

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**

**FACULDADE DE ODONTOLOGIA**

**CONSIDERAÇÕES EM TORNO DA CAPACIDADE  
INDUTORA DA DENTINA NA FORMAÇÃO DE TECIDOS  
DUROS E SUA POSSÍVEL UTILIZAÇÃO NO TRATAMENTO  
ENDODÔNTICO**

**MANOEL EDUARDO DE LIMA MACHADO**

Dissertação apresentada à Faculdade de  
Odontologia da Universidade de São Paulo  
para concorrer ao Grau de Mestre pelo  
curso de pós-graduação em Endodontia

Orientador:

Prof. Dr. Hildeberto Francisco Pesce

**- São Paulo -**

**1.992**

**Catálogo-na-Publicação**  
**Serviço de Documentação Odontológica**  
**Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo**

**D 122 Machado, Manoel Eduardo de Lima**

Consideração em torno da capacidade indutora da dentina na formação de tecidos duros e sua possível utilização no tratamento endodôntico./ Manuel Eduardo de Lima Machado; orientador : Hildeberto Francisco Pesce.-- São Paulo, 1992.

60p.

Dissertação (Mestrado - Curso de Pós-Graduação em Endodontia)-- Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo.

1. Dentina-Histologia Oral

617.634  
D122

**Índice para o catálogo sistemático**

1. Dentina:Histologia Oral      617.634      D122

**MGFR**

## INTRODUÇÃO

O trauma, quando presente, desenvolve, em qualquer área do organismo humano, reação de defesa, que se inicia pela reação inflamatória a partir da qual uma série de alterações físico-químicas passam a interagir, culminando na reparação tecidual.

A reparação, à sua vez, tem por objetivo a substituição dos tecidos lesados, propiciando a normalidade anatômica e funcional da área. Essas reações ou alterações são classificadas basicamente de duas maneiras, a saber:

- **regeneração:** ocorre quando as células lesadas são substituídas em número e arquitetura de modo similar às do tecido lesado. Esse processo reparacional está associado, na escala biológica, ao dos animais mais simples e, nos tecidos do corpo humano, obedece à mesma característica, tal como o tecido epitelial.

- **cicatrização:** dependendo da intensidade e frequência do agente agressor, bem como da quantidade de estruturas envolvidas e da complexidade do tecido afetado, pode se desenvolver de outra maneira, na qual as células substituídas não se submetem ao arranjo original.

A reparação do tecido dentinário guarda características peculiares e, quando de seu estudo, podemos classificá-lo como um dos tecidos mais duros do organismo, sendo superado, apenas, pelo esmalte. Ressalta, todavia, tratar-se de um dos mais complexos e especializados tecidos duros do corpo humano. Origina-se da papila dentária e é elaborado por células específicas e diferenciadas, os odontoblastos, que, desprovidos de atividade mitótica,

podem ser substituídos, em caso de perda e em condições ideais, por células mesenquimais indiferenciadas da zona subjacente, as quais, após a diferenciação, deslocam-se para a periferia pulpar, integrando-se à camada odontoblástica pré-existente.

A propriedade morfogênica da matriz orgânica da dentina, foi estudada e comprovada por inúmeros autores (SOLOMONS & NEWMAN<sup>57</sup>, 1960; BANG & URIST<sup>8</sup>, 1967; YEOMANS & URIST<sup>66</sup>, 1967; HUGGINS e colab.<sup>23, 24</sup>, 1970; URIST<sup>63</sup>, 1971; BANG<sup>3</sup>, 1972; BANG & JOHANNESSEN<sup>6,7</sup>, 1972; REGISTER e colab.<sup>49</sup>, 1972; RÖNNING & LUOSTARINEN<sup>50</sup>, 1973; BANG<sup>2,4,5</sup>, 1973; GROOT<sup>19</sup>, 1974; STWEART e colab.<sup>60</sup>, 1976; NILSEN<sup>40</sup>, 1977; CONOVER & URIST<sup>13</sup>, 1979; NILSEN<sup>41</sup>, 1980; INOUE e colab.<sup>25,26</sup>, 1986; SOMERMAN e colab.<sup>58</sup>, 1987; BESSHO e colab.<sup>10</sup>, 1990).

Acresça-se que tal propriedade está na dependência de uma série de fatores a saber: tratamentos químicos tais como descalcificação (BANG & URIST<sup>8</sup>, 1967; MORRIS<sup>37</sup>, 1972; BANG<sup>2,5</sup>, 1973; REGISTER & BURNICK<sup>48</sup>, 1975; MORRIS<sup>38</sup>, 1978; INOUE e colab.<sup>25</sup>, 1986; SOMERMAN e colab.<sup>58</sup>, 1987), esterelização (STWEART e colab.<sup>60</sup>, 1976), tratamento prévio (BANG & URIST<sup>8</sup>, 1967; MORRIS<sup>30</sup>, 1969; URIS<sup>63</sup>, 1971; ANEROTH & BANG<sup>1</sup>, 1972; BANG & JOHANNESSEN<sup>6,7</sup>, 1972; BANG<sup>2</sup>, 1973; MORRIS<sup>36</sup>, 1975), local do implante (BANG & URIST<sup>8</sup>, 1967; RÖNNING & LUOSTARINEN<sup>50</sup>, 1973), origem da dentina (BANG & URIST<sup>8</sup>, 1967; HUGGINS e colab.<sup>24</sup>, 1970), estocagem (GROOT<sup>19</sup>, 1974; STEART e colab.<sup>60</sup>, 1976), associação com outros tecidos (MORRIS<sup>36,37</sup>, 1972-1975) e a relação implante hospedeiro (SILSTON e colab.<sup>56</sup>, 1979).

De tal sorte avulta que, embora regido por mecanismo complexo, intrincado e dependente de inúmeros fatores, há de se destacar o poder indutor da dentina na formação de tecidos duros.

A utilização de dentina nos procedimentos endodônticos tem despertado interesse e, sido alvo de inúmeras pesquisas (GÖLLMER<sup>17</sup>, 1936; ERAUSQUIM<sup>16</sup>, 1972; TRONSTAD<sup>61</sup>, 1978; OSWALD & FRIEDMAN<sup>42</sup>, 1980; PETERSSON & colab.<sup>45</sup>, 1982; SAFAVI e colab.<sup>52</sup>, 1982; HOLLAND e colab.<sup>21</sup>, 1983; EL DEEB e colab.<sup>15</sup>, 1983; YEE e colab.<sup>65</sup>, 1984; SAFAVI e colab.<sup>53</sup>, 1985; PATTERSON e colab.<sup>44</sup>, 1988) apresentando dúvidas apenas quando a dentina do tampão é contaminada (HOLLAND e colab.<sup>21</sup>, 1983).

Para mais, tal capacidade indutora alerta para o fato da utilização da dentina nos processos de reparação que ocorram graças à formação de tecido duro, tais como os decorrentes das intervenções relacionadas com o tratamento endodôntico.

Pelo exposto, ressalta a necessidade de estudo detalhado da literatura no que concerne a avaliação desta propriedade, os fatores implicados e sua aplicabilidade no campo da odontologia e, em especial, da Endodontia.

## **PROPOSIÇÃO**

Com vistas ao anteriormente exposto, propusemo-nos a compilar a literatura pertinente, com o intuito de averiguar a capacidade indutora da dentina na formação de tecidos duros e sua aplicabilidade futura na odontologia e, em particular, no campo da endodontia, haja vista o íntimo relacionamento desta especialidade com os processos de calcificação a nível pulpar, apical e periapical.

## REVISTA DA LITERATURA

**RAMFJORD**<sup>46</sup> (1951), estudando experimentalmente a regeneração das fibras periodontais em macacos Rhesus, verificou que fragmentos de cimento e dentina eram margeados por fibras periodontais, ao passo que cimento neoformado depositava-se no defeito radicular e, mesmo após a reinserção das fibras, esse fragmento permanecia na região.

**SHAFFER**<sup>54</sup> (1957), preocupado com os efeitos do cimento e da dentina na área de feridas, realizou implantes de fragmentos desses dois tecidos em macaco Rhesus e cão.

Relativamente ao cão, uma vez extraídos dois incisivos centrais inferiores, obtinha, por desgaste com broca, porções de cimento e de dentina, que eram implantados nas feridas resultantes da exodontia, tanto na profundidade como na superfície. Esclarece, o autor, que em uma das feridas foram implantados três fragmentos maiores. No mesmo cão executou retalho entre o pré-molar inferior esquerdo e o molar com exposição do osso subjacente, no qual realizou desgaste com broca e remoção do ligamento cervical do molar, a fim de simular perda óssea vertical. Anteriormente à reposição do retalho, inúmeras partículas e um fragmento maior de dente foram inseridos nessa bolsa cirúrgica e o animal foi sacrificado 64 dias após.

O exame histológico revelou osso neoformado em muitos dos implantes de cimento e dentina, distinto das partículas dentárias pela sua diferente coloração. Ocasionalmente estavam presentes osteócitos na matriz; algumas partículas mostravam-se completamente circundadas por osso e, outras, parcialmente recobertas de tecido osteóide. Não houve correlação entre o tamanho das partículas e o grau de atividade osteogênica ao seu redor. As

partículas não revestidas por osso não evidenciaram infiltrado inflamatório na sua vizinhança. Relativamente aos fragmentos dentários maiores, aquele implantado muito próximo à superfície da ferida denotou revestimento epitelial. Em aproximadamente um terço da sua superfície e, nos dois terços restantes, ocorreu neoformação óssea na periferia. Na ferida resultante do retalho processou-se neoformação óssea porém a atividade osteogênica, neste caso, mostrou-se diminuída, provavelmente graças à presença de cálculo e placa bacteriana.

No que tange os procedimentos no macaco Rhesus, a mesma metodologia de retalho, previamente descrita, foi utilizada. Neste particular, cumpre acrescentar que duas incisões foram realizadas com intervalo de 14 dias, sendo, a primeira, efetuada entre o pré-molar e o molar superior esquerdos e, a segunda, entre o pré-molar e o molar inferior esquerdos. Entenda-se que os fragmentos dentais implantados eram provenientes de dentes humanos.

A análise histológica do implante de 14 dias revelou neoformação de tecido ósseo ou osteóide em parte da superfície das partículas dentárias e naquela, em torno da qual não ocorrera aposição, era evidente a presença de tecido conjuntivo muito denso e, por vezes, hialinizado. A ausência de infiltrado de células do sistema imune em torno das partículas sugeria que tais implantes não atuaram como corpo estranho. Nos implantes de 28 dias, as partículas freqüentemente apresentaram-se, por inteiro, recobertas de osso neoformado. Mais uma vez não ocorria o infiltrado de células do sistema imune detectando-se, a este tempo, cemento neoformado ao longo das superfícies radiculares.

**SOLOMONS & NEUMAN**<sup>57</sup> (1960) investigaram "in vitro" o papel indutor da dentina desmineralizada na formação de cristais, utilizando soluções inorgânicas e ultra filtradas de soro simulado, valendo-se de raízes de dentes humanos e bovinos íntegros. Os fragmentos de dentina, após tratamento prévio com ácido clorídrico, foram desmineralizados com auxílio do EDTA, quando pode ser observada, através da microscopia óptica, a ação osteoindutora da dentina.

**PACKER & SCHAFFER**<sup>43</sup> (1964) avaliaram a capacidade indutora de implantes de cimento e dentina em pó, associados ou não ao Gelfoam, inseridos em bolsas periodontais cirúrgicas confeccionadas na área

de bifurcação de molares de cães. Os animais foram sacrificados 6 semanas após o ato cirúrgico, resultando em 71 áreas de exame. A descalcificação processou-se pelo meio de Winn's 300, e a coloração foi efetuada com hematoxilina e eosina.

Das 71 áreas observadas, 13 denotaram falhas do retalho e não foram consideradas. A sua vez, neoformação óssea foi constatada em 8 das vinte e uma áreas onde se implantara a mistura cimento-dentina e Gelfoam e, em 11, das 21 áreas onde somente o Gelfoam fora utilizado. Nas áreas controle, de 16 áreas consideradas, sete demonstraram neoformação óssea.

**MORRIS**<sup>31</sup> (1967) implantou, no tecido subcutâneo abdominal de ratas hemi-seções longitudinais de raízes de dentes humanos, na superfície dos quais eram confeccionadas 3 pequenas cavidades abrangendo cimento e dentina, tendo, cada animal, recebido dois implantes correspondentes às secções vestibular e lingual de cada raiz. O sacrifício dos animais deu-se, semanalmente, até a 8ª semana e a seguir, mensalmente até 1 ano.

Após a remoção dos implantes mais o tecido procedia à fixação, descalcificação em solução de ácido fórmico e citrato de sódio, sendo utilizados, para a coloração, os métodos da hematoxilina e eosina, de Von Kossa e o da resorcina-fucsina de Wlegert.

Ao exame histológico, os espécimes até 6 meses não exibiram neoformação de cimento embora, em poucas áreas, houvesse, sobre o cimento e a dentina, uma faixa estreita e amorfa de coloração rosa claro, que possibilitaria uma interpretação de tecido cementóide. Cápsula de tecido conjuntivo envolvia os implantes mostrando, em 1 semana, estrutura frouxa celular e vascular, durante a 2ª semana, um desenvolvimento para colágeno mais denso e compacto e, com o correr do tempo, esta característica compacta e fibrosa aumentava na medida em que decrescia a celularidade. Aos 6 meses, as fibras colágenas circunjacentes ao cimento e à dentina acusaram calcificação.

Relativamente às cavidades, nos espécimes de 2 semanas, eram elas preenchidas, completamente, por tecido conjuntivo contínuo interno à cápsula envolvente.

Os espécimes de 4 semanas denotaram calcificação na periferia do tecido conjuntivo de preenchimento das cavidades, estando, a parte central,

parcialmente composta de células gordurosas. Saliente-se que a natureza cálcica desses achados era confirmada pelo método de Von Kossa.

A partir do sétimo mês, ocorria alteração de padrão nesses poucos focos de calcificação e evidenciavam-se respostas celulares do hospedeiro ao implante, sob a forma de reabsorção e deposição de um material amorfo róseo, tanto na dentina quanto no cimento.

**BANG & URIST<sup>8</sup>** (1967) implantaram dentina descalcificada proveniente de germes dentários de ratos recém-nascidos, de dentes de ratos, coelhos e humanos adultos na câmara anterior do olho e, parte, em fendas circulares do músculo reto abdominal de ratas e coelhos, sendo a descalcificação da dentina, efetuada com auxílio de ácido clorídrico ou EDTA.

Decorridos os tempos experimentais, os implantes eram removidos juntamente com o tecido do hospedeiro e, após fixação, alguns eram seccionados e não descalcificados e, outros, descalcificados em EDTA. As secções descalcificadas foram coradas com hematoxilina-eosina-anil III e, as secções hipodescalcificadas, pelo método de Von Kossa para fosfato de cálcio. Além disso, previamente à descalcificação, as amostras eram radiografadas.

Calcados nas informações histológicas e radiográficas, os autores concluíram:

1. Germens dentários fetais, descalcificados em ácido hidrocloreídrico, sem fixação e implantados na câmara anterior de um olho, foram rapidamente reabsorvidos e não constituíram uma matriz calcificável.
2. Dentina descalcificada, de animal adulto, previamente tratada em solução forte de íons cálcio, tornou-se recalcificada no olho de rato, mesmo frente a uma baixa concentração sérica de íons cálcio e fosfato no animal.
3. A recuperação da calcificação parece depender da ação liotrópica de soluções com alta força iônica e também da ligação do cálcio a componentes da matriz dentinária, principalmente na sua proteína fibrosa.
4. A reação entre a dentina madura descalcificada e o íon metálico para restaurar a calcificação requer maior concentração de cálcio do que as necessárias para produzir efeitos comparáveis no tendão, aorta, músculo ou matriz óssea descalcificada.

5. A sequência de eventos na recalcificação de implantes de dentina madura não tratada e tratada de várias maneiras tem sido interpretada para suportar a hipótese de um mecanismo trifásico de calcificação.

**MORRIS<sup>32</sup>** (1967) realizou implantes de cimento e dentina humana no tecido subcutâneo de ratos, obedecendo metodologia semelhante a anteriormente descrita (**MORRIS<sup>31</sup>**, 1967), com as seguintes variações:

1. Uma cavidade foi realizada com disco para representar um canal horizontal parcialmente aberto em ambos os extremos e, a outra, com broca 556, para representar uma cavidade incompleta, de proporção altamente limitada.
2. Os fragmentos radiculares foram previamente descalcificados em EDTA neutro a 5% por 13 dias.
3. Os períodos experimentais foram de 1, 2, 3, 4 e 6 semanas e 2, 3, 4, 6, 8 e 10 meses.

Dos resultados obtidos, resultou a não ocorrência de neoformação de cimento além da presença de reabsorção profundamente marcante nos primeiros 6 meses e recalcificação de dentina remanescente, nos meses restantes. Ademais, a descalcificação prévia dos fragmentos radiculares destruiu a influência indutiva do cimento e da dentina, ocorrendo quando do uso de implantes não descalcificados.

**YEOMANS & URIST<sup>66</sup>** (1967), entendem, por indução, o mecanismo de diferenciação celular que depende da interação celular indutora e célula de resposta, tendo assumido as últimas um novo nível de desenvolvimento e admitem a hipótese de que o princípio da redução óssea é uma substância macromolecular complexa presente na substância extra celular de muitos tecidos esqueléticos e também existente nos tecidos da bexiga urinária, ureter e da pélvis renal.

Calcados nesta assertiva, os autores investigaram a indução óssea por dentina descalcificada implantada em tecidos orais, ósseos e musculares.

Amostras de tendão alogênico da perna esquerda, músculo quadríceps, cortical óssea e dentina descalcificadas foram implantadas em

coelhos jovens adultos da Nova Zelândia, em 3 sítios distintos: músculo reto abdominal, cavidade confeccionada na mandíbula e alvéolo dental.

A descalcificação do osso e da dentina foi efetuada com o uso de ácido clorídrico 0,6N. Amostras de matriz de osso e dentina marcadas com <sup>3</sup>H-glicina foram obtidas por tratamento de coelhos jovens em crescimento com 5 injeções, uma por dia, na dose de 1mc/g de peso corporal. Os períodos de sacrifício abrangeram 4, 8 e 12 semanas, sendo os tecidos fixados com formol a 10% e examinados por métodos radiográficos e auto-radiográficos.

Frente aos achados, descartam a reproducibilidade de um sistema reproduzível de indução para os implantes de dentina e osso, graças à presença de áreas de reabsorção por células mesenquimais colagenolíticas e capilares neoformadas.

Os implantes de tendão e músculo, realizados no músculo reto abdominal, determinaram infiltração celular inicial de leucócitos, histiócitos e células gigantes multinucleadas, sendo rapidamente reabsorvidos, de 4 a 12 semanas, não induzindo osteogênese. A sua vez, tais tecidos, implantados em defeitos ósseos do osso mandibular, foram absorvidos e substituídos por tecido fibroso que, provavelmente, retardou o processo de reparação do defeito. Quando realizados nas regiões de alvéolo, os implantes não sofreram recobrimento e não promoveram nem impediram a reparação. Poucas semanas após o implante, tais tecidos sofreram autólise, sendo sempre rapidamente reabsorvidos.

No que respeita os implantes de matriz descalcificada de dentina e osso em músculo abdominal, os autores observaram uma reabsorção lenta com presença de histiócitos, células mesenquimais, células gigantes multinucleadas e células perivasculares do tecido conjuntivo.

Relativamente à dentina, constataram reabsorção mais lenta, provavelmente devido à sua maior densidade, ausência de canais vasculares e espaços medulares. Nos períodos de 8 e 12 semanas, os implantes exibiram áreas de reabsorção maiores, de vários tamanhos, sendo que algumas continham osteoblastos, denotando diferentes estágios de preenchimento com osso neoformado, os quais exibiram remodelagem osteoelástica logo após sua formação. A seu turno, o exame autoradiográfico dos implantes de dentina

acusaram 5 linhas de matriz dentinária, marcadas pela 3H-glicina e correspondentes às cinco injeções ministradas.

De sua parte, as amostras de matriz óssea mostravam-se marcadas de modo relativamente denso e fáceis de serem identificadas.

As superfícies da matriz óssea e dentinária descalcificadas e marcadas exibiram revestimento, de fora para dentro, formado pelas seguintes camadas de células não marcadas: células mesenquimais, barreiras de células mesenquimais hipertróficas ou odontoblastos, camadas de osso lamelar neoformado e linhas de cimento.

Sugerem, os autores que as proteínas marcadas foram reabsorvidas e redistribuídas, muito mais sistêmica do que localmente.

Ao exame das cavidades preenchidas com osso descalcificado evidenciaram, após 4 semanas, reabsorção da matriz antiga e preenchimento parcial com osso neoformado enquanto a matriz dentinária descalcificada, embora bem tolerada, foi reabsorvida e substituída por osso mais lentamente que o próprio implante ósseo.

Relativamente ao implante em alvéolos, a gengiva cicatrizou rapidamente sobre o defeito e, quando deu-se o processo de reparação, novo osso aparecia visível ao exame radiográfico, em períodos variáveis de 4 a 12 semanas. Camadas radiolúcidas de tecido fibroso entre o osso neoformado pelo processo de reparação e uma massa independente de osso neoformado, provavelmente por indução, no interior da substância da matriz do implante eram observadas. Assim, o processo de regeneração do alvéolo e o de formação de osso por indução, de modo geral, progrediram separadamente, o último ocorrendo no interior de um invólucro de tecido fibroso altamente vascularizado.

Atenha-se que a indução óssea, promovida pela dentina nos defeitos ósseos, ocorreu da mesma maneira que na parede abdominal.

**STALLARD & HIATT**<sup>59</sup> (1968) acompanharam o processo de cicatrização de retalhos periodontais marginais promovidos em dentes de cães quando, previamente à sutura, procediam redução da crista óssea marginal e remoção do cimento exposto.

O exame histológico dessas regiões evidenciou, no período de 2 semanas, reabsorção da margem óssea e da superfície radicular, não espelhando reabsorção de fragmentos dentais ou ósseos presentes na área, que permaneciam completamente circundados por células.

Na terceira semana, embora não fosse observada formação de cimento diretamente sobre o retalho, detectaram formação osteóide nos fragmentos de cimento enquanto os fragmentos dentinários permaneciam inativos. Na quarta semana, os fragmentos de dentina e cimento haviam sido completamente envoltos por tecido osteóide ou cementóide.

**MORRIS<sup>30</sup>** (1969) realizou implantes de fragmentos radiculares de dentes humanos processados de modo semelhante ao já citado **MORRIS<sup>31</sup>** 1967, e obtidos de raízes previamente congeladas a -5 graus centígrados, imediatamente após a extração, por um período médio de 27 dias.

Ao exame histológico evidenciou, no prazo de 1 semana, reabsorção de dentina e, na 4ª semana, reabsorção de cimento.

As cavidades e os defeitos decorrentes da reabsorção foram recobertos com vários tipos de material. Assim, observou material amorfo róseo de aspecto cementóide, a partir da segunda semana até o 10º mês. Em outros espécimes, constatou, ainda, recobrimento por substância rosa portadora de estruturas tubulares contínuas e semelhantes àquelas da dentina adjacente.

Conclui, o autor, que o prévio congelamento da dentina e do cimento acelera a reação do tecido conjuntivo ao seu implante, produzindo depósitos de substância cementóide no período de 2 semanas, ao invés das 6 semanas necessárias quando a dentina e o cimento não sofreram tal tratamento, conforme demonstrara em trabalho anterior (**MORRIS<sup>31</sup>**, 1967).

**MORRIS<sup>33</sup>**, 1969 realizou implantes de fragmentos radiculares, em tecido subcutâneo de ratos, juntamente com fragmento ósseo e medula obtidos pela amputação do fêmur do rato hospedeiro. Nos animais controle implantou apenas osso e medula.

Decorridas cinco semanas, os fragmentos ósseos individuais foram convertidos em câmaras fechadas ou ossículos, que continham sinusóides e um nicho reticular típico de medula porém praticamente desprovidos de células. Entretanto, aos 2 meses, o nicho entre os sinusóides assumiu caráter hematopoiético e continha, no seu interior, células vermelhas e brancas, evidenciando nítido processo de remodelação óssea.

De outra parte, nos espécimes implantados com osso, medula óssea e fragmentos radiculares, constatou processo semelhante, porém de desenvolvimento mais lento. Assim, na 2ª semana, iniciou-se a remodelação óssea, separada, da raiz, por uma cápsula de tecido conjuntivo. Ossículos, no interior do tecido vascular e conjuntivo, tornaram-se aparentes no segundo mês e, somente no quarto mês, foram preenchidos com medula hematopoiética. Esse complexo ósseo ultrapassava a cápsula conjuntiva, no período de 6 a 8 meses, atingindo as raízes onde promovia reabsorções e deposição óssea nas superfícies reabsorvidas.

**SCOPP e colab.**<sup>55</sup> (1970) pesquisaram a indução óssea, através de matriz de dentina alogênica implantada em humanos.

Em pacientes que necessitavam de gengivectomia procederam incisão horizontal na papila interdental, abaixo da crista alveolar. A dentina humana descalcificada, liofilizada e irradiada foi implantada e, a região, posteriormente suturada. Em prosseguimento realizaram gengivectomias no período de 45, 60 e 90 dias, para remover os tecidos da região.

Após 45 dias, a análise microscópica denotou o aparecimento de células osteoprogenitoras e indução e reabsorção na superfície do implante.

Aos 60 dias, havia ausência de inflamação, as células osteoprogenitoras haviam maturado e osteoblastos depositaram tecido osteóide nas cavidades originadas pela reabsorção nos implantes, enquanto linhas de cimento e dentina osteóide eram visualizadas na interface.

Aos 90 dias observou-se o desenvolvimento de um osso centralmente calcificado, denominado pelos autores de ossículo.

A osteogênese mostrava-se incompleta somente nas áreas de redução de oxigênio, por tensão ou compressão muscular.

**HUGGINS e colab.**<sup>24</sup> (1970) promoveram implantes de dentina mineralizada e desmineralizada e desidratada e osso, obtidos de vários animais e humanos, no tecido subcutâneo de cobaias, camundongos e ratos. Analisaram o teor de fosforomonoesterase alcalina por métodos químicos e histoquímicos, as concentrações de fosfatase, proteínas e os quadros histológicos resultantes em diferentes períodos variáveis até um ano.

Nos transplantes alogênicos, no rato, apuraram, já no período de 24 horas, uma intensa atração, pela dentina desmineralizada, dos fibroblastos do tecido subcutâneo.

Ademais detectaram a presença de cartilagem já no sexto dia mas, aos 14 dias, muitos dos condrócitos haviam sucumbido e, aos 18 dias, a cartilagem não era mais observada. Constataram, ademais, a presença de osso no 10º e no 11º dias e, medula óssea hematopoiética, a partir do 5º dia. Após um período de 365 dias, os implantes de dentina eram compostos de osso vital.

Com respeito aos transplantes xenogênicos de dentina mineralizada ocorreu exsudato purulento no rato e na cobaia e cartilagem ou osso não foram visualizados, ao contrário do que ocorreu com a dentina desmineralizada. Portanto, relativamente ao implante em ratos, a dentina desmineralizada proveniente de cobaia, camundongo ou rato, sempre provocou formação de grande quantidade de cartilagem e osso.

No que tange à fosfatase alcalina, no rato, grande concentração dessa enzima foi induzida por dentina desmineralizada dos 3 espécimes anteriormente citados. A atividade da fosfatase alcalina induzida por dentina, de uma espécie animal implantada em outra espécie, foi sempre menor e quando do implante de dentina de rato em ratos, constataram as maiores concentrações de fosfatase alcalina.

**HUGGINS & URIST**<sup>23</sup> (1970) implantaram dentina desmineralizada de rato no tecido subcutâneo de animais de mesma espécie e determinaram a quantidade e a localização de fosfatase alcalina. Em períodos que variavam de 1 a 365 dias, auferiram que, nas primeiras 24 horas, a atividade desta enzima aumentou rapidamente até um valor máximo no 7º dia e, embora decrescendo a partir desta data, manteve valores maiores do que aquele apresentado pelo músculo da região dos implantes.

A sua vez, o exame histológico evidenciou o aparecimento de cartilagem, no período de cinco dias e, de osso e medula óssea, aos 14 dias e ainda que o osso formado persistisse até os períodos finais do experimento, a cartilagem induzida desapareceu em 5 semanas.

**MORRIS<sup>34</sup>** (1971) promoveu implantes de dentina e cimento humanos mais osso autógeno no tecido subcutâneo do rato, valendo-se de metodologia utilizada em trabalho anterior (**MORRIS<sup>31</sup>**, 1967).

No período de 1 semana, os animais controle (animais implantados apenas com osso) mostraram a presença de osteócitos vitais, picnóticos ou sua ausência nas lacunas primitivas. A presença de novas trabéculas ósseas, espalhando-se a partir dos fragmentos de osso original, continuou até a terceira semana.

Na quarta semana e até o final do período experimental, ocorreu formação de osso com medula hematopoiética.

Relativamente ao grupo experimental (implante de dentina, cimento e osso), na primeira semana verificou a presença de fragmentos ósseos distribuídos em torno da raiz com discreto crescimento trabecular.

Uma semana após, a atividade de crescimento ósseo exibiu similaridade com o grupo controle. O osso neoformado era visto sobre a dentina ou sobre o cimento, a partir da superfície externa de um tecido conjuntivo jovem em crescimento.

Na quarta semana, próximo ao fragmento radicular implantado, osso estruturado com medula óssea era visível. Na superfície da raiz, zonas de reabsorção também eram preenchidas pelo osso neoformado.

Na 6ª semana, o quadro histológico, embora semelhante, exibiu osso neoformado exuberante na periferia do implante.

Aos 2 meses, observou osso neoformado na dentina fusionado com osso depositado na superfície óssea original e, aos 4 meses, osso contendo medula, tanto na superfície do fragmento dentinário como na superfície óssea original, fusionados, entre si, numa certa extensão.

No período, de 6 a 12 meses, detectou osso com medula mais gordurosa que hematopoiética e indícios de dentina reabsorvida e repostada por contínuo crescimento ósseo.

Finalmente, conclui que dentina e cimento isolados possuem pouco ou nenhum poder indutor de mineralização mas, associados com osso, servem de bom suporte e aceleram o crescimento ósseo.

**URIST<sup>63</sup>** (1971) estudou a histogênese e morfogênese óssea em implantes de matriz orgânica de dentina e esmalte desmineralizado e demonstrou que a dentina induz células mesenquimais a funções osteogênicas, notadamente quando não é tratada, previamente, por solventes químicos.

**BANG<sup>3</sup>** (1972) analisou a formação de osso heterotópico induzido pelo implante de dentina desmineralizada em cobaias, observando também a antigenicidade da matriz dentinária. Para tanto, realizou implantes autógenos, alogênicos e xenogênicos de dentina desmineralizada, em ácido clorídrico 0,2n, lavada e liofilizada e outras amostras de dentina não desmineralizada.

Da análise dos resultados, averigou existirem algumas rejeições na dentina desmineralizada e não desmineralizada observando, porém, que os implantes eram sempre osteoindutores.

Nas dentinas xenogênicas, as induções foram falhas, concluindo, o autor, que os mecanismos indutores devem ser realizados, valendo-se de implantes dentinários alógenos.

**BANG e colab.<sup>9</sup>** (1972) valeram-se de peças dentinárias obtidas de dentes recém-extraídos de macacos e submetidas à descalcificação por ácido clorídrico e liofilizadas, que foram implantadas em cavidades ósseas, confeccionadas abaixo do ápice radicular de terceiros molares inferiores direitos, tendo, como controle, cavidades similares nos terceiros molares inferiores esquerdos.

O exame histológico dos defeitos, em períodos experimentais de uma semana a um ano, revelou tolerância tecidual aos implantes de dentina e sua gradual reabsorção, demonstrando, ademais, sua osteoindutividade e osteocondutividade. Ocorreu, portanto, completa reparação óssea enquanto, nas

cavidades controle (sem dentina), a calcificação deu-se de modo incompleto com a persistência de fibrose e defeitos no contorno.

**ANNEROTH & BANG<sup>1</sup>** (1972) realizaram capeamento pulpar em dentes de macaco, valendo-se de dentina alogênica proveniente da dentina radicular de dentes extraídos de outro animal da mesma espécie. Para a desmineralização empregaram ácido clorídrico, seguindo-se a liofilização e esterilização com óxido etilênico. O cloreto de cálcio nem sempre foi utilizado antes da esterilização. Para os dentes controle (sem capeamento) verificaram, nos períodos de 90 e 180 dias, a formação de uma barreira de substância dura, parcialmente formada por uma substância ósteo-dentinóide. Com relação às polpas capeadas com dentina, tratada ou não com cloreto de cálcio, no período de 30 dias, formou-se uma barreira parcialmente constituída de substância ósteo-dentinóide e pequenas espículas dentinárias, demonstrando melhores resultados que no grupo controle.

**BANG & JOHANNESSEN<sup>7</sup>** (1972) analisaram, à luz da microscopia eletrônica de transmissão, o resultado do implante de dentina, desmineralizada e exposta à collagenase e tripsina, no músculo abdominal de cobaia sendo, as amostras, liofilizadas e esterilizadas. No que se refere ao tratamento enzimático da dentina, utilizaram tempo de 8 a 24 horas para a collagenase e, 12 horas, para a tripsina.

No grupo controle, verificaram que, ao contrário da dentina humana, a área adjacente aos túbulos dentinários era composta de densos feixes de fibrilas colágenas. Ademais, na vizinhança da pré-dentina, esses feixes formaram uma zona de 1 micrômetro de espessura e arranjavam-se de modo paralelo ao longo eixo dos tubos. Argumentam sobre a possibilidade de que as fibrilas colágenas com estrias transversais sejam essenciais para a indução da formação de osso heterotópico e, portanto, tal capacidade indutora da dentina da cobaia deve depender de seu alto conteúdo de colágeno estável com estrias transversais.

Entretanto, quando do tratamento com collagenase por 8 horas, as fibrilas colágenas apresentavam formas irregulares e as estrias transversais não se mostravam tão distintas como nas fibrilas controle. Por sua vez, quando do tratamento pela collagenase por 24 horas, a matriz fibrosa dentinária mostrou-se com espaços vazios entre as fibrilas colágenas em pleno desarranjo e somente numa fibrila ocasional haviam estrias transversais remanescentes.

Entretanto, quando do tratamento por tripsina, embora o aspecto da matriz fosse semelhante ao anterior, muitas das fibrilas colágenas conservaram aparência estriada.

Com respeito à indução de formação óssea, o grupo controle apresentou 60% de positividade, os implantes submetidos à colagenase por 8 horas, 25% e os tratados por 24 horas com colagenase e os tratados com tripsina não propiciaram tal indução.

Sugerem, os autores, que a capacidade indutora óssea da matriz dentinária talvez se deva a uma proteína não colágena, a fósforo-proteína ou a uma proteína ainda não identificada.

**BANG & JOHANNESSEN<sup>6</sup>** (1972) procederam implantes alogênicos de dentina de cobaias, previamente submetidos à irradiação, vibração ultra-sônica e variações térmicas. Os implantes foram analisados pela microscopia eletrônica de transmissão e análise bioquímica quantitativa de aminoácidos.

Em vários animais valeram-se de dentina previamente desmineralizada, esterilizada em óxido de etileno e submetida à irradiação gama do cobalto (Co60) em doses de 0 (controle), 0.2, 0.5, 1.0, 2.0 e 10.0 milhões de rads, respectivamente. Neste grupo de animais, após um período de 5 semanas, constataram decréscimo na indução de formação óssea, proporcional ao aumento da dose de irradiação bem como diminuição no número de implantes remanescentes face as reabsorções ocorridas.

Ao exame pela microscopia eletrônica, a dentina controle continha fibrilas colágenas em abundância com estrias transversais distintas e matriz interfibrilar não granular e pouco elétron densa. A dentina submetida a 0.2 ou 0.5 milhões de rads exibiu alterações ultraestruturais pouco significativas e matriz interfibrilar com forma granular. Proporcionalmente, acima de 1.0 milhão de rads, as fibrilas colágenas mostraram-se aumentadas em diâmetro e a granulação da matriz interfibrilar manteve-se constante ao passo que os espécimes submetidos a 10.0 milhões de rads exibiram fibrilas colágenas marcadamente alteradas por uma maior espessura e perda do padrão de estrias transversais e sem matriz interfibrilar. Bioquimicamente, a quantidade de glicina e alanina aumentou proporcionalmente à quantidade de

radiação porém, mesmo a nível de 10.0 milhões de rads, o aumento não excedeu a 1,2%.

Em outra série de animais, realizaram implantes de dentina descalcificada e liofilizada previamente submetidos à vibração ultra-sônica a 90 kilociclos, 35 watts, por 2 e 4 horas respectivamente. Com respeito à indução de formação óssea, os resultados não denotaram variação em relação ao tempo de exposição à energia ultra-sônica. À análise ultraestrutural da dentina tratada por 2 horas, observaram espessos feixes de fibras colágenas paralelas, com estrias transversais bem distintas e sem irregularidades dignas de nota.

Nas amostras expostas à vibração ultra-sônica por 4 horas, a formação de lesões na matriz dentinária foi mais marcante, com feixes de colágeno menores e algumas fibrilas fundidas.

Numa terceira série, as amostras de dentina foram, previamente ao implante, submersas por 1 hora em solução salina fisiológica e submetidas às temperaturas de 40°C, 55°C, 70°C ou 80°C. No que tange a indução de formação óssea, esta ocorreu com a dentina exposta a 40°C e 55°C. Quando da exposição a 70°C e 85°C, não foi observada formação de osso. A luz da microscopia eletrônica de transmissão eletrônica as amostras submetidas à temperatura de 40°C exibiram áreas de fibrilas colágenas paralelas com estrias transversais distintas enquanto, em outras áreas, as fibrilas exibiram inchaço, bordas difusas e estrias transversais indefinidas. Nos espécimes aquecidos a 55°C, a matriz dentinária exibia grânulos e filamentos finos e apenas umas poucas fibrilas ligeiramente estriadas eram visíveis. À temperatura de 70°C a matriz dentinária, além de granular e finamente filamentosa, mostrou ausência de fibrilas colágenas estriadas. O aquecimento a 85°C transformou a matriz dentinária em um fino "meshwork", ou seja, perdeu seu arranjo estrutural.

Para todas as temperaturas utilizadas, a análise bioquímica dos aminoácidos não demonstrou qualquer aumento quantitativo.

Os implantes, em uma quarta série, foram previamente armazenados às temperaturas de 20°C, 4°C ou -20°C, por períodos variáveis de 1, 4, 12, 24, 36 ou 52 semanas.

Aproximadamente 70% dos espécimes implantados em tempos curtos induziram formação óssea. A estocagem, acima de 8-12 semanas,

pareceu apresentar menor tendência à indução. Quanto ao efeito da temperatura de estocagem obtiveram 50% de êxito na indução, mesmo após 1 ano quando estocados a 4°C ou -20°C. A estocagem à temperatura ambiente de 20°C, embora com menor sucesso, não perde o poder indutor.

**REGISTER e colab.**<sup>49</sup> (1972) implantaram fragmentos de dentina descalcificados em ácido clorídrico, liofilizados, irradiados com 0.2 Mrads de cobalto 60 e estocados em álcool etílico a 70%, na papila gengival de pacientes submetidos a tratamento periodontal.

A análise histológica das áreas implantadas, em períodos de 45, 60, 90 dias e 6 meses, demonstrou o poder osteoindutor do material implantado.

**MORRIS**<sup>37</sup> (1972) implantou, em tecido subcutâneo de ratos, fragmentos radiculares de dentes humanos preparados conforme seu trabalho anterior **MORRIS**<sup>31</sup> (1967). Para um grupo de raízes utilizou, como descalcificador, o ácido clorídrico a 4°C e, estocagem, a -5°C. Para o outro grupo, usou EDTA, associando medula autógena fresca obtida por amputação do fêmur do mesmo animal. Nos implantes descalcificados em ácido clorídrico os resultados foram idênticos aos detectados anteriormente (**MORRIS**<sup>31</sup>, 1967) com reabsorção do implante através de células multinucleadas e recalcificação parcial mas, nunca, neoformação óssea. À sua vez, os implantes descalcificados pelo EDTA e associados à medula mostraram resultados osteoindutores semelhantes aos obtidos por **HUGGINS & URIST**<sup>23</sup> (1970) em coelhos.

Sugere o autor que, provavelmente, dentina e cimento contêm nenhum ou muito pouco princípio osteoindutor e sejam muito mais um suporte favorável ao crescimento ósseo em área onde rotineiramente há crescimento ósseo. O implante radicular poderia, talvez, ser considerado como coindutor da osteogênese.

**JOHANNESSEN & BANG**<sup>28</sup> (1972) investigaram, através da microscopia eletrônica de transmissão, dentina desmineralizada de porcos da Guiné, verificando que, ao contrário da dentina humana, a área adjacente aos túbulos dentinários, na dentina desses animais, é composta de densos feixes de fibrilas colágenas. Ademais, na vizinhança da pré-dentina, esses feixes formam uma zona de 1 micrômetro de espessura e arranjam-se de modo

paralelo ao longo eixo dos tubos; na parte mais externa da dentina nenhuma diferença marcante é observada entre a estrutura colágena das zonas peri e intertubular e, aqui também, as fibrilas colágenas dispõem-se paralelamente aos túbulos. Argumentam ser possível que as fibrilas colágenas com estrias transversais sejam essenciais para a indução da formação de osso heterotópico e, portanto, tal capacidade indutora da dentina do porco da Guiné deve depender de seu alto conteúdo de colágeno estável com estrias transversais.

**RÖNNING & LUOSTARINEN**<sup>50</sup> (1973) estudaram a indução da osteogênese, através do transplante homólogo de dentina nos tecidos subcutâneos e intracerebrais de rato. Para tanto, selecionaram ratos cuja dentina era obtida dos incisivos e transplantada, intracerebral e sub-panicularmente, em 162 ratos de mesma idade e peso. Os hospedeiros foram sacrificados em períodos que variavam de 2 a 540 dias e submetidos ao estudo histológico. Constataram, aos 16 dias, osteogênese em 81 implantes. Aos 540 dias, a extensão de formação óssea variava consideravelmente. Nesse mesmo período, no tecido intracerebral, a dentina transplantada apresentava núcleos de calcificação concêntricos não dentinários e, no centro da zona de formação, aspecto celular.

**REGISTER**<sup>47</sup> (1973) pesquisou a indução de osso e cimento, através da exposição da dentina radicular desmineralizada "in situ".

Para tal, inicialmente procedeu incisão cirúrgica e abertura de um retalho na região labial de incisivos de macacos e cachorros adultos. Confeccionada a loja cirúrgica com auxílio de brocas, na região periodontal, era removida a crista óssea labial do processo alveolar, permitindo, assim, uma exposição radicular 3mm acima da região apical. Após a exposição da dentina radicular, era aplicada solução de ácido clorídrico 0,6N, por 15 minutos, seguindo-se lavagem com solução salina estéril e sutura da ferida. Contralateralmente, no mesmo animal, quando era realizado o mesmo procedimento na lavagem, a solução salina era substituída por clorofórmio-metanol-ácido.

Dos resultados obtidos, infere, o autor, que a dentina desmineralizada "in situ", através do contato com o ácido e posterior sutura, induziu a formação de novo cimento e osso e, para mais, nenhum dente demonstrou reação pulpar à desmineralização, ao passo que a reabsorção óssea estava presente em 10% dos casos.

**BANG<sup>5</sup>** (1973) promoveu implantes isogênicos e alogênicos de brotos dentais de ratos e dentina alogênica de ratos e cobaias, no músculo abdominal desses animais. Analisando os resultados, em períodos variáveis de 4 a 12 semanas, constatou que os brotos dentais de ratos, submetidos à desmineralização, foram inábeis para induzir formação heterotópica de osso. Do mesmo modo, as amostras de dentina, que não sofreram desmineralização prévia, também não propiciaram formação óssea. Entretanto, tal formação ocorreu nos casos de dentina desmineralizada, tanto pelo EDTA quanto pelo ácido clorídrico.

Relativamente às cobaias, as dentinas descalcificadas pelo EDTA e pelo ácido clorídrico favoreceram a formação óssea e a dentina mineralizada também o fez, embora em menor proporção.

Concluiu que, pelo fato de implantes simulados (sem dentina) não promoverem formação de tecido ósseo, a formação óssea, nos implantes reais de dentina desmineralizada, é um processo específico e não meramente uma reação inespecífica à cirurgia.

**BANG<sup>2</sup>** (1973) realizou implantes alogênicos de dentina, músculo estriado e tendão de Aquiles no músculo abdominal de cobaias, variando o tratamento prévio do material a ser implantado e o local do implante. Em um primeiro grupo, os implantes de dentina foram desmineralizados em ácido clorídrico em soluções variáveis de 0,2N, 0,4N, 0,6N, 0,8N, 1,0N e 2,0N por 48 horas. Os animais foram sacrificados 5 semanas após o implante e o exame histológico revelou, para esta série, a indução de formação óssea.

Em outro grupo, os implantes de dentina foram desmineralizados com EDTA ou ácido clorídrico 0,6N, por 48 horas a 4°C. Os resultados demonstraram que a indução óssea atingiu melhor índice, quando do uso de HCl, em 15 casos de um total de 20.

Em um terceiro grupo, similar ao anterior e valendo-se ácido clorídrico 0,2N, obteve indução óssea em 6 casos dentre 8 estudados.

No grupo seguinte, o implante dentinário também foi refrigerado em nitrogênio líquido a -70°C e desidratado a vácuo em aparelho

de liofilização, resultando positividade de indução osteogênica em 18, de 28 casos.

Em um quinto grupo, os implantes dentinários foram previamente desmineralizados com ácido clorídrico 0,4N a 4°C por 48 horas, liofilizados e, ao contrário dos grupos anteriores, implantados no tecido subcutâneo abdominal e não no músculo, ocorrendo indução óssea em 13 dos 16 casos estudados.

Conclui, o autor, dentre as diferentes variáveis, da validade da utilização da dentina desmineralizada com ácido clorídrico a 0,2N a 4°C por 48 horas, liofilizada e esterilizada em gás dióxido de etileno.

BANG<sup>4</sup> (1973) estudou as modulações teciduais, em relação ao tempo e à formação de osso heterotópico, com o auxílio dos implantes de dentina desmineralizada em cobaias. Para tanto, realizou implante alogênico de dentina obtida de molares e incisivos desmineralizada em ácido clorídrico 0,2N a 4°C por 48 horas, liofilizada e esterilizada em óxido de etileno. Os animais foram sacrificados em grupos de 2 a 6 após intervalo de 1 a 365 dias.

Os implantes de matriz dentinária causaram reação inflamatória de pequena monta, praticamente inexistente após uma semana. A reação celular, em volta dos implantes, mostrou-se estereotipada com proliferação e diferenciação de células mesenquimais em células osteoprogenitoras, condroblastos e osteoblastos com posterior formação de cartilagem e osso medular.

A formação de cartilagem precedeu a formação óssea mas ocorreu, em pequena quantidade, só no início, desaparecendo, 10 dias após a execução do implante. A indução e formação óssea, também rápida, persistiu por vários meses. O tecido osteogênico foi, todavia, reabsorvido, demonstrando que o osso heterotópico induzido não é mantido permanentemente.

KNUDSEN e colab.<sup>29</sup> (1974) realizaram implante alogênico de dentina humana radicular desmineralizada em tecido gengival humano.

Para tanto, implantaram 15 espécimes de dentina desmineralizada na gengiva de 6 pacientes que necessitavam de tratamento

periodontal e cujas idades variavam de 31 a 58 anos. Como controle, promoveram transplante no freio labial em 8 pacientes. Os implantes permaneceram no tecido por um período que variava de 4 a 30 semanas e demonstraram vários graus de reabsorção, embora aparentando serem bem tolerados. Os túbulos dentinários foram invadidos por células do tecido conjuntivo, sendo observada formação de tecido duro em alguns casos, não havendo, contudo, evidência conclusiva de formação óssea induzida pelos implantes dentinários.

**GROOT<sup>19</sup>** (1974) estudou a osteoindução, por meio de implante alogênico subcutâneo de dentina desmineralizada com o objetivo de verificar a estabilidade e o potencial morfogênico da dentina. Para tanto, selecionou incisivos de ratos adultos desmineralizados em ácido clorídrico a 2°C por 6 horas, lavados, liofilizados e, posteriormente estocados em pH, temperatura e tempo variáveis.

A osteoindução foi verificada quantitativamente, 28 dias após, através da avaliação do cálcio contido no implante e pela utilização de cálculos histométricos, relativamente à neoformação óssea e à remineralização da matriz dentinária original.

Observa, o autor, que a propriedade osteoindutora da dentina é instável quando incubada em pH neutro, altas temperaturas e tempos prolongados.

**STEWART e colab.<sup>60</sup>** (1976) realizaram implante de dentina autógena, alógena e xenógena, submetidos a diferentes tratamentos, no músculo e no ouvido médio do rato, a saber:

1. Implantes frescos estocados em solução salina a 0°C e utilizados 60 minutos após a remoção, sendo, alguns deles, colocados em solução de penicilina, por 20 minutos.
2. Implantes preservados em solução aquosa a 1:5000 de Cialit a 4°C, por 4 a 7 dias.
3. Implantes autoclavados a 135°C, por 35 minutos.
4. Implantes desmineralizados em ácido clorídrico 0,2N a 4°C, por 2 dias.

Observaram que o material xenogênico tende a ser extruído do ouvido e não forma união funcional com a estrutura contactante. Por sua vez, o material fresco ou preservado em cialit, tanto autogênico como alogênico, pode estimular neoformação óssea na cadeia ossicular do hospedeiro embora a atividade de reabsorção esteja manifesta. De outra parte, o material autoclavado não resulta em neoformação óssea mas a dentina alogênica desmineralizada é muito ativa na estimulação de neoformação óssea na cadeia ossicular.

Concluem que a dentina desmineralizada, em virtude de seu potencial osteoindutor, pode ser valiosa nas timpanoplastias.

**MORRIS<sup>36</sup>** (1975) estudou o resultado de implantes de fragmentos radiculares desmineralizados de dentes humanos íntegros ou em estágios de doença periodontal avançada, no tecido subcutâneo de ratos em períodos variáveis de 1 semana a 8 meses. Os fragmentos podiam ou não estar associados à medula óssea do fêmur do hospedeiro, ou ainda, submetidos a uma prévia denaturação proteica por fervura a 100°C por 1 hora. Com relação às raízes íntegras, associadas ou não com medula óssea, a formação óssea já era evidente na segunda e quarta semanas. Quando estas raízes foram previamente aquecidas, a osteogênese ocorreu após uma semana, apenas quando da utilização conjunta com medula. Quanto às raízes com comprometimento periodontal foi constatada neoformação óssea tardia de 6 a 8 meses quando o implante era realizado conjuntamente com medula. Tal fato verificou-se, nestas raízes, independentemente ou não do aquecimento prévio à implantação.

**REGISTER & BURDICK<sup>48</sup>** (1975) analisaram, em cães e gatos, a cementogênese e a reinserção do ligamento periodontal, quando a dentina radicular era exposta e desmineralizada.

Valeram-se de diferentes ácidos para a desmineralização, a saber: clorídrico, láctico, cítrico, fosfórico, tricloroacético e fórmico, além de um desmineralizador (RDO), que contém ácidos, formaldeído, agentes secantes e outras substâncias não especificadas. Além do mais, variavam o tempo de aplicação do ácido e o seu pH.

Com vistas ao tipo de desmineralizador, os ácidos cítrico e láctico e o RDO determinaram faixas de deposição cementária com reinserção de

fibras ligeiramente mais espessas. Os ácidos tricloro acético e fórmico ocasionaram mais reabsorção dentinária do que deposição de cimento.

Quanto à variação do pH e ao tempo de aplicação, os resultados demonstraram que a cementogênese e a reinserção foram melhores com o uso de ácidos mais fortes em um tempo de aplicação de 2 a 3 minutos.

**NILSEN**<sup>40</sup> (1977) efetuou implantes alogênicos de dentina, no músculo abdominal de cobaia, utilizando-se de ácido clorídrico 0,2N para a descalcificação e, gás de óxido de etileno, para a esterilização dos dentes além da liofilização. As amostras foram avaliadas com auxílio da microscopia eletrônica. De seus achados, constam reação de reabsorção, mediada por macrófagos mononucleados e dentinoclastos; reação fibroblástica com formação de cápsula inespecífica; e reação osteoblástica com formação osteóide.

**MORRIS**<sup>38</sup> (1978) implantou fragmentos radiculares na submucosa de pacientes, próximo à região do primeiro molar inferior direito.

Tais fragmentos foram descalcificados em EDTA neutro a 5% por 3 minutos ou em ácido clorídrico 0,6N e armazenados a -5°C.

De seus resultados consta que 3 implantes foram extruídos. Ao exame histológico, além de não haver ocorrido formação óssea, constatou reabsorção marcante da matriz dentinária, caracterizada pela invasão de células do tecido conjuntivo que adentravam os túbulos, removendo a substância dentinária. Algumas vezes detectaram fibras que pareciam estar ligadas à dentina e, finalmente, admite que a matriz dentinária humana não é um reduto para o osso.

**SILSTON e colab.**<sup>56</sup> (1979) realizaram implantes de dentina descalcificada alogênica (rato) e xenogênica (humana) em defeitos ósseos promovidos na fíbula de ratos e acompanharam, radiograficamente, a reparação desses defeitos nos períodos de duas e oito semanas.

Quanto aos implantes alogênicos, já com 2 semanas, em um deles ocorreu a formação de ponte óssea entre os dois extremos do defeito. Nos implantes xenogênicos tal fato se verificou na 4ª semana e, embora com 6 semanas os resultados fossem semelhantes para os dois implantes, concluiu

que, com 8 semanas, o maior índice de sucesso tende para os implantes alogênicos.

**CONOVER & URIST<sup>13</sup>** (1979) analisaram a morfogenia óssea, quando do implante da matriz dentinária obtida a partir de incisivos de coelho.

Após a retirada, os dentes foram submetidos à remoção da polpa e do cimento e sendo descalcificados em ácido clorídrico 0,6N a 2°C por 48 horas. Em seguida, através do tratamento da dentina por uma série de soluções químicas, resultou a denominada matriz dentinária gelatinosa (DMG), que era congelada para posterior implantação no músculo abdominal, onde permanecia por 28 dias.

Tanto a dentina desmineralizada como a DMG produziram formação de osso novo através da prévia diferenciação de células mesenquimais em osteoblastos.

**NILSEN<sup>41</sup>** (1980) estudou, valendo-se da microscopia eletrônica, o resultado da implantação de dentina desmineralizada alogênica, na parede abdominal de cobaias, por períodos de 16, 21 e 28 dias.

Aos 16 dias, constatou predominância de tecido osteóide, que, aos 21 dias estava sofrendo mineralização e, aos 28 dias, verificou abundância de tecido ósseo ao lado do implante dentinário, que, à sua vez, também mostrou remineralização. A formação de cartilagem, quando presente, era sempre menor que a formação óssea e ocorria aos 16 e 21 dias. Neste estudo, destinado mais aos mecanismos celulares da mineralização, demonstrou que, embora de forma diferente, tanto no osso neoformado como na dentina remineralizada, os cristais de hidroxiapatita eram iguais.

**GOULD e colab.<sup>18</sup>** (1982) implantaram, no osso parietal de ratos, dentina alógena tipo DMG, preparada segundo o método de **CONOVER & URIST<sup>13</sup>** (1979). No mesmo animal, a área oposta, sem a matriz dentinária, funcionou como controle. Constataram, na cavidade experimental, que, após 2 semanas, já era manifesta a neoformação óssea. Na oitava semana, o defeito experimental estava completamente fechado embora ainda com dentina sendo reabsorvida e com grandes espaços vasculares. Na 10ª semana, a reparação do defeito experimental, por novo osso, já estava muito avançada mas ainda incompleta.

No lado controle, a reparação se processou apenas com a formação de tecido fibroso.

**MOVIN & MOLLER**<sup>39</sup> (1982) implantaram dentina alógena desmineralizada, em ácido clorídrico, liofilizada e esterilizada, em defeitos periodontais infra-ósseos de 10 pacientes. Como controle, utilizaram 12 pacientes dos quais a metade não recebeu qualquer tipo de implante e, o restante, implante de osso proveniente da mandíbula.

Do acompanhamento dos casos, embora não ocorressem sinais clínicos de rejeição dos implantes dentinários, constataram lenta recuperação dos tecidos moles periodontais, atribuída à lenta reabsorção dos implantes de dentina.

Mesmo após 12 meses não obtiveram diferença estatisticamente significativa entre os grupos controle e experimental quanto à formação de osso alveolar.

**INOUE e colab.**<sup>26</sup> (1986) implantaram rolos de dentina alógena, desmineralizada em ácido clorídrico 0,6N, no músculo, no tecido subcutâneo, no osso e no ligamento periodontal de ratos.

Não obtiveram osteogênese até 21 dias e sim, franca formação de tecido cartilaginoso. O resultado menos significativo foi obtido no ligamento periodontal. O mesmo experimento, repetido "in vitro" até 35 dias, evidenciou resultados semelhantes.

**INOUE e colab.**<sup>25</sup> (1986) verificaram a capacidade indutora do colo de dentina na formação de cartilagem e osso quando de seu implante em músculo de ratos.

A desmineralização já efetuada frente ao uso do ácido clorídrico 0,6N, pH 1, 3 minutos, ou por 3 horas e do ácido cítrico 3M (9N), pH 1, por 3 minutos.

Os espécimes seccionados foram examinados em períodos variáveis de 7, 10, 14, 17 e 21 dias após o implante, quando então procederam análise histomorfométrica.

Ocorreu indução de cartilagem na parte interna do colo dentinário desmineralizado em ácido cítrico, mas esta era significativamente menor quando comparada a cartilagem originada nos colos que foram desmineralizados em ácido clorídrico. A quantidade de osso neoformado não diferiu frente aos métodos utilizados.

Os resultados sugerem que, quando o agente desmineralizador é o ácido cítrico, verifica-se condrogênese e osteogênese quando do implante em músculo, porém menos efetiva quando comparada à indução observada nos espécimes onde a desmineralização ocorre por conta do ácido clorídrico principalmente quando estudada em um monossistema.

Todavia parece que a desmineralização pelo ácido cítrico da superfície radicular obedeça mecanismo que resulte na indução de cimento.

**CATANZARO-GUIMARÃES e colab.**<sup>12</sup> (1986) implantaram fragmentos ou fatias (cortes) de dentina alógena desmineralizada em ácido clorídrico 0,6N em defeitos ósseos interradiculares provocados na área de pré-molares inferiores de cães.

A capacidade osteogênica foi observada tanto com os fragmentos como com as fatias de dentina. Entretanto, com as fatias a osteogênese foi mais significante e não houve reabsorção da dentina. Por outro lado, o implante dos fragmentos de dentina sofreram reabsorção e promoveram neoformação óssea em menor grau.

**SOMERMAN e colab.**<sup>58</sup> (1987) utilizaram dentina humana desmineralizada e liofilizada em culturas de células musculares de fetos de ratos de 21 dias.

Para a descalcificação dentinária, valeram-se de ácido clorídrico e de EDTA. Constataram, após 12 dias, a formação de cartilagem a partir de células mesenquimais da cultura, diferenciadas em condrócitos.

**WAAL e colab.**<sup>64</sup> (1988) implantaram partículas de dentina descalcificada, obtidas de dentes de cães, em defeitos periodontais cirurgicamente confeccionados nos mesmos animais.

A descalcificação da dentina era realizada com ácido clorídrico 0,6N e, após o resfriamento a -76°C com nitrogênio líquido, promoveram a

desidratação por sublimação direta do gelo sob vácuo e, em seguida, os fragmentos de dentina eram reduzidos a partículas de 200 a 450 micrômetros.

Os defeitos periodontais foram confeccionados na região distal dos caninos e nas áreas interproximais dos pré-molares.

Após algum tempo da realização e manutenção dos defeitos ósseos provocados, implantaram, nesses locais, as partículas de dentina previamente obtidas, sendo os animais sacrificados para estudo histológico, após períodos de 15, 45, 90, 120, 150 e 180 dias.

Após 15 dias, as partículas de dentina estavam envoltas por tecido de granulação e, sob maior aumento, detectaram deposição osteóide inicial em torno das partículas e do osso adjacente.

No período de 45 dias, as partículas de dentina mostravam-se unidas umas às outras e à superfície radicular, no que aparentava ser cimento neoformado, mais evidente na porção apical da lesão. O osso neoformado era caracterizado por sua estrutura típica, com numerosos osteócitos e osteoblastos e rico em espaços medulares altamente celularizados.

O exame histológico do período de 90 dias revelou neoformação de cimento celular na porção apical do defeito. O tecido conjuntivo da membrana periodontal exibia maior densidade e menor celularidade com fibras colágenas bem organizadas, lembrando o aspecto das fibras de Sharpey. Algumas partículas de dentina unidas ao osso eram circundadas por osteóide enquanto outras haviam sido sequestradas no osso neoformado de natureza trabecular.

Nos períodos posteriores, constataram progresso da reparação de sorte que, aos 150 dias, o osso neoformado remodelou a crista marginal original muito embora algumas partículas residuais de dentina ainda fossem visíveis no osso neoformado. Outras partículas uniam-se ao dente pelo cimento neoformado. O ligamento periodontal aparentava normalidade, com complexos fibrosos bem orientados e evidentes sinais de nova inserção.

O resultado da análise histométrica dos espécimes de 180 dias mostrou preenchimento ósseo do defeito, em cerca de 66,69% dos casos.

Concluem, os autores, que tais resultados indicam que partículas de dentina bem preparada, descalcificada, liofilizada e esterilizada constituem um excelente material de preenchimento, biocompatível com propriedades de ósteo-indução, osteomorfogênese e indução de cementogênese. Acentuam, ademais, que o preparo e estocagem da dentina de dentes extraídos por motivos diversos poderão constituir, no futuro, material de preenchimento de alterações periodontais, que "a posteriori" este paciente possa apresentar.

**TZIAFAS & KOLOKURIS<sup>62</sup>** (1990) analisaram os efeitos da dentina e da matriz óssea descalcificadas nas células ectomesenquimais da polpa ou da papila de germes dentários. Para tanto, obtiveram dentina e matriz óssea autógenas de coroas de molares decíduos e osso cortical maxilar, que foram desmineralizados com ácido acético e implantados no local da polpa e da papila de dentes de cães em erupção. Histogênese de dentina, associada com arranjo odontoblástico, foi constatada em todos os implantes dentinários. Por sua vez, deposição de osteodentina seguida, em algumas áreas, por formação de pré-dentina tubular, foi observada próxima aos implantes ósseos nos sítios pulpares. Em locais de papila, o implante de dentina exibia formação de matriz semelhante ao osso enquanto os implantes ósseos mostravam cápsula de tecido conjuntivo.

**BESSHO e colab.<sup>10</sup>** (1990) implantaram, no músculo do rato, proteína óssea morfogenética, purificada de matriz óssea e dentinária de coelhos. Verificaram que a proteína óssea morfogenética, proveniente da matriz dentinária, diferia da óssea quanto ao peso molecular e às propriedades. As duas porém induziram neoformação óssea em implantes xenogênicos, após 3 semanas de implantação. Advogam, finalmente, que a proteína morfogenética óssea deve possuir sub-unidades moleculares com características comuns em diferentes tecidos.

A esta altura, cumpre-nos averiguar dos possíveis benefícios oriundos da utilização da dentina nas manobras endodônticas.

Assim, **GÖLLMER<sup>17</sup>** (1936), com vistas a analisar o papel estimulador da dentina na formação do cimento, quando da reparação tecidual pós-tratamento endodôntico, valeu-se de dentes incisivos de cães dos quais removia raspas dentinárias, durante a instrumentação dos canais radiculares, compactando-as na porção apical, de forma a confeccionar um tampão à guisa de obturação. O restante do espaço endodôntico era preenchido com cimento.

Concluídos os períodos de observação, procedia o sacrifício dos animais, removendo as peças em bloco, contendo, cada uma, a raiz dentária e osso alveolar.

Constatou, histologicamente, que, com freqüência, os fragmentos dentinários não só mostravam-se unidos ao cimento como também conduziām à formação de novas camadas de cimento na superfície do terço apical, inclusive na zona foraminal.

**ERAUSQUIM**<sup>16</sup> (1972) confeccionou plugs de dentina, pela compressão de raspas dentinárias, nas regiões apicais dos canais radiculares de 157 molares de ratos, sendo os canais, posteriormente obturados com auxílio de 15 materiais diferentes. Após sete dias, a reação tecidual de todos os materiais foi favorável. No período de 30 a 90 dias, os materiais que continham corticosteróide demonstraram boa resposta tecidual com formação de uma linha de cimento necrótico próximo ao forame, em algumas instâncias.

Esses achados vieram demonstrar a boa tolerância do plug apical pelo organismo, além de constituir vedação entre o meio externo e interno do canal radicular.

**TRONSTAD**<sup>61</sup> (1978) verificou as reações teciduais ocorridas quando da confecção do plug de dentina em canais radiculares de dentes de 24 macacos submetidos à pulpectomia.

A reação resultante caracterizava-se pela formação de tecido cementário, envolvendo os fragmentos de dentina contidos tanto no canal principal quanto nos acessórios e, 22, dos 24 dentes, evidenciaram sucesso após 95 dias da realização da pulpectomia.

Conclui, o autor, que o plug dentinário é bem tolerado, impedindo o extravasamento do material obturador.

**OSWALD & FRIEDMAN**<sup>42</sup> (1980), analisaram a resposta peri-apical a fragmentos dentinários. Para tal, selecionaram caninos, na região da maxila de gatos maduros, que foram instrumentados, intencionalmente, além do forame apical, tendo, como último instrumento, a lima tipo k número 50. De tal sorte, raspas dentinárias eram impactadas pela condensação vertical, até a formação de um plug dentinário. A seguir, os canais eram obturados com

cones de guta-percha, e os animais, sacrificados por períodos que variavam entre 3, 5 e 8 meses. Os resultados histológicos demonstraram reação inflamatória mínima e deposição de cimento nas regiões dos fragmentos dentinários.

**HOLLAND e colab.**<sup>22</sup> (1980), realizaram estudo com o objetivo de observar o resultado da condensação de plug dentinário, originado de raspas de dentina infectada, na região apical, comparando-o com aquele proveniente de raspas dentinárias sem contaminação microbiana, valendo-se de dentes de cães.

A análise histológica confirmou que o plug apical, obtido a partir de raspas dentinárias contaminadas produziu resultado desfavorável. Assim sendo, concluem, os autores, que o uso desta técnica, frente a contaminações, não é encorajadora.

**PETERSON e colab.**<sup>45</sup> (1982) avaliaram clínica e radiograficamente, o resultado da impactação de fragmentos de dentina, prévia à obturação do canal radicular, em 128 raízes de dentes humanos. O controle longitudinal abrangeu pessoas de idade variável entre 3 a 6 anos e meio. Relativamente ao sucesso, obteve percentual em torno de 92,2%, cabendo insucesso a 3,9% das raízes e, resultado incerto, a 3,9% dos casos.

Salientam, os autores, que o plug de dentina, forma uma barreira biológica na porção apical, que, inclusive, dificulta a ultrapassagem, pelo forame, do material de obturação.

**ROSSMEISL & colab.**<sup>51</sup> (1982) estudaram o efeito da dentina liofilizada e congelada a seco como barreira apical, em dentes de macacos adultos com ápice aberto.

Os animais foram sacrificados nos períodos de 6, 13, 23 e 27 semanas.

Quando da análise dos resultados observaram que nas fases iniciais e em todos os casos, pode-se ocorrer reação inflamatória aguda. A dentina congelada a seco pode ser considerado um material biocompatível e ser efetivamente utilizada como uma barreira para impedir o extravasamento de material obturador.

**SAFAVI e colab.**<sup>52</sup> (1982) estudaram as reações apicais, quando da obturação do canal radicular utilizando, como material obturador, o Hydron em combinação com o plug dentinário, em dentes de babuínos.

Após as manobras de preparo e obturação do canal radicular os animais eram sacrificados aos 12 e 14 meses quando então o material histológico era preparado, utilizando, como corantes, a hematoxilina eosina, Brawn e Brennx e tricômico de Masson.

De início, observaram, nas proximidades das paredes do canal radicular e remanescentes de tecido pulpar interligados com o plug dentinário. À sua vez, na parte mais apical do plug, detectaram grandes áreas de calcificação irregular próximas à parede do canal radicular e ausência ou grau mínimo de inflamação.

Ao final, concluem que o plug de dentina colabora no sentido de prevenir extravasamento do material obturador para a região periapical.

**HOLLAND e colab.**<sup>21</sup> (1983) investigaram a reação periapical decorrente da utilização de diversos materiais de obturação (Tubli-seal, pasta de Maisto, Ah26 e N2) associados ao plug dentinário. Noventa dias após a obturação do canal radicular, os animais foram sacrificados e realizado o processamento histológico, os resultados, entre os grupos, mostravam similaridades, sugerindo a propriedade protetora do tampão apical.

**EL DEEB e colab.**<sup>15</sup> (1983) analisaram o extravasamento de substância irrigadora e material obturador frente à confecção ou não do plug dentinário e ao diâmetro do forame apical e, para mais, a eficiência do selamento nestas diferentes condições. Para este confronto utilizaram dentes humanos extraídos incluindo incisivos centrais superiores e inferiores e raízes palatinas e disto vestibulares de molares superiores.

Com respeito ao diâmetro do forame apical em um grupo de raízes promoviam o alargamento deste orifício com a finalidade de eliminar a constrição apical.

No que concerne ao plug dentinário, em um dos grupos promoviam o preparo do canal radicular sem adotar qualquer medida para impedir sua presença enquanto nos dois grupos restantes (forame constricto e

forame dilatado) promoviam irrigação constante até que o irrigante fluísse livremente através da abertura foraminal.

Em prosseguimento, os canais radiculares eram obturados com gutta-percha e cimento, e, os dentes, imersos em azul de metileno a 2% por 16 dias, após prévia impermeabilização com esmalte de unha.

Findo o período de imersão no corante os dentes eram seccionados longitudinalmente e, os canais radiculares, examinados por meio de microscopia de dissecção com aumento de 40X.

Constataram que o plug dentinário influi decisivamente na ultrapassagem da solução irrigante através do forame apical.

Avaliando o confinamento da obturação aos limites do canal radicular observaram que, quando da presença do plug dentinário, não ocorreria extravasamento enquanto tal acontecimento deu-se nos outros dois grupos, com maior ênfase naquelas raízes cujo forame apical sofrera prévio alargamento, ao passo que não houve diferença estatística no índice de penetração do corante entre os grupos estudados.

YEE e colab.<sup>65</sup> (1984) preocupados com os efeitos do preparo endodôntico na formação e selamento apical do plug dentinário instrumentaram canais radiculares de dentes humanos extraídos.

Com vistas a isso, os dentes foram divididos em 5 grupos englobando, o primeiro, raízes cujos canais radiculares foram instrumentados com um único instrumento e, o segundo, raízes cujos canais radiculares foram instrumentados com o primeiro mais um instrumento subsequente e, assim por diante, até o último grupo, onde foram empregues 5 instrumentos.

Após o preparo promoveram o selamento da entrada do canal radicular com Cavit G, impermeabilizaram as superfícies radiculares com o auxílio de esmalte de unha, sendo as raízes imersas em cloreto de cálcio radioativo ( $\text{Ca Cl}^{45}$ ) por duas horas e à temperatura ambiente.

Avaliando os espécimes, por meio da autoradiografia, constataram que os canais radiculares instrumentados com quatro instrumentos consecutivos denotaram menor índice de percolação, seguindo-se aqueles instrumentados, respectivamente, com 5, 3, 1 e 2 instrumentos.

Ademais, servindo-se da microscopia eletrônica de varredura, auferiram correlação entre índice de percolação e integridade do plug dentinário ou seja, este mostrava-se mais homogêneo e compacto naqueles canais radiculares que haviam sofrido instrumentação mais prolongada.

**HOLLAND<sup>20</sup>** (1984) comparou a resposta periapical ao tratamento endodôntico frente à confecção do plug de dentina e ao hidróxido de cálcio, em dentes caninos de furões (mustela furosa). A análise histológica, realizada após 3 meses, não revelou diferença de resultados quando comparadas as duas técnicas. Asseguram, os autores, que, se outros fatores tais como o tamanho das partículas, a esterilização e o aumento do selamento apical forem levados em conta, o emprego do plug de dentina poderá, no futuro, constituir técnica aceita.

**SAFAVI e colab.<sup>53</sup>** (1985) realizaram tratamento endodôntico em 24 dentes de babuínos empregando a técnica de confecção do plug dentinário e utilizando, como material obturador, o Hydron.

Atestam os autores a impossibilidade da obtenção de uma barreira de raspas dentinárias suficiente para conter o material obturador. Para mais, asseveram que, embora ocorresse formação de tecido duro, não houve total preenchimento, por parte deste, da abertura foraminal. Concluem ainda da tolerância tecidual favorável do plug dentinário.

**BRADY e colab.<sup>11</sup>** (1985) avaliaram, em dentes de Babuínos, a resposta periapical resultante da sobreinstrumentação e prévia confecção do plug dentinário à obturação do canal radicular.

Decorridos 6 meses após o tratamento endodôntico os animais foram sacrificados e, o material, submetido a tratamento histológico. Do ponto de vista radiográfico consideraram os intervalos de 2 a 6 meses. No que tange a avaliação radiográfica, melhores resultados foram obtidos no grupo controle onde, embora a sobreinstrumentação, não haviam confeccionado o plug dentinário com diferença estatisticamente significante aos 2 e 6 meses.

Com base nos achados concluem que a presença do plug dentinário não promove resposta reparacional mais rápida e favorável do que aquela produzida pela obturação convencional e, pelo contrário, propicia uma

resposta inflamatória periapical mais severa inibindo a deposição de cimento e osso.

JACOBSEN e colab.<sup>27</sup> (1985) auferiram a efetividade do tampão apical de dentina no selamento apical após o tratamento endodôntico. Para tanto, instrumentaram quarenta canais radiculares de dentes humanos anteriores extraídos e, em vinte deles confeccionaram o tampão apical. Quinze dos canais radiculares de cada grupo foram obturados com guta-percha e cimento, permanecendo, o restante, sem obturação. Os dentes, após prévia vedação superficial, foram imersos em corante azul de metileno, durante 72 horas, medindo-se sua penetração com auxílio do microscópio comparador. Num grupo adicional de dez dentes, foram preparados tampões apicais, para visualização no microscópio eletrônico de varredura.

Evidenciaram, os autores, a infiltração maior nos dentes onde haviam confeccionado o tampão apical e, ao exame pela microscopia eletrônica, verificaram espaços vazios, tanto na interface do tampão e da parede como no centro daquele.

PATTERSON e colab.<sup>44</sup> (1988) avaliaram, histologicamente, o resultado da instrumentação endodôntica realizada em dentes de macacos cujos canais radiculares haviam ou não sido obturados após o preparo, cotejando a reparação dos tecidos apicais frente a presença ou não de raspas dentinárias. Ao exame histológico de 22 canais radiculares instrumentados de 0,5 a 1 milímetro do vértice radiográfico e não obturados, constataram, em 5 dentes, inflamação periapical moderada ou severa.

Considerando ainda os canais não obturados, 8 deles exibiam inflamação severa, e ausência de raspas de dentina.

Relativamente aos 12 canais obturados, 11 exibiam raspas dentinárias e, destes, apenas 2 evidenciavam mínima inflamação periapical.

## DISCUSSÃO E COMENTÁRIOS

O papel desempenhado pela dentina como indutora na formação de tecidos duros apresenta, como demonstra a literatura anteriormente descrita, resultados discutíveis.

Como se pode observar, tal capacidade está na dependência de uma gama de fatores incidentes, tais como: tempo de observação durante a análise experimental, tipo de tecido que receberá o implante, "status" imunológico do hospedeiro, local do implante, grau de liofilização e descalcificação, preparo e forma da dentina a ser implantada.

A habilidade da dentina de induzir a formação de osso novo pode estar presente, sendo, entretanto, necessário, realçar que, por vezes, a indução inicial promove a formação de cartilagem, que é reabsorvida e substituída por osso, com a chegada das células da ossificação. Acresça-se que, em todos os trabalhos analisados, mesmo levando em conta as inúmeras variáveis acima, em momento algum registrou-se a formação de dentina.

Quando do cotejo das variáveis, no que respeita o período de duração e observação da pesquisa, constata-se que o tempo é fator de fundamental importância quando da realização de implantes heterotópicos, pois a observação de osso novo foi detectada em períodos de 2 semanas a 180 dias, findo o qual, o osso heterotópico passa a ser reabsorvido por não apresentar, nesta região, uma função específica.

Dentre outras variáveis colhidas da informação bibliográfica, a origem das dentinas estudadas restringiu-se a 6 fontes: homem, macaco, cão, cobaia, coelho e rato. A dentina obtida e preparada desta última fonte

demonstrou melhor resultado, quando do implante. De outra parte, no que tange a dentina humana, esta revelou os resultados menos favoráveis, sendo, inclusive, considerada, algumas vezes, como material não indutor.

Por outro lado, o tecido hospedeiro também apresenta variações significativas. A princípio, todos os hospedeiros são favoráveis ao implante por exibirem a diferenciação de células mesenquimais embora a irrigação sangüínea local e outros fatores envolvidos terminem por influenciar os resultados.

Assim, em ordem decrescente de favorabilidade de indução, perfilam-se os locais de implantação: músculo, tecido subcutâneo, osso, cérebro, ligamento periodontal e pele.

As reações imunológicas desenvolvidas no hospedeiro frente ao implante de dentina parecem não serem suficientes para causar a rejeição haja vista observar-se ação osteoindutora até mesmo nos implantes xenógenos.

Relativamente à importância dos agentes descalcificantes para o sucesso dos implantes, detecta-se sua alta influência nos casos favoráveis e, dentre eles, o EDTA neutro a 5% ou o ácido clorídrico 0,6 N mostraram-se mais eficazes.

O grau de descalcificação da dentina também influi, significativamente, para o bom andamento do implante.

Atente-se, porém, que a completa descalcificação da dentina, prévia à sua implantação, apresentou resultados negativos, fato que pode estar associado à perda total da camada superficial de apatita.

Por outro lado, quando da descalcificação parcial, remove-se apenas a camada externa, ficando, assim, uma área adjacente que apresenta ação cálcica dependente.

**MORRIS**<sup>35</sup> (1985) resumiu, em apenas duas variáveis, a chave do processo indutor.

A primeira seria a utilização do ácido cítrico como agente descalcificante e, a segunda, estaria relacionada com o período de

descalcificação a fim de se obter uma ação efetiva apenas na camada superficial da dentina.

Todavia, quando da análise dos tecidos neoformados induzidos por matrizes de dentina descalcificada, constata-se que, quando os implantes são realizados em áreas, tais como osso alveolar e ligamento periodontal, este tecido novo passa a ser incorporado à matriz óssea original.

Com relação à forma da dentina a ser implantada, quando a mesma é introduzida em forma de fragmentos apresenta resultados menos favoráveis do que quando utilizada sob a forma de pequenas fatias ou discos e, por último, a dentina em pó ou em geléia fornece os melhores resultados.

Vale especular, contudo, que novos caminhos deverão ser percorridos, na tentativa de utilizar-se, clinicamente, o potencial indutor da dentina, quer como material de proteção pulpar, selamento de canais radiculares, fraturas radiculares ou falhas e defeitos ósseos.

Nas condições até hoje testadas, nunca se observou que o implante dentinário tenha induzido a formação de dentina e este fato talvez esteja associado ao mecanismo reparacional do organismo pois a dentina, sendo tecido duro mais complexo e organizado, induziria, de início, estruturas mais simples, tal como a cartilagem e, posteriormente, osso, agindo, portanto, como no processo cicatricial, na tentativa de resolver a necessidade biológica presente e talvez o uso de matrizes dentinárias mais simples, encontradas na escala biológica, possam ser utilizadas, na tentativa de induzir formação dentina.

Ademais, cumpre salientar que, quando do uso de raspas de dentina compactadas da porção apical agindo conjuntamente com o material obturador, obtem-se resultados mais favoráveis.

Todavia, a propriedade selante do tampão apical é discutível mas, sem dúvida alguma, comporta-se, quando isento de microorganismos, como material bem tolerado pelos tecidos periapicais. Assim sendo é lícito realçar que o uso de uma dentina devidamente tratada, liofilizada, esterelizada parcialmente e em forma de geléia poderia, sem dúvida, apresentar resultados amplamente favoráveis na terapia endodôntica.

## **CONCLUSÕES**

Com vistas aos dados fornecidos pela literatura, parece-nos lícito inferir que:

- 5.1. O emprego da dentina como fonte indutora na formação de tecidos duros ainda carece de maiores comprovações.
- 5.2. A indução dentinária, apesar de não levar à formação de dentina, propicia a formação de cartilagem e osso.
- 5.3. Embora a formação de osso por indução dentinária englobe período de 2 semanas a 180 dias, findo este tempo, a inespecificidade de função do osso neoformado determinaria sua reabsorção.
- 5.4. A dentina do rato propicia melhores resultados e, a do homem, os piores, enquanto as dentinas do macaco, cão, cobaia e coelho permanecem em posição intermediária.
- 5.5. Relativamente ao hospedeiro, importa considerar fatores tais como irrigação sangüínea local, portando-se, em ordem decrescente, os seguintes locais: músculo, tecido subcutâneo, osso cérebro, ligamento periodontal e pele.
- 5.6. O processo de descalcificação da dentina influi no sucesso do implante, que pode variar acorde o agente e o tempo de descalcificação.

- 5.7. A forma sob a qual a dentina é utilizada influi nos resultados do implante e melhores resultados são obtidos quando do seu emprego sob a forma de pó ou geléia.**
- 5.8. O emprego de raspas dentinárias na obturação apical dos canais radiculares parece não interferir com o processo reparacional subsequente e funciona como um tampão limitador ao extravasamento do material de obturação.**

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANNEROTH, G. & BANG, G. The effect of allogeneic demineralized dentin as a pulp capping agent in Java monkeys. *Odont. Revy*, **23**(3): 315-28, 1972.
2. BANG, G. Induction of heterotopic bone formation by demineralized dentin: an experimental model in Guinea pigs. *Scand. J. dent. Res.*, **81**(3): 240-50, 1973.
3. BANG, G. Induction of heterotopic bone formation demineralized dentin in Guinea pigs: antigenicity of the dentine matrix. *J. oral Path.*, **1**(4): 172-85, 1972.
4. BANG, G. Induction of heterotopic bone formation by demineralized dentin in Guinea pigs: relationship to time. *Acta path. microbiol. scand., Sect. A* (Suppl. **236**): 60-70, 1973.
5. BANG, G. Induction of heterotopic bone formation by demineralized dentin in rats and Guinea pigs. *Scand. J. dent. Res.*, **81**(3): 230-9, 1973.
6. BANG, G. & JOHANNESSEN, J. V. The effect of physical treatment on the induction of heterotopic bone formation by demineralized dentin in Guinea pigs. *J. oral. Path.*, **1**(5): 231-43, 1972.

\* De acordo com NB. 66 da Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1978. Abreviatura de periódicos segundo "World Medical Periodicals", 1961 e "Periódicos correntes recebidos pela S.D.O.", 1979.

7. BANG, G. & JOHANNESSEN, J. V. The effect of proteolytic enzymes on the induction of heterotopic bone formation by demineralized dentin in Guinea pigs. *J. oral Path.*, **1**(5): 221-30, 1972.
8. BANG, G. & URIST, M. R. Recalcification of decalcified dentin in the living animal. *J. dent. Res.*, **46**(4): 722-30, July/Aug. 1967.
9. BANG, G.; NORDENRAN, A.; ANNEROTH, G. Allogenic demineralized dentin implants in jaw defects of Java monkeys. *Int. J. oral Surg.*, **1**(3): 126-36, 1972.
10. BESSHO, K.; TAGAWA, T.; MURATA, M. Purification of rabbit bone morphogenetic protein derived from bone, dentin, and wound tissue after tooth extraction. *J. oral maxillofac. Surg.*, **48**(2): 162-9, Feb. 1990.
11. BRADY, J. E.; HIMEL, V. T.; WEIR, J. C. Periapical response to an apical plug of dentin, filings intentionally placed after root canal overinstrumentation. *J. Endodont.*, **11**(8): 323-9, Aug., 1985.
12. CATANZARO-GUIMARÃES, S. A.; CATANZARO-GUIMARÃES, B. P. N.; GARCIA, R. B.; ALLE, N. Osteogenic potential of autogenic demineralized dentin implanted in bony defects in dogs. *Int. J. oral maxillofac. Surg.*, **15**(2): 160-9, 1986.
13. CONOVER, M. A. & URIST, M. R. Transmembrane bone morphogenesis by implants of dentin matrix. *J. dent. Res.*, **58**(9): 1911, Sept. 1979.
14. EASTOE, J. E. The amino acid composition of proteins from the oral tissues, II. The matrix proteins in dentine and enamel from developing human deciduous teeth. *Arch. oral Biol.*, **8**(5): 633-52, Sept./Oct. 1963.
15. EL DEEB, M. E.; THUC-QUYEN, N. T.; JENSEN, J. R. The dentinal plug: its effect on confining substances to the canal and on the apical seal. *J. Endodont.*, **9**(9): 355-9, Sept. 1983.
16. ERAUSQUIN, J. Periapical tissue response to the apical plug in root canal treatment. *J. dent. Res.*, **51**(2): 483-7, Mar./Apr. 1972.
17. GÖLLMER, L. Die Wurzelfüllung auf grund der reparativen fähigkeit der wurzelhant. *Z. Stomat.*, **34**(13): 761-74, 1936.

18. GOULD, T. R. L.; WESTBURY, L.; TILLMAN, J. Dentin matrix gelatin (DMG) as a possible "universal" grafting material in periodontics. *J. Periodont.*, **53**(1): 22-5, Jan. 1982.
19. GROOT, K. Bone induction by allogenous rat dentine implanted subcutaneously. *Arch. oral Biol.*, **19**(6): 477-9, June 1974.
20. HOLLAND, G. R. Periapical response to apical plugs of dentin and calcium hydroxide in ferret canines. *J. Endodont.*, **10**(2): 71-4, Feb. 1984.
21. HOLLAND, G. R.; SOUZA, V.; NERY, M. J.; MELLO, W.; BERNABÉ, P. F. E.; OTOBONI, J. A. The effect of the filling material in the tissue reactions following apical plugging of the root canal with dentin chips. *Oral Surg.*, **55**(4): 398-401, Apr. 1983.
22. HOLLAND, R.; SOUZA, V.; NERY, M. J.; MELLO, W.; BERNABÉ, P. F. E.; OTOBONI, J. A. Tissue reactions following apical plugging of the root canal with infected dentin chips. *Oral Surg.*, **49**(4): 366-9, Apr. 1980.
23. HUGGINS, C. B. & URIST, M. R. Dentin matrix transformation: rapid induction of alkaline phosphatase and cartilage. *Science*, **167**(6): 896-7, Feb. 1970.
24. HUGGINS, C. B.; WISEMAN, S.; REDDI, A. H. Transformation of fibroblasts by allogeneic and xenogeneic transplants of demineralized tooth and bone. *J. exp. Med.*, **132**(6): 1250-8, Dec. 1, 1970.
25. INOUE, T.; DEPORTER, D. A.; MELCHER, A. H.. Induction of cartilage and bone by dentin demineralized in citric acid. *J. periodont. Res.*, **21**(3): 243-55, May 1986.
26. INOUE, T.; DEPORTER, D. A.; MELCHER, A. H. Induction of chondrogenesis in muscle, skin, bone marrow and periodontal ligament by demineralized dentin and bone matrix "in vivo" and "in vitro". *J. dent. Res.*, **65**(1): 12-22, Jan. 1986.

27. JACOBSEN, E. L.; BERY, P. F.; BEGOLE, E. A. The effectiveness of apical dentin plugs in sealing endodontically treated teeth. *J. Endodont.*, 11(7): 289-93, July 1985.
28. JOHANNESSEN, J.V. & BANG, G. Transmission electron microscopy on sound demineralized Guinea pig dentin. *Scand. J. dent. Res.*, 80(3): 213-21, 1972.
29. KNUDSEN, G. E.; BANG, G.; KRISTOFFERSEN, T. Implanting of allogenic demineralized dentin in human gingival tissue. *J. clin. Periodont.*, 1(3): 153-9, 1974.
30. MORRIS, M. L. The effects of freezing human dentin and cementum before implantation in the subcutaneous tissues of the rat. *J. periodont. Res.*, 4(4): 286-91, 1969.
31. MORRIS, M. L. The implantation of decalcified human dentin and cementum into the subcutaneous tissues of the rat. *J. periodont. Res.*, 2(4): 273-81, 1967.
32. MORRIS, M. L. The implantation of human dentin and cementum into the subcutaneous tissues of the rat. *Periodontics*, 5(3): 113-22, May/June 1967.
33. MORRIS, M. L. The implantation of human dentin and cementum with autogenous bone and red marrow into the subcutaneous tissues of the rat. *J. Periodont.*, 40(5): 259-63, May 1969.
34. MORRIS, M. L. The implantation of human dentin and cementum with autogenous bone into the subcutaneous tissues of the rat. *J. Periodont.*, 42(5): 286-92, May 1971.
35. MORRIS, M. L. The inductive properties of human dentin and cementum. *J. Periodont.*, 56(11): 699-701, Nov 1985.
36. MORRIS, M. L. An inhibitory principle in the matrix of periodontally diseased roots. *J. Periodont.*, 46(1): 33-9, Jan. 1975.
37. MORRIS, M. L. A study of the inductive properties of the organic matrix of dentin and cementum. *J. Periodont.*, 43(1): 10-6, Jan. 1972.

38. MORRIS, M. L. The submucosal implantation of human allogeneic decalcified dentin. *J. Periodont.*, **49**(1): 36-8, Jan. 1978.
39. MOVIN, S. & MOLLER, G. B. Regeneration of infrabony periodontal defects in humans after implantation of allogenic demineralized dentin. *J. clin. Periodont.*, **9**(2): 141-7, 1982.
40. NILSEN, R. Electron microscopy of induced heterotopic bone formation in guinea pigs. *Arch. oral Biol.*, **22**(8-9): 485-93, 1977.
41. NILSEN, R. Electronmicroscopic study of mineralization in induced heterotopic bone formation in Guinea pigs. *Scand. J. dent. Res.*, **88**(4): 340-7, 1980.
42. OSWALD, R. J. & FRIEDMAN, C. E. Periapical response to dentin filings. *Oral Surg.*, **49**(4): 344-55, Apr. 1980.
43. PACKER, M. W. & SCHAFFER, E. M. Cementum-dentine and Gelfoam implants in surgical periodontal pockets in dogs. *Periodontics*, **18**(6): 722-9, Dec. 1964.
44. PATTERSON, S. M.; PATTERSON, S. S.; NEWTON, C. W.; KAFRAWY, A. H. The effect of an apical dentin plug in root canal preparation. *J. Endodont.*, **14**(1): 1-6, Jan. 1988.
45. PETERSSON, K.; HASSELGREN, G.; PETERSSON, A.; TRONSTAD, L. Clinical experience with the use of dentine chips in pulpectomies. *J. Endodont.*, **15**(4): 161-7, Apr. 1982.
46. RAMFJORD, S. Experimental periodontal reattachment in Rhesus monkeys. *J. Periodont.*, **22**(2): 67-77, Feb. 1951.
47. REGISTER, A. A. Bone and cementum induction by dentin demineralized "in situ". *J. Periodont.*, **44**(1): 49-54, Jan. 1973.
48. REGISTER, A. A. & BURDICK, F. A. Acelerated reattachment with cementogenesis to dentin, demineralized "in situ". I. Optimum range. *J. Periodont.*, **46**: 646-55, Nov. 1975.

49. REGISTER, A. A.; SCOPP, I. W.; KASSOUNY, D. Y.; PFAU, F. R.; PESKIN, D. Human bone induction by allogeneic dentin matrix. *J. Periodont.*, **43**(8): 459-67, Aug. 1972.
50. RÖNNING, O & LUOSTARINEN, V. Osteogenesis induced by homologous transplantation of dentin intracerebrally and subcutaneously into rats. *Acta odont. scand.*, **31**(4): 261-71, Feb. 1973.
51. ROSSMEISL, R.; MELFI, R. ; MARQUARD, J. A study of freeze-dried (lyophilized) dentin used as an apical barrier in adult monkey teeth. *Oral Surg.*, **53**(3): 303-10, Mar. 1982.
52. SAFAVI, K.; PASCON, E. A.; LANGELAND, K. Dentin chip plug and root canal obturation. In: INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR DENTAL RESEARCH. 60. New Orleans, Mar. 18-21, 1982 *J. dent. Res.*, **61**(2): 207, Mar. 1982 [Resumo nº 254].
53. SAFAVI, K.; HORSTED, P.; PASCON, E.A.; LANGELAND, K. Biological evaluation of the apical dentin chip plug. *J. Endodont.*, **11**(1): 18-24, Jan. 1985.
54. SCHAFFER, E. M. Cementum and dentine implants in a dog and a Rhesus monkey. *J. Periodont.*, **28**(2): 125-31, Feb. 1957.
55. SCOPP, I.W.; KASSOUNY, D. Y.; REGISTER, A. A. Human bone induction by allogeneic dentin matrix. *Int. Ass. dent. Res.*, **48**: 100, 1970 [Resumo nº 205].
56. SILSTON, S. M.; WERBITT, M.; COVE-JONES, J. Bone defects repaired with dentin matrix. *J. Periodont.*, **50**(4): 197-206, Apr. 1979.
57. SOLOMONS, C. C. & NEUMAN, W. F. On the mechanisms of calcification: the remineralization of dentin. *J. biol. Chem.*, **235**(8): 2502-6, Aug. 1960.
58. SOMERMAN, M. J.; NATHANSON, M. A.; SAUK, J. J.; MANSON, B. Human dentin matrix induces cartilage formation "in vitro" by mesenchymal cells derived from embryonic muscle. *J. dent. Res.*, **66**(10): 1551-8, Oct. 1987.

59. STALLARD, R. E. & HIATT, W. H. The induction of new bone and cementum formation. I Retention of mineralized fragments within the flap. *J. Periodont.*, 39(5): 273-7, May. 1968.
60. STEWART, I. A.; KUIPERS, W.; GIBB, A. G. Dentine as an ossicular substitute. *Acta Otolaryng.*, 81(5-6): 450-61, May/Jun. 1976.
61. TRONSTAD, L. Tissue reactions following apical plugging of the root canal with dentin chips in monkey teeth subjected to pulpectomy, *J. Oral Surg.*, 45(2): 297-304, Feb. 1978.
62. TZIAFAS, D. & KOLOKURIS, I. Inductive influences of demineralized dentin and bone matrix on pulp cells: an approach of secondary dentinogenesis. *J. dent. Res.*, 69(1): 75-81, Jan. 1990.
63. URIST, M. R. Bone histogenesis and morphogenesis in implants of demineralized enamel and dentin. *J. Oral Surg.*, 29(2): 88-102, Feb. 1971.
64. WAAL, H.; RUBEN, M. P.; CASTELLUCCI, G.; BLOOM, A. Histological evaluation of lyophilized, demineralized dentin for the treatment of periodontal osseous defects in dog. *Int. J. Periodont. restorat. Dent.*, 8(1): 49-63, 1988.
65. YEE, R. D. J.; NEWTON, C. W.; PATTERSON, S. S.; SWARTZ, M. L. The effect of canal preparation on the formation and leakage characteristics of the apical dentin plug. *J. Endodont.*, 10(7): 308-17, July 1984.
66. YEOMANS, J. D. & URIST, M. R. Bone induction by decalcified dentine implanted into oral, osseous and muscle tissues. *Arch. oral Biol.*, 12(8): 999-1008, Aug. 1967.

## **RESUMO**

O autor discute alguns aspectos relacionados com a capacidade de a dentina induzir a formação de tecido duro, concluindo:

- A indução de dentina não promove a formação deste tecido, mas de osso e cartilagem, ocorrendo entre 2 semanas e 180 dias.

- Quanto aos tipos de dentina, a do rato foi a que apresentou os melhores resultados, enquanto a humana, os piores. As dentinas do macaco, do cão, da cobaia e do coelho situaram-se em uma posição intermediária.

- Procurando-se relacionar os resultados da implantação de dentina com o local da implantação, foi observada a seguinte ordem decrescente de favorabilidade: músculo, tecido sub-cutâneo, osso, cérebro, ligamento periodontal e pele.

- O método de descalcificação da dentina influencia o sucesso do implante, variando em função do tempo e do tipo de agente de descalcificação.

- Os melhores resultados foram obtidos quando a dentina era empregada na forma de pó ou geléia.

- O uso de raspas de dentina na obturação do canal radicular parece não interferir no processo reparacional, funcionando como um tampão limitador do extravasamento do material de obturação.

## SUMMARY

### DISCUSSIONS CONCERNING THE ABILITY OF DENTIN TO INDUCE FORMATION OF HARD TISSUE AND ITS POSSIBLE USE IN ENDODONTIC TREATMENT

The author by reviewing the literature, discusses some aspects related to the ability of dentin to induce formation of hard tissue and its use in Dentistry with special reference to Endodontics and concludes:

- The induction by dentin do not promote formation of dentin but of bone and cartilage. This formation occurs on a period of 2 weeks to 180 days and the lack of bone function determines its further resorption.
- The rat dentin gave the best results and the human dentin the worst while the dentin of monkey, dog, Guinea pig and rabbit stay on an intermediary position.
- Regarding the relation between success of the dentin implant and site of implantation it was possible to consider in decrescent order: muscle, sub-cutaneous, tissue, bone, brain, periodontal ligament and skin.
- The method of decalcifying dentin influences the success of the implant in function of the type of decalcifying agent and the time of decalcification.
- Best results are achieved when the dentin is used on the form of bower or gelatin.
- The use of dentin chips on root canal filling do not interfere with the pulp stump regeneration and acts as a barrier to the filling material.