



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

ANA CAROLINA CAMBUÍ PEREIRA

**TRATAMENTO ENDODÔNTICO EM DENTES COM  
RIZOGÊNESE INCOMPLETA: REVISÃO DE LITERATURA**

---

Londrina  
2015

ANA CAROLINA CAMBUÍ PEREIRA

**TRATAMENTO ENDODÔNTICO EM DENTES COM  
RIZOGÊNESE INCOMPLETA: REVISÃO DE LITERATURA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Odontologia Restauradora da Universidade Estadual de Londrina, como requisito à obtenção do título de cirurgiã-dentista.

Orientador: Prof. Victor Hugo Dechandt Brochado

Londrina  
2015

ANA CAROLINA CAMBUÍ PEREIRA

**TRATAMENTO ENDODÔNTICO EM DENTES COM RIZOGÊNESE  
INCOMPLETA: REVISÃO DE LITERATURA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Odontologia Restauradora da Universidade Estadual de Londrina, como requisito à obtenção do título de cirurgiã-dentista.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Orientador: Prof. Victor Hugo Dechandt  
Brochado  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

---

Prof. Bruno Shindi Hirata  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Londrina, 26 de novembro de 2015

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço, um primeiro lugar a Deus por me proporcionar o dom da vida e sempre guiar meus caminhos.

Aos meus pais, Marlene Cambuí e Isaías Pereira, pelo apoio incondicional nas minhas escolhas, amor e carinho.

Ao meu namorado, Hugo Gutierrez, pela ajuda em todos os momentos e por ser compreensivo, companheiro e amigo de todas as horas.

Agradeço ao professor Victor Hugo Brochado, por aceitar ser meu orientador, pela paciência e disposição em colaborar com o meu aprendizado.

Ao professor Bruno Shindi Hirata, pela amizade e por aceitar corrigir este trabalho, enriquecendo-o com seus conhecimentos.

À todos os professores do Curso de Odontologia da Universidade Estadual de Londrina que contribuíram para a minha formação, dividindo suas experiências e transmitindo seus conhecimentos. Meu muito obrigada.

Agradeço a todos os funcionários da Clínica Odontológica Universitária, pela atenção e disponibilidade em ajudar.

Agradeço as amigas sinceras que fiz durante estes cinco anos e também aquelas mais antigas que estiveram comigo nos momentos bons e nas dificuldades durante o curso. Certamente levarei por toda a vida. Meus sinceros agradecimentos.

PEREIRA, Ana Carolina Cambuí. **Tratamento endodôntico em dentes com rizogênese incompleta**. 2015. 29fls. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Odontologia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2015.

## RESUMO

O traumatismo e a cárie são as principais causas de lesão pulpar em dentes permanentes imaturos. A vida agitada vem acompanhada de uma dieta cariogênica e higienização deficiente, aspectos que favorecem a exposição a lesão cariosa. Além disso, na escola, a criança entra em contato com novas atividades e descobertas, sendo mais susceptíveis a traumatismos. Os dentes permanentes com rizogênese incompleta são aqueles que não atingiram o estágio 10 de Nolla. As características anatômicas destes dentes são críticas com paredes dentinárias finas, ápice aberto, canal divergente, ausência de constrição apical, raiz incompleta e relação coroa/raiz desfavorável, fatores que dificultam o tratamento dos canais radiculares e influenciam no sucesso do mesmo. A anamnese e exame intra oral criteriosos são essenciais para o diagnóstico correto da condição pulpar e determinam o tratamento a ser seguido. O objetivo deste trabalho é realizar uma revisão de literatura a respeito das formas de tratamento de dentes permanentes imaturos que sofreram alguma lesão pulpar. A apicificação consiste em formar uma barreira calcificada em dentes com necrose pulpar e ápice aberto. Para indução desta barreira, o hidróxido de cálcio é o material mais preconizado porém, recentemente o tampão de MTA apresentou-se como uma alternativa eficiente. A apicigênese consiste em proteger o restante da polpa vital permitindo o desenvolvimento fisiológico da raiz. Com o desenvolvimento de pesquisas, surgiram estudos que sugeriram a regeneração pulpar como um tratamento mais conservador. Entretanto, não existe um protocolo clínico que defina os procedimentos regenerativos e há poucos estudos que comprovam sua eficiência.

**Palavras-chave:** Cárie dentária. Dentição permanente. Tratamento do canal radicular

PEREIRA, Ana Carolina Cambuí. **Endodontic treatment in teeth with incomplete root formation**. 2015. 29fls. Completion of course work (undergraduate Dentistry) - State University of Londrina, Londrina, 2015.

### **ABSTRACT**

The trauma, and caries are the main causes of pulpal lesions in immature permanent teeth. The hectic life comes with a cariogenic diet and poor hygiene, aspects that increase the exposure to carious lesion. In addition, at school, the child comes into contact with new activities and findings being more susceptible to injuries. Permanent teeth with incomplete root formation are those who have not reached the Nolla's 10 stage. The anatomical characteristics of these teeth are critical with thin dentin walls, open apex, divergent channel, no apical constriction, incomplete root and crown ratio/ unfavorable root factors that hinder the treatment of root canals and influence the success of it. A careful anamnesis and intra oral examination are essential for the correct diagnosis of the pulp condition and determine the treatment to be followed. The objective of this study is to conduct a literature review about the forms of treatment of immature permanent teeth pulp suffered some injury. The apexification is to form a calcified barrier on teeth with pulp necrosis and open apex. For induction of this barrier, calcium hydroxide is the material recommended but recently the MTA buffer was presented as an effective alternative. The apicogenesis is to protect the remainder of the vital pulp allowing the physiological root development. With the development of research, there have been studies that suggested the pulp regeneration as a more conservative treatment. However, there is a clinical protocol that defines the regenerative procedures and there are few studies that prove its effectiveness.

**Key words:** Dental cavity. Permanent teeth. Root canal treatment

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

MTA Agregado trióxido mineral

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	8
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	10
2.1 BIOLOGIA PULPAR E DESENVOLVIMENTO DOS DENTES.....	10
2.2 CARACTERÍSTICA HISTOLÓGICA .....	11
2.3 DIAGNÓSTICO .....	12
2.4 TRATAMENTO .....	14
2.4.1 Apicificação .....	14
2.4.1.1 Hidróxido de cálcio .....	14
2.4.1.2 MTA.....	16
2.4.2 Apicigênese.....	18
2.4.3 Regeneração Pulpar .....	18
<b>3 DISCUSSÃO</b> .....	20
<b>4 CONCLUSÃO</b> .....	25
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	26

## 1 INTRODUÇÃO

A odontogênese inicia-se com a interação do epitélio oral e ectomesênquima originando a lâmina dentária. Posteriormente, os germes dentários passam por várias fases da formação do dente, são submetidos a morfo e histodiferenciação e desenvolvem diferentes estruturas e tipos dentários (KATCHBURIAN; ARANA, 2004).

A erupção dos dentes permanentes tem início na faixa dos 6 anos de idade. Nesta idade, as crianças começam a frequentar a escola, entram em contato com novas pessoas, hábitos e atividades sendo expostas a dieta cariogênica e a traumatismos dentários. Aliado a isto, ainda apresentam dificuldade motora para realizar uma boa higienização. Esses três fatores são as principais causas da injúria a polpa em dentes com rizogênese incompleta.

São considerados dentes com rizogênese incompleta aqueles que não apresentam histologicamente dentina apical revestida por cimento e radiograficamente quando o extremo apical da raiz não atinge o estágio 10 de Nolla. (TOLEDO, et. al., 2010).

Os dentes permanentes com rizogênese incompleta apresentam paredes dentinárias finas, ápice aberto, canal divergente, ausência de constrição apical, raiz incompleta e relação coroa/raiz desfavorável, fatores que dificultam o tratamento dos canais radiculares. (BODANEZI, et al., 2009). Dessa forma, há limitação do preparo químico-mecânico e diminuição da desinfecção e modelagem. O fracasso do tratamento endodôntico, nesses casos estão ligados a permanência de bactérias e patógenos dentro do canal e a ausência de uma barreira para o material obturador. Sabendo disso, faz-se necessário o uso de soluções irrigadoras e medicações intrapulpares (TOLEDO, et al., 2010).

O hidróxido de cálcio tem grande aceitação e é amplamente utilizado. Entretanto, sua ação demanda tempo, prolongando o tratamento. Assim, surgiram alternativas a este método como o tampão apical com MTA. (BRITO-JÚNIOR, et al., 2011; CASTRO, et al., 2011; NIEDERMAIER, 2013; SOUZA, et al., 2011;) e a revascularização pulpar. (ALBUQUERQUE, 2014). Como esses métodos ainda precisam ser mais estudados, o objetivo deste trabalho é realizar uma revisão de

literatura a respeito da conduta do tratamento endodôntico em dentes com rizogênese incompleta.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 BIOLOGIA PULPAR E DESENVOLVIMENTO DOS DENTES

A polpa é composta por tecido conjuntivo frouxo especializado, altamente vascularizada e permeável, de origem mesenquimática, composta por água, substância fundamental, vasos sanguíneos e linfáticos, nervos, fibroblastos, odontoblastos e células do sistema imune, subdividida em polpa coronária, rica em células e matriz extracelular e polpa radicular, composta por fibras e feixe vâsculo nervoso. Possui função nutritiva, formativa, nervosa e de defesa. Apresenta íntima relação com a dentina que a circunda e ocupa a câmara pulpar e o canal radicular. A relação de interdependência entre dentina e polpa faz com que esses tecidos sejam compreendidos como um complexo, o complexo dentina-polpa. (ESTRELA, 2004; TROWBRIDGE, 2003).

Dois tipos de células estão relacionadas com o desenvolvimento dos dentes: as células do epitélio oral e ectomessenquimais. Por meio da expressão de proteínas morfogenéticas BMP2 e BMP4, o epitélio oral prolifera-se ao redor das células ectomessenquimais, de origem do tubo neural. A intensa profiliação epitelial proporciona o crescimento desigual, apresentando-se com a forma de capuz. (ESTRELA, 2004; TROWBRIDGE, 2003)

Na fase de capuz, a porção epitelial forma o órgão do esmalte, responsável pelo desenvolvimento do esmalte. O acentuado crescimento de células ectomessenquimais leva a formação da papila dentária e, a partir desta, ocorre o desenvolvimento do complexo dentino-pulpar. O ectomessenquima que rodeia o órgão do esmalte e a papila dentária forma o folículo dentário, que dará origem ao periodonto de inserção, composto pelo ligamento periodontal, cimento e osso alveolar. (ESTRELA, 2004; TROWBRIDGE, 2003)

Com a queda da divisão celular, ocorre o início da fase de campânula, definida como o período de morfo e histodiferenciação celular. Nesta fase, o órgão do esmalte é composto pelo epitélio interno, estrato intermediário e epitélio externo do órgão do esmalte. O epitélio externo faz o revestimento externo enquanto o epitélio interno produz os pré-ameloblastos. As células epiteliais expressão fatores de crescimento da família TGF, que estimulam as células da periferia da papila dentária a se diferenciarem em pré-odontoblastos. Estes pré-odontoblastos recém-

formados expressam proteínas 165KDa e sintetizam fibronectina, envolvidos no processo de reorganização do citoesqueleto e maturação dos pré-odontoblastos em odontoblastos. Após este processo, os odontoblastos iniciam a deposição de dentina, e com isto, proporcionam a diferenciação dos pré-ameloblastos em ameloblastos. Os ameloblastos, com o auxílio das células do extrato intermediário, formam o esmalte. Com a formação da dentina, há proximidade desta com a alça cervical. As células provenientes do órgão interno e externo do esmalte formam uma dupla camada, denominada bainha epitelial de Hertwig, responsável pela formação da raiz. (ESTRELA, 2004).

As células tronco da polpa são capazes de gerar novas células e de diferenciar-se em odontoblastos e células neurais. Entretanto, estas células estão presente em baixa quantidade, cerca de 1% do total de células, sendo que esta quantidade pode diminuir, já que o envelhecimento e lesão a polpa reduz a quantidade de células tronco disponíveis. (SMITH, et al., 2005; FRIEDLANDER, 2009).

A maturação da raiz ocorre em até 3 anos após a erupção do dente na cavidade oral. A presença de infecção pulpar ou trauma nesse período, pode paralisar a deposição de dentina e maturação da raiz, consequência da morte dos odontoblastos. A capacidade regenerativa depende da intensidade e duração do estímulo, imunidade, fatores do hospedeiro e presença de bactérias. (FRIEDLANDER, 2009).

## 2.2 CARACTERÍSTICA HISTOLÓGICA

Lopes e Costa Filho (1984), consideram que o estágio de desenvolvimento da raiz, a condição pulpar e do tecido periapical no momento da intervenção e uso de medicação intracanal certificam o término da formação radicular. O estudo Yang, Yang e Chang (1990) comprovou que, se após o controle da infecção a bainha epitelial de Hertwig permanecer intacta, é possível observar o término da formação da raiz com a presença de tecido pulpar, odontoblastos, dentina, forame apical e cimento.

O fechamento apical é um fator crucial no tratamento endodôntico de dentes permanentes com rizogênese incompleta, já que proporciona a obturação correta do canal radicular. Assim, quando há necrose da polpa ou inflamação pulpar

irreversível, o tratamento deve ser direcionado para que, inicialmente, ocorra a formação de tecido mineralizado na região apical, para posterior obturação, aumentando as taxas de sucesso do tratamento. (LOPES; SIQUEIRA, 2004).

Os estudos de Holland (1971) e Holland (1973) mostraram que existe uma relação entre a histologia do reparo e a morfologia do ápice radicular observada radiograficamente. Nas barreiras formadas com dentina, o tecido conjuntivo frouxo adjacente era composto por odontoblastos. Além disso, o fechamento ocorreu com cimento e houve comunicação entre o tecido conjuntivo semelhante a polpa e periodonto. Já nas barreiras formadas por cimento, o tecido conjuntivo frouxo adjacente era composto por cementoblastos e não houve fechamento apical, com ampla comunicação entre o periodonto. Na ausência da formação da barreira, houve fechamento apical com cimento e alongamento da raiz.

### 2.3 DIAGNÓSTICO

A dor é subjetiva e variável, sendo difícil quantificar. A influência de fatores de psicológicos como ansiedade, alteração do padrão de sono, depressão e alteração emocional podem exacerbar a sensação dolorosa, levando a um comportamento não fisiológico da dor. (ESTRELA, 2004).

Sabe-se que o diagnóstico é um momento crítico, pois estabelece os procedimentos adequados para uma determinada patologia presente na cavidade oral e determina o sucesso do tratamento. A anamnese criteriosa, com o conhecimento da queixa principal, história médica e odontológica e posterior exames intra e extra-orais, proporciona ao Cirurgião-Dentista avaliar o paciente por meio de duas perspectivas: a necessidade de modificar o tratamento pela presença de complicações sistêmicas ou uso de medicamentos e condições médicas que podem simular processos patológicos dentários. Alterações sistêmicas como anemia falciforme, tuberculose e sinusite aguda podem desenvolver dor aguda, sensibilidade a percussão e ao frio, perda do trabeculado ósseo na região periapical, alteração dos linfonodos cervicais e simular infecção odontogênica, pulpite e acometimento de origem dentária.

Berman e Hartwell, (2007), propôs cinco questionamentos básicos para o auxílio no diagnóstico: localização, início, intensidade, estimulação e duração. No âmbito da avaliação do envolvimento pulpar, os testes térmicos são amplamente

utilizados. Entretanto, em dentes com rizogênese incompleta e ampla comunicação com o tecido adjacente, a polpa pode apresentar áreas com vitalidade e terços com necrose pulpar, levando a resultados falsos positivos ou falsos negativos. (IWAYA, 2001). A percussão, palpação, presença de mobilidade, fístula e edema favorecem o estabelecimento do diagnóstico diferencial. (BERMAN; HARTWELL, 2007; ESTRELA, 2004).

Os recursos semiotécnicos utilizados na endodontia consistem na inspeção bucal, palpação apical, percussão horizontal e vertical, mobilidade dentária, fistulografia, exame radiográfico, exames complementares e testes de vitalidade pulpar. A inspeção é o exame visual da cavidade bucal em busca de alterações que podem ser sinais de acometimento da polpa, como alterações de cor da coroa, presença de lesão cáriosa, exposição pulpar, restauração extensa, alterações no tecido mole como edema e presença de fístula, entre outros. A palpação apical determina a presença de variações patológica e dor na região investigada. Aliada a palpação, a percussão horizontal e vertical é um método que ajuda a determinar presença de variações. A percussão horizontal positiva geralmente é associada a alterações periodontais, enquanto a dor a percussão vertical é presente nas alterações endodônticas. Quando há presença de fístula, o rastreamento radiográfico ou fistulografia, permite identificar o dente acometido. Consiste em introduzir um cone de guta-percha no trajeto fistuloso até encontrar resistência, realizar uma radiografia e verificar o caminho percorrido pelo cone. (ARAUJO FILHO; CABREIRA; CHIESA, 2011).

A perda do suporte ósseo, sobrecarga dentária por trauma oclusal e processo inflamatório extenso, são alguns dos fatores que podem causar a mobilidade patológica, que pode ser de grau I, ligeiramente maior que a normal, grau II, moderadamente maior que a normal e grau III, mobilidade grave, vestibulolingual, mesiodistal, associada com deslocamento vertical. (ARAUJO FILHO; CABREIRA; CHIESA, 2011).

Utiliza-se dos métodos de exames de imagens, a fim de obter um diagnóstico mais criterioso de cáries extensas, infiltração de coroas protéticas, extensão de restaurações, arquitetura da cavidade pulpar e radicular, verificar alterações no osso periapical e relações com acidentes anatômicos como seio maxilar e canal mandibular. (ARAUJO FILHO; CABREIRA; CHIESA, 2011).

Os testes empregados para diagnóstico de lesão pulpar são os testes térmicos tanto por frio, com uso de bastão de gelo ou neve carbônica, quanto por calor, com guta-percha aquecida ou água morna, teste da anestesia, que consiste em definir o dente responsável pela dor difusa, anestesiando o dente suspeito, teste da cavidade, considerado um teste invasivo e utilizado em último caso, realiza-se a abertura coronária do dente com suspeita de necrose pulpar sem anestesia e teste elétrico, aplica-se uma corrente de baixa voltagem e intensidade crescente, estimulando as fibras sensitivas e obtendo respostas positivas ou negativas, porém deve ser utilizado com cautela em dentes com rizogênese incompleta, pois podem apresentar resultados falso negativos (ARAUJO FILHO; CABREIRA; CHIESA, 2011; IWAYA, 2001).

## 2.4 TRATAMENTO

Os dentes permanentes imaturos apresentam anatomia adversa, com pouca espessura dentinária, ausência de constrição apical, divergência das paredes de dentina, raiz curta e ápice aberto (BODANEZI, et al., 2009). Para definir o tratamento adequado, o Cirurgião-Dentista tem a responsabilidade de considerar os aspectos da anatomia e determinar a condição pulpar, fatores que influenciam nas taxas de sucesso clínico.

### 2.4.1 Apicificação

De acordo com a American Association of Endodontics (2003), a apicificação consiste em uma técnica para formar uma barreira apical calcificada ou induzir o desenvolvimento contínuo da raiz em dentes com necrose pulpar e ápice aberto. A apicificação pode ser realizada utilizando como materiais o hidróxido de cálcio e o MTA.

#### 2.4.1.1 Hidróxido de cálcio

A técnica da apicificação com o uso de hidróxido de cálcio foi introduzida por Kaiser (1964). Neste estudo, o autor utilizou o paramonoclorofenol como veículo e observou um potencial inflamatório mínimo. Entretanto, somente com Frank (1966),

essa técnica foi popularizada. Este autor concluiu que o hidróxido de cálcio apresenta função antimicrobiana e de formação de tecido duro adequadas para induzir a formação da barreira apical e proporcionar o tratamento correto de dentes permanentes imaturos. Ademais, o autor concluiu que a solução salina ou água destilada, quando utilizadas como veículo para o hidróxido de cálcio, houve redução da citotoxicidade.

Sabe-se que o hidróxido de cálcio pode ser utilizado com vários veículos. Dessa forma, a eficácia das pastas Calen e Calasept, as quais os veículos são o polietilenoglicol 400 e a água destilada, respectivamente foi estudada. Pode-se concluir que quando o veículo empregado é mais viscoso, há menor solubilidade da pasta, com liberação de íons mais lenta, fator que prolonga o efeito de mineralização. Por outro lado, quando o veículo é aquoso, a solubilidade é maior, assim como a liberação dos íons mais rápida, levando a uma resposta inflamatória de moderada a grave. (LEONARDO, et al. 1993; RAFTER, 2005)

O hidróxido de cálcio tem grande aceitação e é amplamente utilizado. O emprego desta pasta mostrou-se eficaz clinicamente na indução da barreira apical mineralizada e reparo ósseo em dentes permanentes com rizogênese incompleta, uma vez que Rezende e Rocha (2003) e Grundling, et al. (2010) apresenta ação antibacteriana, produz tecido mineralizado e forma uma barreira fibrosa que, em contato com os tecidos, diminui a entrada de fluidos periapicais para dentro do canal radicular. A capacidade antibacteriana e de formação de tecido mineralizado é resultado do pH alto do hidróxido de cálcio. Em meio básico, a fosfatase alcalina é ativada, há liberação de íons fosfatos que interagem com íons cálcio e formam a hidroxiapatita. Além disso, a alcalinização cria um ambiente desfavorável para o crescimento bacteriano. Ocorre desnaturação de proteínas, lise do DNA, hidrólise e quebra do lipopolissacarídeo. (TOLEDO, et al., 2010; GRUNDLING, et al. 2010; REZENDE; ROCHA, 2003)

Porém, o hidróxido de cálcio não age em dentina infectada e a reparação é de modo indireto, ou seja, a medicação induz um processo inflamatório com uma zona de necrose necrose superficial, proporcionando a migração e proliferação de células, formação de colágeno e deposição de tecido duro. Houve ineficiência contra as bactérias que sobrevivem em meio básico, como a *Enterococcus faecalis*, presentes na periodontite periapical crônica e *Pseudomonas aeruginosa*. (TOLEDO, et al, 2010).

A associação do hidróxido de cálcio com o iodofórmio foi estudada por Toledo, et al., (2010), a fim de potencializar a ação da pasta e diminuir os efeitos indesejados. O iodofórmio é volátil, tem ação antiséptica e atua a distância nos túbulos dentinários. Induz a resposta inflamatória específica, com recrutamento de macrófagos, que reabsorvem e removem o cimento contaminado e necrosado, favorecendo o processo de reparo ósseo. A ação do iodofórmio não é direta, ou seja, a medicação atua nos tecidos e células, com o objetivo de criar um ambiente menos favorável a proliferação bacteriana. Não é inibido pela dentina infectada e é mais eficaz no combate a *Enterococcus faecalis* quando comparado ao hidróxido de cálcio. Entretanto, o estudo mostrou a que associação das medicações pode não potencializar o efeito, e sim diminuir a eficácia. Assim, o benefício do iodofórmio passa a ser o aumento da radiopacidade da pasta, que é deficiente no hidróxido de cálcio.

Com o avanço dos estudos, surgiu o hidróxido de cálcio plus points. Com composição de 58% de hidróxido de cálcio, 37% de guta percha e somados a agentes de coloração, apresentou-se como alternativa a pasta de hidróxido de cálcio. Exibe a vantagem de manipulação mais fácil, atingir até o terço apical da raiz e liberar íons mais lentamente, aumentando o tempo entre as trocas. Contudo, ainda é pouco utilizado e necessita de maiores estudos para comprovar a sua eficácia. (BEZGIN et al, 2012)

#### 2.4.1.2 MTA

Apesar da pasta de hidróxido de cálcio ser amplamente utilizada, Cvek (1992) observou que 60% dos dentes permanentes jovens com tratamento endodôntico sofreram fratura cervical. Acredita-se que o hidróxido de cálcio, quando utilizado por mais de 30 dias, altera as propriedades mecânicas da dentina. O pH básico neutraliza os ácidos e proteoglicanos, componentes da matriz orgânica, responsáveis pela ligação entre os cristais de hidroxiapatita e a rede de colágeno, efeito que garantiria a resistência a flexão da dentina. Somado a isto, com o uso do hidróxido de cálcio, o tratamento é prolongado, dependendo do interesse do paciente em colaborar com o tratamento, já que são necessárias trocas periódicas da pasta e espera pelo fechamento do ápice. A presença de restauração provisória aumenta o risco de infiltração. Além disso, o hipoclorito de sódio 5,25%, agente

desinfetante mais utilizado, é um solvente orgânico forte que desfragmenta agentes quelantes e pode interferir na microdureza da dentina. Esses fatores agem no enfraquecimento da estrutura dentária e aumenta o risco a fratura. (ANDREASSEN; FARICK; MUNKSGAARD, 2002; CASTRO, et al., 2011; DESAI; CHANDLER, 2009;).

O MTA surgiu como um material alternativo ao hidróxido de cálcio. Na presença de umidade, suas partículas endurecem. Estas partículas são compostas por silicato, aluminato e óxido tricálcico, óxido de silicato e óxido de bismuto. É biocompatível, antimicrobiano bacteriostático com propriedades bactericidas, e assim, inibe a ação e proliferação de *Streptococcus faecalis* e *Candida albicans*. Apresenta bom selamento e vedamento da dentina e do cimento, evita mudanças nas propriedades da dentina e seu mecanismo de ação não envolve a resposta inflamatória mediada por macrófagos. O MTA propicia um tratamento mais curto, em duas sessões, que não interfere no processo de formação de tecido duro e ligamento periodontal, pois cria um stop apical, permitindo a obturação. Além disso, é possível obter uma restauração definitiva do dente, a qual age como um reforço, uma vez que apresenta adaptação correta na coroa e aumenta a força do dente, evitando a infiltração marginal e o risco à fratura. Os pinos metálicos associados as restaurações definitivas distribuem melhor as forças mastigatórias para raiz e pode ser um fator que melhora a resistência a fratura de dentes anteriores jovens, porém necessita de mais estudos. (BRITO-JÚNIOR, et. al., 2011; BODANEZI, et al. , 2009; CASTRO, et al., 2011; DESAI; CHANDLER, 2009;).

Sabe-se que mesmo no tratamento com MTA, a pasta de hidróxido de cálcio é utilizada como medicação intracanal, a fim de alcançar a desinfecção do canal radicular e proporcionar um ambiente adequado para posterior obturação. Entretanto, a remoção completa do hidróxido de cálcio das paredes do conduto mostrou-se inviável. Assim, Afonso, et al., (2012) estudou a influência do hidróxido de cálcio nos tampões de MTA. O autor observou que tanto no 7º quanto no 28º dia o hidróxido de cálcio não afetou a capacidade de vedação do MTA. A adaptação apical do MTA também foi estudada em relação a técnica utilizada para inserção do MTA e a presença da smear layer. Houve melhor adaptação do tampão apical quando foi utilizada a técnica ultrassônica e na ausência da smear layer. (ARAÚJO, et al. , 2013)

A técnica de inserção do MTA na porção apical do conduto e a presença de smear layer foi estudada por Araújo, et al. (2013).

#### 2.4.2 Apicigênese

A apicigênese consiste na remoção, exclusivamente, da polpa inflamada de dentes permanentes jovens injuriados que apresentam vitalidade pulpar. O intuito é proteger o restante da polpa vital permitindo a continuação do desenvolvimento fisiológico da raiz (CVEK, 1982; RAFTER, 2005).

Com a preservação da vitalidade pulpar, as células responsáveis pela formação da raiz, odontoblastos e bainha epitelial de Hertwig, são conservadas. A ação dessas células aumentam a espessura dentinária, criam uma constrição apical e proporcionam um comprimento adequado da raiz, características de uma raiz normal após sua formação. (CHUEH; HUANG, 2006).

Os procedimentos envolvidos na terapia baseada na apicigênese são capeamento pulpar direto, pulpotomia rasa e convencional. Esta conduta é viável, uma vez que os dentes imaturos apresentam a polpa jovem, com maior quantidade de células e melhor capacidade de reparo. (SHABAHANG, 2013).

#### 2.4.3 Regeneração Pulpar

Com o aprimoramento de pesquisas na área da Odontologia, surgiram estudos que indicam os procedimentos regenerativos como uma alternativa mais conservadora para tratamento de dentes permanentes com rizogênese incompleta. Os procedimentos regenerativos podem ser definidos como:

procedimentos biologicamente projetado para substituir previsivelmente tecidos danificados, doentes, ou estruturas em falta, incluindo dentina radicular e estruturas, assim como células do complexo dentino-pulpar, com tecidos vivo viáveis, de preferência da mesma origem, que restaura as funções fisiológicas normais do complexo dentina-polpa. (MURRAY; GARCIA-GODOY; HARGREAVES, 2007).

Os dentes imaturos exibem ampla comunicação da lesão periapical com polpa parcialmente necrosada e infectada. Dessa forma, os dentes com diagnóstico de polpa não vital com teste de vitalidade negativo e periodontite apical ou abscesso, possuem restos de polpa vital no canal radicular, respondendo a procedimentos conservadores. (CHUEH; HUANG, 2006; IWAYA; IKAWA; KUBOTA, 2001; THIBODEAU, 2007).

A polpa jovem apresenta maior quantidade de células tronco viáveis, uma vez que foram submetidas a menos processos de reparo. Quando sofrem influência de fatores de crescimento como proteínas morfogenéticas (BMP -2, -3, -4 e -7), fator de crescimento semelhante a insulina (IGF) e fator de transformação de crescimento beta (TGF $\beta$ ), as células tronco diferenciam-se em odontoblastos, cementoblastos e células neurais, com secreção de dentina e reparação do periodonto. (FRIEDLANDER, 2009; HUANG, 2008).

A regeneração pulpar consiste na desinfecção do canal radicular com hipoclorito de sódio 5,25% e pasta antibiótica composta de ciprofloxacina, metronidazol e minociclina, a fim de criar um ambiente livre de infecção, favorecendo as células estaminais a repovoar o espaço pulpar por células semelhantes a polpa (DING, et al.,2009; HUANG, 2008)

Os estudos de Wang, et al. (2010) e Simon; Tomson e Berdal (2014) mostrou que a revascularização de dentes imaturos com polpa infectada permite o crescimento de tecido duro dentro do canal radicular. Porém, o tecido intracanal formado não é composto de tecido pulpar, e sim por cimento, ligamento periodontal e osso alveolar, concluindo que se trata de um processo de reparo ao invés de regeneração. Dessa maneira, verificou-se a necessidade de maiores estudos a respeito.

### 3 DISCUSSÃO

Quando ocorre a erupção do dente na cavidade bucal, somente dois terços da raiz está formada (MARKOVIC, 2007). A maturação radicular ocorre em torno de três a quatro anos após a erupção (FRIEDLANDER, 2009; GRUNDLING, et al. 2010). Neste período, os dentes permanentes com rizogênese incompleta possuem forma de ampulheta, com a abertura foraminal com um diâmetro maior que os terços cervical e médio. (SEIBEL; SOARES; LIMONGI, 2006), paredes dentinárias finas, ausência de constrição apical, canal divergente e proporção coroa/raiz desfavorável. (BODANEZI, et al., 2009)

O traumatismo e a cárie dentária são as principais causas de lesão pulpar em dentes imaturos. Entre oito e dez anos de idade, as raízes dos incisivos estão em formação, período que coincide com inúmeros fatores que aumentam a susceptibilidade a lesões pulpares, como a maior incidência de trauma, exposição a dieta cariogênica e dificuldade na higienização adequada. (TOLEDO, et al; GRUNDLING, et al. ,2010).

Conforme o estudo de Goldstein (1999), o protocolo para tratamento endodôntico de dentes imaturos consiste em definir, primeiramente, a condição da polpa. No caso de polpa vital, o tratamento adequado seria a apicigênese. Esta consiste em retirar a polpa infectada, preservando o restante da polpa vital e permitindo o desenvolvimento fisiológico da raiz. Na presença de necrose pulpar, o tratamento ideal é a apicificação, o qual baseia-se em limpar e preencher o canal radicular com hidróxido de cálcio, com o intuito de formar uma barreira apical que permitirá a obturação posteriormente.

A apicificação com o uso de hidróxido de cálcio iniciou a partir do estudo desenvolvido por Kaiser (1964). Mais tarde, Leonardo, et al. (1993), desenvolveu uma pesquisa com 60 canais de pré molares com rizogênese incompleta de cães, induziu lesão periapical nesses dentes e observou a eficácia das pastas Calen, hidróxido de cálcio associado a um veículo aquoso, e Calasept, veículo viscoso em associação com o hidróxido de cálcio, no período de 30, 60 e 90 dias. O autor concluiu que ambas as pastas induziram o fechamento apical entretanto, com o veículo viscoso, houve um potencial inflamatório mínimo, já que a liberação de íons é mais lenta e prolonga o efeito da mineralização. Este resultado coincide com o obtido no estudo realizado por Kaiser (1964). Em relação ao veículo aquoso,

Leonardo et al. (1993) observou uma resposta inflamatória de moderada a grave, uma vez que a liberação de íons é mais rápida, resultado que contradiz o estudo de Frank (1966).

Sabe-se que o hidróxido de cálcio é amplamente utilizado como medicação intracanal por conta de suas propriedades. Apresenta pH alcalino, induzindo a formação de tecido mineralizado e age como uma propriedade antibacteriana, levando a lise de DNA, desnaturando proteínas e, dessa maneira, criando um ambiente desfavorável para o crescimento bacteriano. Rezende e Rocha (2003) e Grundling, et al. (2010), trataram dentes permanentes fraturados e com rizogênese por meio da apicificação com trocas mensais da pasta de hidróxido de cálcio. Em ambos os estudos, os autores verificaram a formação da barreira apical e possibilidade de obturação do canal radicular, confirmando a eficácia do hidróxido de cálcio.

Porém, o hidróxido de cálcio apresenta algumas limitações como ausência de efetividade em bactérias que sobrevivem ao meio basificado, como *Pseudomonas aeruginosa* e *Enterococcus faecalis*, presentes na periodontite periapical crônica e não age na dentina infectada. Sabendo disso, TOLEDO, et al (2010), buscou estudar a associação do hidróxido de cálcio ao iodofórmio para o tratamento de dentes permanentes com rizogênese incompleta. O iodofórmio não é inibido pela dentina infectada e em ambientes com pouca luminosidade, baixa quantidade de oxigênio e presença de tecido em decomposição, libera iodo, agindo sobre líquidos e células e impossibilitando a proliferação bacteriana. Todavia, a associação das duas medicações não resultou em potencialização, podendo até minimizar o efeito, já que neste caso, o pH da solução inicia básico e termina ácido. À vista disso, o benefício do iodofórmio seria aumentar a radiopacidade do hidróxido de cálcio.

A pasta de hidróxido de cálcio apresenta alguns inconvenientes, dentre eles a manipulação, inserção e a difícil remoção do canal radicular. Bezgin et al. (2012) procurou reverter esta situação lançando o hidróxido de cálcio plus points. Dessa maneira, o hidróxido de cálcio apresentaria forma semelhante a cones de gutapercha, facilitando a manipulação, inserção e retirada do canal radicular. Além disso, o hidróxido de cálcio plus points permite trocas a cada 3 meses e atinge até o terço apical do dente. O autor comparou a pasta de hidróxido de cálcio com o plus points em 22 incisivos com pulpite irreversível ou necrose pulpar de 16 crianças e verificou

que não houve diferença estatisticamente relevante e que ambos estimularam a formação de tecido duro. Contudo, hidróxido de cálcio plus points é recente e necessita de mais estudos.

Com o amplo uso do hidróxido de cálcio para tratamento de dentes imaturos, surgiram casos de insucessos. Andreassen; Farick e Munksgaard ( 2002) estudou 90 dentes imaturos de ovelhas e verificou que houve diminuição da resistência a fratura quanto maior o tempo com a medicação. O autor concluiu que o hidróxido de cálcio neutraliza os ácidos e proteoglicanos, responsáveis pela união entre os cristais de hidroxiapatita e a rede de colágeno, enfraquecendo o elemento dental. Reforçando esta ideia, outros autores como Brito-Júnior, et al., 2011; Castro, et al., 2011 e Desai; Chandler, 2009 observaram que 77% dos dentes submetidos a tratamento com trocas periódicas de hidróxido de cálcio apresentaram fratura. Isto deve-se ao pH alcalino da medicação, que altera as propriedades mecânicas da dentina, a presença de restaurações provisórias, aumentando o risco de infiltrações e as trocas periódicas que levam ao desgaste dentário, enfraquecendo o dente e aumentando o risco a fraturas. Assim, a busca por um material alternativo tornou-se evidente.

O MTA surgiu como uma alternativa ao hidróxido de cálcio por apresentar excelentes propriedades, entre elas ser biocompatível, não tóxico, osteocondutor e ser bacteriostático com propriedades bactericidas. Com isso, permite um menor tempo de tratamento, pois cria um “stop” para a obturação, apresenta menor risco de fraturas e infiltração marginal, uma vez que a restauração é definitiva, permitindo a adaptação correta na coroa. Além disso, o MTA possibilita a formação de uma barreira apical mais consistente, com conseqüente vedamento da dentina e do cimento e selamento satisfatório. Diferentemente do hidróxido de cálcio, o mecanismo de ação do MTA não induz uma resposta inflamatória tecidual, assim o reparo biológico e a regeneração do tecido periodontal é mais rápida.

Pace, et al. (2007), tratou 11 incisivos com rizogênese incompleta de 11 paciente que sofreram fraturas. Utilizou o hidróxido de cálcio como medicação intracanal por 7 dias e após irrigação com hipoclorito de sódio 5% e EDTA 17%, formou uma barreira apical com MTA e realizou a obturação e restauração definitiva dos dentes. No acompanhamento de 24 meses, todos os dentes apresentaram cura completa, exceto um dente que a lesão inicial era muito extensa. Em um outro estudo, Bodanezi, et al. (2009), reforçou a eficácia do tampão de MTA. O autor

realizou um estudo in vitro com 24 terceiros molares inferiores humanos simulando a anatomia de dentes com rizogênese incompleta e verificou que os dentes apresentaram menor infiltração e menores defeitos de obturação.

Sabe-se que mesmo com o uso do tampão de MTA, o hidróxido de cálcio é empregado como medicação intracanal, com o intuito de obter um ambiente adequado para a obturação. Ademais, a pasta entra nos túbulos dentinários, sendo inviável toda a sua retirada do interior do canal radicular. Desse modo, Afonso, et al., (2012), realizou um estudo in vitro com 34 dentes humanos unirradiculares e verificou se o hidróxido de cálcio teria influência no MTA. Nas análises com 7 e 28 dias, o autor observou que não houve modificação nas propriedades do MTA.

Apesar do avanço obtido nos casos tratados com MTA, a apicificação forma uma barreira apical, porém não há o desenvolvimento de toda a raiz, tornando a raiz do dente encurtada e fraca e com menor espessura dentinária. (CHUEH; HUANG, 2006; SHABAHANG, 2013)

A apicigênese surgiu como uma opção de tratamento conservador tanto na polpa vital quanto na não vital, apresentando casos de sucesso clínico no estudo de Chueh e Huang (2006). Segundo este autor, na abordagem conservadora, a formação da raiz é completa, atinge a espessura dentinária adequada, apresenta uma constrição apical e proporciona um comprimento adequado da raiz. Isto é possível pois, os odontoblastos e bainha epitelial de Hertwig, formadores da raiz, são preservados.

Com o avanço das pesquisas, a regeneração pulpar ganhou lugar juntamente com a apicificação na área de tratamento mais conservadora. Huang (2008) afirmou que a presença de área radiolúcida no periápice no exame radiográfico e teste de vitalidade negativos não determinam mais a indicação para realizar a apicificação, reforçando a afirmativa de Chueh e Huang (2006), citado anteriormente. No estudo de Ding et al. (2009), o autor observou que após um ano de tratamento conservador por meio da regeneração pulpar, houve ausência de sintomas e formação correta da raiz. Porém, para que este passo seja possível, é necessário criar um ambiente favorável, com ausência de infecção. Assim, o uso da pasta antibiótica com ciprofloxacina, metronidazol e minociclina, irrigação com hipoclorito de sódio 5,25%, indução do coágulo e proteção do mesmo com MTA e resina composta proporcionarão a proliferação de células mesenquimais semelhantes a polpa para dentro do canal. Todavia, Wang et al. (2010) e Simon ;

Tomson e Berdal (2014), realizaram a análise histológica de dentes que foram submetidos a regeneração pulpar e observaram a presença de crescimento de um tecido no interior do canal, entretanto este tecido apresentava característica de cimento, ligamento periodontal e osso alveolar, tratando-se então, de um processo reparativo e não regenerativo.

#### **4 CONCLUSÃO**

Com o presente trabalho, pode-se concluir que a apicificação com o uso de hidróxido de cálcio é o tratamento mais usual, uma vez que há poucos estudos e ausência de um protocolo clínico que defina a abordagem mais conservadora do tratamento endodôntico em dentes com rizogênese incompleta, além da manipulação crítica do MTA.

## REFERÊNCIAS

- AFONSO, T. et al. Effect of calcium hydroxide as intracanal medication on the apical sealing ability of mineral trioxide aggregate (MTA): na in vitro apexification model. **J Health Sci Inst.**, São Paulo, v. 30, n. 4, p. 318-22, 2012.
- ALBUQUERQUE, M.T.P. et al. Pulp revascularization: an alternative treatment to the apexification of immature teeth. **Rev Gaúch Odontol.**, Porto Alegre, v.62, n.4, p. 401-410, out./dez. 2014.
- AMERICAN ASSOCIATION OF ENDODONTISTS. Recommended guidelines of the American Association of Endodontists for the treatment of traumatic dental injuries. Chicago: American. **Association of Endodontists**; 2003.
- ANDREASSEN, J.O.; FARICK, B.; MUNKSGAARD, E.C. Long-term calcium hydroxide as a root canal dressing may increase risk of root fracture. **Dent Traumatol.**, Copenhagen, v.18, n.3, p.134-137, Jun. 2002.
- ARAUJO FILHO, W. R.; CABREIRA, M. S.; CHIESA, W. M. M. Diagnóstico em endodontia: diagnóstico e seleção de casos. In: LOPES, H. P.; SIQUEIRA FILHO, J. F. **Endodontia biologia e técnica**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2011. p. 147-155.
- ARAÚJO, A.C. et. al. Influence of smear layer removal and application mode of MTA on the marginal adaptation in immature teeth: a SEM analysis. **Dent Traumatol**, Denmark , v.29, n. 3, p. 212-217, Jun. 2013.
- BERMAN, L. H.; HARTWELL, G. R. Diagnóstico. In: COHEN, S; HARGREAVES, K. M. (Eds.). **Caminhos da polpa**. 9. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007. p. 3-32.
- BEZGIN, T. et al. Comparative evaluation of Ca(OH)<sub>2</sub> plus points and Ca(OH)<sub>2</sub> paste in apexification. **Dental Traumatol.**, Copenhagen, v.28, n. 6, p. 488-495, Dec. 2012.
- BODANEZI, A. et al. Efeitos do tampão apical no potencial selador das obturações com agregado de trióxido mineral em dentes com rizogênese incompleta. **Rev Clín Pesq Odontol.**, Curitiba, v. 5, n. 3, p. 263-266, set./dez 2009.
- BRITO-JÚNIOR, M. et al. Evidências clínicas da técnica de apicificação utilizando barreira apical com agregado trióxido mineral: uma revisão crítica. **RFO**, Passo Fundo, v. 16, n. 1, p. 54-58, jan./abr. 2011
- CASTRO, A.N. et al. Avaliação da utilização de MTA como plug apical em dentes com ápices abertos. **Rev. Bras. Odontol.**, Rio de Janeiro, v. 68, n. 1, p. 59-63, jan./jun. 2011
- CHUEH, L-H.; HUANG, G.T.J. Immature teeth with periradicular periodontitis or abscess undergoing apexogenesis: a paradigm shift. **J Endod**, Chicago, v.32, n.12, p. 1205-1213, Oct. 2006

CVEK, M. et al. Pulp reactions to exposure after experimental crown fracture or grinding in the adult monkey. **J Endod**, Chicago, v. 8, n. 9, p. 391-397, Sep. 1982.

CVEK, M. Prognosis of luxated non-vital maxillary incisors treated with calcium hydroxide and filled with guttapercha. **Endod Dent Traumatol**, Copenhagen, v. 8, n.2, p. 45-55, Apr. 1992.

DESAI, S.; CHANDLER, N. The restoration of permanent immature anterior teeth, root filled using MTA: a review. **J Dent**. England, v. 37, n..9, p.652-657, Sept. 2009.

DING, R.Y. et al. Pulp revascularization of immature teeth with apical periodontitis: a clinical study. **J Endod**, Chicago, v.35, n.5, p.745-749, May 2009.

ESTRELA, C. **Ciência endodôntica**. 2 ed. São Paulo: Artes Médicas,2004. v.1.

FRANK, A.L. Therapy for the divergent pulpless tooth by continued apical formation. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v. 72, n. 1, p. 87-93. Jan. 1966.

FRIEDLANDER, L.T; CULLINAM, M.P; LOVE, R.M. Dental stem cells and their potential role in apexogenesis and apexification. **Int Endod J.**, England, v.42, n.11, p. 955-962, Nov. 2009.

GOLDSTEIN, S. et al. Apexification & apexogenesis. **N Y State Dent J**, New York, v. 65, n. 5, p. 23-25, may 1999.

GRUNDLING, G,S,L. et al. Apicificação em dente com fratura coronorradicular- relato de caso clinico. **RFO**, Passo Fundo, v. 15, n. 1, p. 77-82, jan./abr. 2010

HOLLAND, R. et. al. Healing process of teeth with open apices: histological study. **Bull Tokyo Dent Coll**, Japan, v. 12, n. 4, p. 333-338, Nov,1971.

HOLLAND, R.; SOUZA, V.; RUSSO, M.C. Healing process after root canal therapy in immature human teeth. **Rev. Fac. Odontol. Araçatuba, Araçatuba**, v. 2, n. 2, p. 269-279, 1973.

HUANG, C.T. J. A paradigm shift in endodontic management of immature teeth: conservation of stem cells for regeneration. **J Dent**, England, v.36, n. 6, p.379-386, Jun. 2008

IWAYA, S.I; IKAWA, M; KUBOTA, M. Revascularization of an immature permanent tooth with apical periodontitis and sinus tract. **Dent Traumatol**, Denmark, v. 17, n. 4, p. 185-187, Aug. 2001.

KAISER, H.J. Management of wide open apex canals with calcium hydroxide. In: Annual Meeting of the American Association of Endodontists, 21<sup>st</sup>. Washington DC April 17 1964.

KATCHBURIAN, E. ; ARANA, V. **Histologia e embriologia oral**: texto, atlas correlações. 2.ed. São Paulo: Panamericana, 2004.

LEONARDO, M.R. et al. Histological evaluation of therapy using a calcium hydroxide dressing for teeth with incompletely formed apices and periapical lesions. **J Endod.**, Chicago, v. 19, n. 7, p.348-352. July, 1993.

LOPES, H.P; COSTA FILHO, A. S. Tratamento endodôntico dos dentes com rizogênese incompleta e necrose pulpar. **Rev. Bras. Odontol.**, Rio de Janeiro, v. 41, n. 2, mar./abr. 1984.

LOPES, H.P; SIQUEIRA JR, J. F. ; ESTRELA, C. Tratamento endodôntico em dentes com rizogênese incompleta. In: LOPES, H.P.; SIQUEIRA JR, J. F. ; **Endodontia: biologia e técnica**. 2.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. p. 707-724.

MARKOVIC, D. et al. Radiological assement of apex formation following use of hydroxyapatite. **Acta Vet**, v.54, n, 2-3, p. 275-287, Beograd, 2007.

MURRAY, P. E.; GARCIA-GODOY, F. ; HARGREAVES, K. M. Regenerative endodontics: a review of current status and a call for action. **J Endod**, Chicago, v.33, n. 4, p. 377–390, Apr. 2007.

NIEDERMAIER, K,C; GUERISOLI, D.M.Z. Apicificação com plug apical de MTA em dente traumatizado. **Rev. Bras. Odontol.**, Rio de Janeiro, v. 70, n. 2, p. 213-5, jul./dez. 2013 p. 707-724.

PACE, R. et al. Apical plug technique using mineral trioxide aggregate: results from case series. **Int Endod J**, England, v. 40, n. 6, p. 478-484, Jun. 2007.

RAFTER, M. Apexification: a review. **Dent Traumatol**, Copenhagen, v. 21, n. 1, p.1-8, Feb. 2005.

REZENDE, G.B; ROCHA, M.J.C. Tratamento de dente traumatizado (41) com rizogênese incompleta e fístula- relato de caso clínico. **JBP - J Bras Odontopediatr Odontol Bebê**, Curitiba, v.6, n. 32, p. 287-91, 2003

SEIBEL, V. M. ; SOARES, R.G. ; LIMONGI, O. Histomorfologia do reparo após tratamento endodôntico em dentes com rizogênese incompleta: revisão de literatura. **RSBO**, Joinville, v. 3, n. 2, p. 37-43, fev.2006.

SHABAHANG, S. Treatment options: apexogenesis and apexification. **Pediatr Dent**, Chicago, v.35, n. 2, p. 125-128, Mar./Apr. 2013.

SIMON, S.R.J; TOMSON, P.L; BERDAL, A. Regenerative endodontics: regeneration or repair? **J Endod**, Chicago, v. 40, n. 4 (Supply), p. S70-75, Apr. 2014.

SMITH, A.J. et al. Dentine regeneration: the role of stem cells and molecular signalling. **Oral Biosci Med.**, England, v. 2, n. 2/3, p. 127–32, 2005.

SOUZA, M. A. et al. Mineral trioxide aggregate as na apical plug in infected immature teeth: a case series. **Rev. Odonto. Ciênc.**, Porto Alegre, v. 26, n. 3, p. 262-266, 2011.

THIBODEAU, B.; TROPE, M. Pulp revascularization of a necrotic infected immature permanent tooth: case report and review of the literature. **Pediatr Dent**, Chicago, v. 29, p. 47-50, 2007.

TOLEDO, R. et al. Hidróxido de cálcio e iodofórmio no tratamento endodôntico de dentes com rizogênese incompleta. **Int J Dent.**, Recife, v.9, n. 1, p. 28-37, jan./mar,2010

TROWBRIDGE, H.O. Pulp biology: progress during the past 25 years. **Aust Endod. J.**, Melbourne, v. 29, n. 1, p. 5–12. 2003.

WANG, X. et al. Histologic characterization of regenerated tissues in canal space after the revitalization/revascularization procedures of immature dog teeth with apical periodontitis. **J Endod, Chicago**, v. 36, n.1, p. 56-63, Jan. 2010.

YANG, S.F; YANG, Z.P; CHANG, K.W. Continuing root formation following apexification treatment. **Endod Dent Traumatol**, Copenhagen, v. 6, n. 5, p. 232-235, Oct. 1990.