores isolantes térmicos que os sistemas adesivos (PETROVIC et al.2019)

Os questionários que buscaram avaliar as condutas clínicas adotadas por alguns profissionais apontam o hidróxido de cálcio como material de primeira escolha em capeamentos diretos e indireto (59,2%) contra apenas 3,2% que escolhem o MTA, 13,6% escolhem o CIV e 24,8% adesivo dentinário associado ao CIV (TAKANASHI et al, 2010, CASARIN et al. 2016). Mesmo em questionários aplicados em especialistas observa-se uma indicação frequente para o tratamento radical- pulpectomia de dentes portadores de pulpíte reversível, que também

optam pela remoção total da cárie em 80% dos entrevistados enquanto apenas 8% fazem a remoção parcial da cárie. Estes dados demonstram que os novos conhecimentos costumam a ser incorporados na rotina clínica (CRESPO-GALLARDO et al. 2018)

Pesquisando as tendências do mercado para os materiais capeadores, Rosa et al. (2017) observam que houve um aumento de pedidos de patentes para materiais adesivos até 2008, porém, atualmente as pesquisas estão voltadas para o desenvolvimento de materiais bioativos, baseados no cimento de silicato de cálcio.

O laser tem sido apontado como coadjuvante no sucesso dos capeamentos, entretanto Da Silva et al. (2017) não encontrou evidências que suportassem essa associação ao realizar uma revisão sistemática do assunto.

Os insucessos desta terapia ocorrem, sobretudo pela presença de contaminação na interface dente-material restaurador. Deve-se realizar um acompanhamento clínico, realizando teste de vitalidade e exame radiográfico em intervalos de 3, 6 e 12 meses para atestar o sucesso clínico do procedimento. Como resultado do procedimento pode haver calcificações pulpare, que atingem 40% em até 10 anos. Os casos de exposição por traumatismo dentário têm uma taxa de sucesso que varia de 54 a 90% e o material influencia neste sucesso tendo o hidróxido de cálcio uma taxa de 60% enquanto os cimentos a base de MTA chegam a alcançar 80%.

5 CONCLUSÕES

1. Os sistemas adesivos são citotóxicos para o tecido pulpar, e, portanto, não são biocompatíveis, não devendo ser utilizados em cavidades profundas como material de proteção ao complexo dentino-pulpar;

2. Em cavidades medias e profundas é necessário à proteção do complexo dentino-pulpar;

3. Os materiais mais indicados para cavidades médias e profundas são o hidróxido de cálcio PA e o MTA, bioativos e biocompatíveis.

REFERÊNCIAS

Carvalho CN, Freire LG, Nakamura V, Gavini G. Possibilidades terapêuticas no tratamento de dentes jovens portadores de polpa viva: uma revisão da literatura. *Rev. Ciênc. Saúde* 2012; 14, 1: 40-52.

Dammaschke T, Galler K, Krastl G. Current recommendations for vital pulp treatment. *Rev. Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift International* 2019; 1, 1: 44-52.

Kobayashi T, Zhu Q, Eberhart R, Imai Y. Current status of direct pulp-capping materials for permanent teeth. *Dental Materials Journal* 2016; 35(1): 1–12.

Rosa WLO, Cocco AR, Silva, TM, Mesquita LC, Galarc AD, Silva AF, Masioli, EP, Dias KRHC, Vargas PRM, Current trends and future perspectives of dental pulp capping materials: A systematic review. *Journal of Biomedical Materials Research B: Applied Biomaterials* 2017 VOL 00B, ISSUE 00 3

Alex G. Direct and Indirect Pulp Capping: A Brief History, Material Innovations, and Clinical Case Report. *Compendium* 2018, Volume 39, Number 3.

Rosa R. Avaliação microscópica de polpas humanas expostas em contato direto com adesivo dentinário e hidróxido de cálcio P.A. UFES *Rev. Odontol* 2007; 9, 3: 4-11

Da Silva TM, Da Rosa WLO, Marques MR, et al. Does Laser Improve the Clinical Success in Direct Pulp Capping? A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Oral Health Dent Care* 2017; 1: 4.

Cavalcanti BN, B"arschneider LR, Marques MM. Cytotoxicity of substances leached from a conventional and a self-etching adhesive system on human pulp fibroblastos. *Braz Dent Sci* 2010; 13, 2: 10-14.

Modena K C da S, Casas-Apayco L C, Atta M T, Costa C A de S, Hebling J, Sipert C R, Navarro M F de L, Santos C F. Cytotoxicity and biocompatibility of direct and indirect pulp capping materials. *J Appl Oral Sci.* 2009; 17, 6: 54.

Chen L, SUH BI. Cytotoxicity and biocompatibility of resin-free and resin-modified direct pulp capping materials: A state-of-the-art review. *Dental Materials Journal* 2017; 36, 1: 1–7.

Agnes A, Long A, Best S, Lobner D, Pulp Capping Materials Alter the Toxicity and Oxidative Stress Induced by Composite Resins in Dental Pulp Culture. *Journal European Endodontic* 2017; 2: 2-6.

Masioli MA, Dias KRC, Vargas PRI, Rosa R. Avaliação microscópica de polpas humanas expostas em contato direto com adesivo dentinário e hidróxido de cálcio P.A. UFES *Rev. Odontol* 2007; 9, 3: 4-11.

Araújo FJ, Barbosa SJC, Moysés MR, Pereira AAC, Ribeiro JCR, Ribeiro JGR, Mendonça AT, Análise histológica da biocompatibilidade de adesivos dentinários. *Rev. da Universidade Vale do Rio Verde* 2011; 9, 2: 247-254.

Akhavan A, Arbabzadeh F, Bouzari M, Razavi SM, Davoudi A, Pulp Response following Direct Pulp Capping with Dentin Adhesives and Mineral Trioxide Aggregate; An Animal Study. *Journal Iranian Endodontic* 2017; 12, 2: 226-230.

Nowicka A, Aagocka R, Lipski M, Parafiniuk MB, Grocholewicz K, Sobolewska E, Witek A, Buczkowska-Radlińska J. Clinical and Histological Evaluation of Direct Pulp Capping on Human Pulp Tissue Using a Dentin Adhesive System. *BioMed Research International* Volume 2016, Article ID 2591273, 9 pages.

Kamal EM, Nabih SM, Obeid RF, Abdelhameed MA. The reparative capacity of different bioactive dental materials for direct pulp capping. *Rev Dental and Medical Problems* 2018; 55, 2: 147-152.

Marques MS, Wesselink PR, Sbemesh H. Outcome of Direct Pulp Capping with Mineral Trioxide Aggregate: A Prospective Study.. *Journal of endodontics* 2015; 1-7.

Hashem D, Mannocci F, Patel S, Manoharan A, Brown JE, Watson TF, Banerjee A. A clinical and radiographic assessment of the efficacy of calcium silicate indirect pulp capping: a randomized controlled clinical trial. *Journal of Dental Research* 2015; 94, 4: 562 –568.

Koruyucu M, Topcuoglu N, Tuna EB, Ozel S, Gencay K, Kulekci G, Seymen F. An assessment of antibacterial activity of three pulp capping materials on *Enterococcus faecalis* by a direct contact test: An in vitro study. *Journal Eur J Dent* 2015; 9, 2: 240-245.

Petrovic V, Stasic JN, Komlenic V, Savic-Stankovic T, Latkovic M, Miletic V. Temperature changes in the pulp chamber induced by polymerization of resin-based dental restoratives following simulated direct pulp capping. *Rev. Hemijska industrija* 2019; 1-10.

Takanashi PT, Silva PCPda, Komori, PCP, Rode SM. Avaliação da indicação de materiais para proteção do complexo dentinopulpar. *Rev Braz Dent Sci* 2010; 13, 4: 22-28.

Casarin D, Calza JV, Silva SBAd, Silva VAd, Uso da proteção do complexo dentino-pulpar por discentes de odontologia. *Rev. J Oral Invest* 2016; 5, 1: 40-49.

Crespo-Gallardo I, Martín-Ganzález J, Jiménez-Sánchez MC, Cabanillas-Balsera D, Sánchez-Dimínguez B, Segura-Egea JJ, Dentist's knowledge, attitudes and determining factors of the conservative approach in teeth with reversible pulpitis and deep caries lesions. *Journal section: Operative Dentistry and Endodontics* 2018; 10, 12: 1205-1215.

Autorizo a reprodução total ou parcial desta obra por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citadas às fontes.

Gustavo Oliveira dos Santos
Thaynara Felix de Oliveira

Taubaté, novembro de 2019.