

Grupo:

Gabriela Zednik
Gabreila Borelli
Gabriela Scheffer
Giovanna Maldonado
Giullia Cristina Almagro
Helena Ohara
Heloisa Veiga da Silva
Iasmim da Fonseca barros
Isabela Mendes
Ivan Ascencio Dias
Joyce Campos de Miranda

**Edited by Foxit PDF Editor
Copyright (c) by Foxit Corporation, 2003 - 2010
For Evaluation Only.**

A dentina e a polpa são dois tecidos intimamente relacionados

A dentina é um tecido mineralizado de natureza conjuntiva que constitui a maior parte da estrutura do dente, sendo recoberta pelo esmalte, na porção coronária e pelo cimento, na porção radicular. A dentina aloja no seu interior um tecido conjuntivo não mineralizado — a polpa dentária — com quem possui muitas características comuns referentes a origem, relação topográfica e função. Por essa razão, esses dois tecidos são intimamente relacionados, desde a fase de formação como também no dente completamente formado, constituindo, dessa maneira, o complexo dentina-polpa.

A constituição orgânica e mineral da dentina é semelhante à do tecido ósseo

A dentina é uma estrutura avascular que não apresenta células no seu interior. Apenas os prolongamentos dos odontoblastos estão dentro de túbulos que a percorrem desde a polpa até a junção amelodentinária, embora, como será visto posteriormente, eles pareçam não preencher a total extensão desses túbulos. Além dessas características, a dentina apresenta algumas semelhanças com o tecido ósseo. Todavia, a dureza da dentina, considerada um pouco maior que a do osso, é devida ao seu maior conteúdo mineral, estimado em 70% do seu peso, na forma de hidroxiapatita. O restante da sua composição é constituído por aproximadamente 18% de material orgânico e 12% de água (Fig. 7-01).

Embora a dureza da dentina seja maior que a do osso, ela é significativamente menor que a do esmalte que a recobre.

Devido à sua estrutura tubular, a dentina é um tecido que possui certa resiliência ou "elasticidade", desempenhando importante papel na sustentação do esmalte, amortecendo um pouco as forças da mastigação, reduzindo, desse modo, a possibilidade de fraturas.

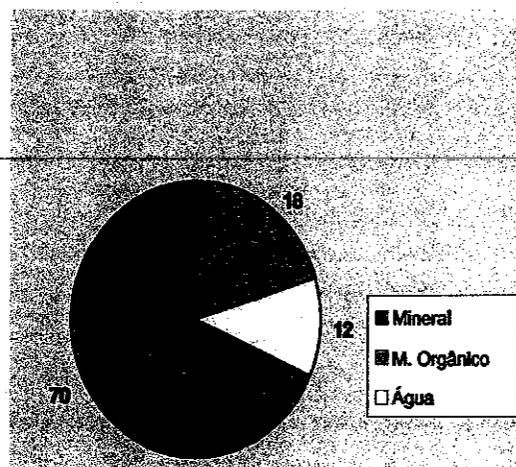


Fig. 7-01: Composição da dentina em relação ao peso (em %).

A dentina apresenta cor branco-amarelada, que é parcialmente observada desde o exterior devido à translucidez do esmalte.

A dentina é a principal responsável pela cor do dente. A cor amarelada da dentina torna-se geralmente mais intensa com o avançar da idade.

A polpa, por sua vez, é um tecido conjuntivo não mineralizado rodeado inteiramente pela dentina. A polpa se comunica com o ligamento periodontal, outro tecido conjuntivo, através do forame apical e das foraminas acessórias.

Algumas alterações como a inflamação (pulpite) e a dor são singulares na polpa dentária, se comparadas às dos outros tecidos conjuntivos, devido à sua impossibilidade de expansão, que é totalmente impedida pelas paredes rígidas de dentina.

DESENVOLVIMENTO (DENTINOGÊNESE)

A dentina e a polpa se originam da papila dentária

Durante o processo de formação da dentina, denominado dentinogênese, células da periferia da papila dentária (polpa primitiva) se diferenciam em odontoblastos, que são as células responsáveis pela formação da dentina. O restante da papila dentária constituirá a polpa no dente formado.

Durante a dentinogênese, duas etapas podem ser diferenciadas: a formação da dentina coronária e a formação da dentina radicular. Ainda é necessário diferenciar o momento inicial da dentinogênese, quando é formada a primeira camada de dentina, denominada do manto, da formação do restante da dentina, chamada circumpulpar. Contudo, o primeiro evento da dentinogênese é a diferenciação das células formadoras, os odontoblastos, a partir de células ectomesenquimais.

DIFERENCIAÇÃO DOS ODONTOBLASTOS

Células ectomesenquimais da periferia da papila dentária se diferenciam em odontoblastos

Como foi mencionado no capítulo de odontogênese, a cavidade oral primitiva encontra-se revestida, antes do início da formação dos dentes, por duas ou três camadas de células epiteliais derivadas do ectoderma, as quais se apóiam sobre um tecido embrionário que apresenta características especiais devido à sua origem: células provenientes das cristas neurais migram muito cedo para estes locais, constituindo o ectomesênquima. Na seqüência da odontogênese, as células do germe dentário sofrem sucessivas modificações, muitas das quais são devidas a fenômenos resultantes de interações epitélio-ectomesênquima. Desse modo, após a formação da lâmina dentária, o germe dentário passa por várias fases de desenvolvimento. Durante as fases de botão e capuz, todas as células do epitélio

interno do órgão do esmalte estão em contínua divisão, determinando o crescimento em volume do germe dentário. Entretanto, uma vez estabelecida a fase de campânula, o germe praticamente pára de crescer, possuindo, a essa altura, todos os elementos celulares necessários para formar as estruturas dentárias. Assim, nos locais correspondentes às futuras cúspides coronárias, onde a dentina iniciará sua formação, a atividade mitótica interrompe-se e as células do epitélio interno do órgão do esmalte, originalmente cúbicas ou cilíndricas baixas, alongam-se, tornando-se francamente cilíndricas, com seus núcleos alinhados agora muito próximos ao estrato intermediário, sendo então chamadas de pré-ameloblastos. Por volta desta época, as células da papila estão afastadas dos pré-ameloblastos deixando uma estreita faixa acelular. As células ectomesenquimais da papila são pequenas, de forma fusiforme ou estrelada, com núcleo localizado centralmente em um citoplasma escasso que contém poucas organelas. A matriz extracelular da papila é constituída por abundante substância fundamental com poucas e finas fibrilas colágenas. Quase imediatamente após as modificações observadas nas células do epitélio interno, outras mudanças são observadas na papila dentária subjacente. As células ectomesenquimais da periferia da papila, agora chamadas também de pré-odontoblastos, aumentam de tamanho graças ao desenvolvimento de organelas de síntese e secreção de proteínas, diferenciando-se nas células que formarão a dentina, os odontoblastos. Com a diferenciação dos pré-odontoblastos e seu conseqüente aumento de volume, a faixa acelular é eliminada gradualmente, passando a ser ocupada pelos odontoblastos (Figs. 6-21 e 7-02).

Os pré-ameloblastos induzem a diferenciação dos odontoblastos

Muitos experimentos indicam que a diferenciação dos odontoblastos a partir das células ectomesenquimais indiferenciadas da papila dentária é iniciada pela influência das células alongadas do epitélio interno do órgão do esmalte. Pesquisas ini-

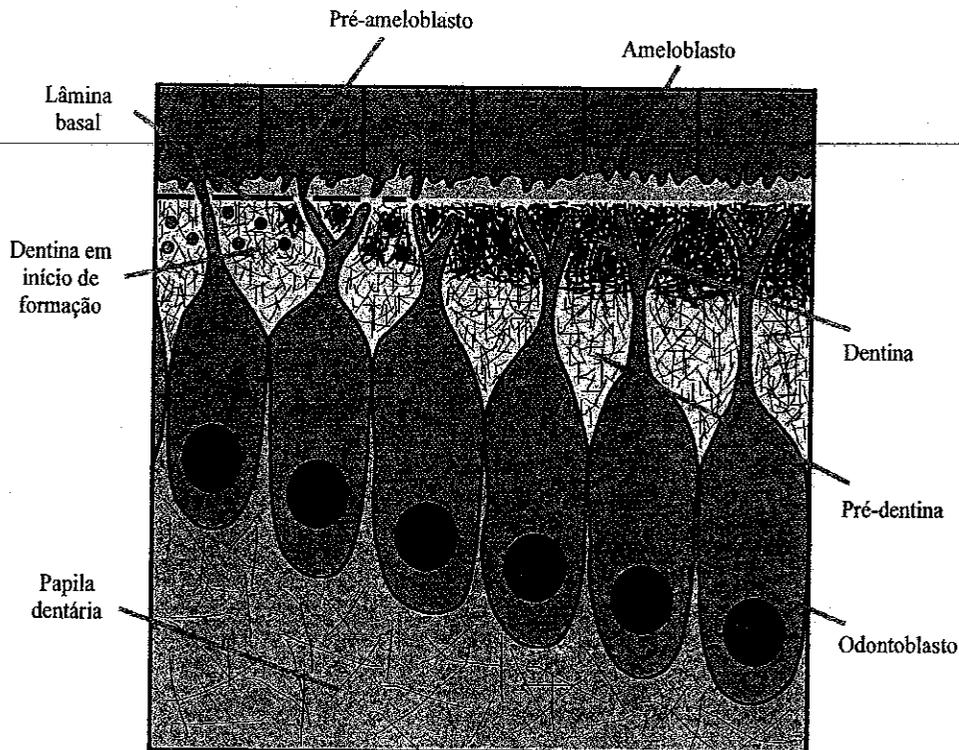


Fig. 7-02: Fases iniciais da dentinogênese.

ciais com heteroenxertos em mamíferos, sugerem que o epitélio interno tem importante papel na diferenciação dos odontoblastos. Associações entre o órgão do esmalte e a papila dentária, demonstram que a interação entre esses tipos celulares é absolutamente essencial para a diferenciação citológica e funcional tanto dos odontoblastos como dos ameloblastos. A ação do epitélio interno do órgão do esmalte sobre as células da papila dentária é mediada pela lâmina basal que está presente na interface epitélio-ectomesênquima (Fig. 7-03). Esta estrutura, quando observada ao microscópio eletrônico, é constituída por uma lâmina densa central, por uma lâmina lúcida, voltada para o epitélio interno e por uma lâmina difusa, muito menos distinguível, voltada para a papila dentária. Durante o início da odontogênese, nas fases de lâmina dentária e de botão, a lâmina difusa é muito esparsa. Nas fases subseqüentes, esta lâmina difusa passa a conter maior quantidade de material fibrilar e granular, tornando-se um pouco mais evidente. Com o avançar do desenvolvimento, os curtos processos das células ectomesenquimais da

periferia da papila dentária vão ficando cada vez mais próximos da lâmina basal. Na fase que precede a diferenciação dos odontoblastos, a lâmina basal subjacente ao epitélio interno do órgão do esmalte, tem sua composição já estabelecida: a lâmina densa é constituída principalmente por colágeno tipo IV, laminina, heparan sulfato e fibronectina enquanto as lâminas lúcida e difusa contêm colágeno dos tipos I, I-trímero e III, ácido hialurônico e condroitins 4 e 6 sulfato, todos eles intimamente associados à lâmina densa. A lâmina densa é formada basicamente pelas células do epitélio interno enquanto os colágenos tipo I, I-trímero e III, bem como os condroitins 4 e 6 sulfato, presentes nas lâminas lúcida e difusa, são formados pelas células ectomesenquimais da periferia da papila dentária.

A lâmina basal desempenha papel importante na indução da diferenciação dos odontoblastos

Na fase de diferenciação dos odontoblastos ocorrem algumas modificações na lâmina basal, especialmente do lado da papila dentária: o colá-

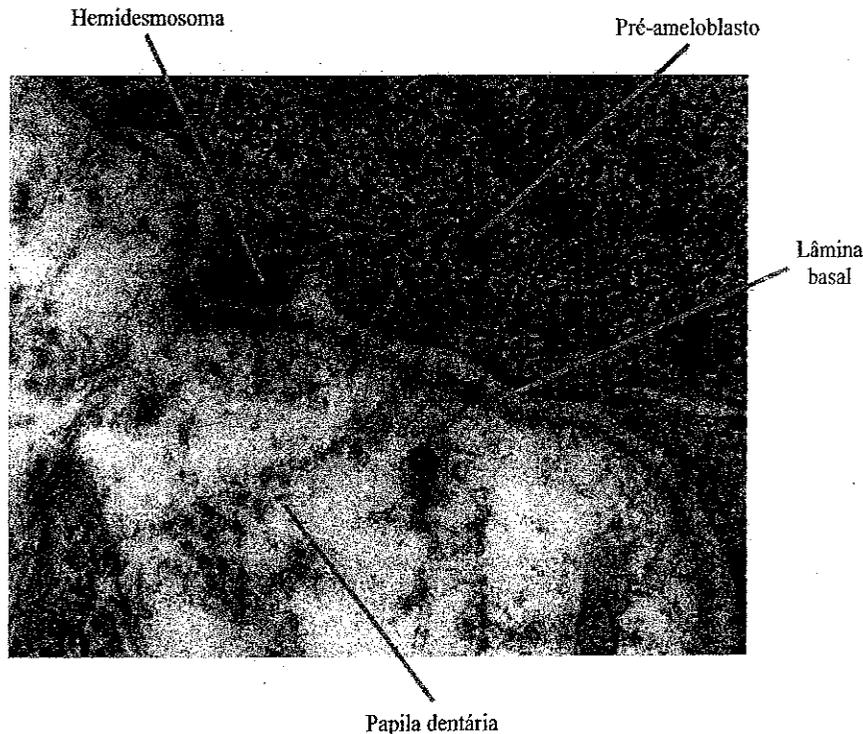


Fig. 7-03: Interface entre o epitélio interno do órgão do esmalte e o ectomesênquima da papila dentária. Notar a lâmina basal bem evidente e a presença de hemidesmosomas. MET.

geno tipo III desaparece e, na matriz extracelular da periferia da papila dentária, tanto a fibronectina como as glicosaminoglicanas que até então rodeavam as células ectomesenquimais indiferenciadas, vão se localizar apenas em relação ao pólo distal dos odontoblastos, que agora estão em diferenciação. Assim, a diferenciação dos odontoblastos seria controlada por um fluxo de informações circulantes entre as células epiteliais e ectomesenquimais, com a secreção direta de mensageiros químicos a partir dos pré-ameloblastos, os quais estariam interagindo com receptores presentes na membrana plasmática das células ectomesenquimais da periferia da papila dentária.

Fatores de crescimento, integrinas e matriz extracelular participam na iniciação da diferenciação dos odontoblastos

Essas interações seriam mediadas pela matriz extracelular, sendo a lâmina basal uma interface dinâmica e assimétrica que sofreria modificações conformacionais influenciadas por atividades espe-

cíficas das células adjacentes, as quais, por sua vez, respondem frente a alguns fatores de crescimento como o TGF- β 1, como em outros sistemas do nosso organismo onde a matriz extracelular desempenha um papel importante tanto para a migração e adesão, como para a divisão e diferenciação das células.

As membranas plasmáticas dos pré-ameloblastos e das células ectomesenquimais, possuem receptores específicos (integrinas) para moléculas de adesão da superfície celular, entre elas a laminina da lâmina basal. Essas moléculas, por sua vez, possuem domínios de ligação para colágeno, para proteoglicanas e para moléculas de adesão do substrato, entre estas a fibronectina, que se ligam também às integrinas das células. Todas estas mudanças na conformação das superfícies celulares são reguladas por fatores de crescimento que são polipeptídios que iniciam a proliferação, migração e diferenciação em diversas células durante os eventos morfogênicos.

O processo de diferenciação das células ectomesenquimais da periferia da papila dentária

é gradual. Além disso, durante as fases de botão, capuz e campânula vai aumentando a duração do ciclo celular dessas células, como resultado da maior duração da fase G1, a qual permite modificações transcricionais. Os odontoblastos são células pós-mitóticas; calculando-se que ocorram pelo menos 14 ou 15 divisões entre o início da odontogênese e a diferenciação dos odontoblastos. Durante a última divisão celular, o fuso mitótico orienta-se perpendicular à lâmina basal, após interação do citoesqueleto com a matriz extracelular através de receptores da membrana plasmática (integrinas). A diferenciação propriamente dita inicia-se após a última divisão dos pré-odontoblastos, sendo caracterizada pelos seguintes eventos: término do ciclo celular, início da polarização e, ainda, modificações transcricionais e pós-transcricionais.

Com a diferenciação e polarização, os odontoblastos se tornam típicas células secretoras de proteínas

Assim, simultaneamente com a diferenciação, ocorre a polarização dos odontoblastos. Esta é controlada pelos receptores da membrana plasmática, os quais modulam a atividade do citoesqueleto. Por sua vez, componentes da matriz extracelular modificam a distribuição e localização desses receptores na membrana. Quando ocorre a polarização, os odontoblastos se alongam e o núcleo permanece na extremidade oposta ao epitélio interno do órgão do esmalte, constituindo assim o pólo proximal (Figs. 6-21 e 7-02). Também, desenvolvem-se o retículo endoplasmático granular e o complexo de Golgi, alinhando-se paralelamente ao longo eixo da célula. No pólo distal dos odontoblastos formam-se vários processos curtos (Fig. 7-04). Posteriormente, com a deposição da matriz orgânica, que resulta no conseqüente afastamento dos odontoblastos em direção à papila dentária, e com o avanço da polarização, forma-se um prolongamento único — o prolongamento odontoblástico — que mantém ramificações próximas ao limite amelodentinário (Fig. 7-05). A diferenciação final dos odontoblastos e sua subseqüente polarização, resultam no aumento da síntese de colágeno tipo I e

na supressão da síntese de colágeno tipo III. No início da diferenciação, os odontoblastos aproximam-se, estabelecendo entre eles junções comunicantes ou *gap*. O posterior aparecimento de junções do tipo oclusivo ou *tight* entre os odontoblastos está relacionado aos eventos finais de diferenciação e polarização destas células (Fig. 7-06).

FORMAÇÃO DA MATRIZ ORGÂNICA DA DENTINA

Os constituintes da matriz orgânica da dentina são produzidos pelos odontoblastos

Como os outros tecidos que sofrem mineralização, a matriz orgânica da dentina tem dois componentes: o fibrilar, constituído pelas fibrilas colágenas e a substância fundamental interfibrilar. O colágeno presente na dentina é principalmente do tipo I e representa 90% da matriz orgânica. Outro tipo de colágeno, o V, está também presente, mas em proporção muito baixa. Os restantes 10% da matriz orgânica da dentina são constituídos pelas chamadas proteínas não colágenas, que são: sialofosfoproteína dentinária (DSPP) [que se desdobra na matriz em sialoproteína dentinária (DSP) e fosfoproteína dentinária (DPP)], proteínas da matriz dentinária 1, 2 e 3 (DMP 1, DMP 2 e DMP 3) e proteínas morfogenéticas dentinárias. Tanto a osteopontina, a osteocalcina e a osteonectina, que são abundantes na matriz do osso, são encontradas em pequenas quantidades na dentina. Proteoglicanas ricas em leucina de cadeias pequenas como decorina, biglicana e osteoaderina estão também presentes na matriz mineralizada da dentina, além de proteínas séricas (Tabela 7-01).

As células responsáveis pela síntese e secreção da matriz orgânica da dentina são os odontoblastos. Por ser o colágeno do tipo I o componente mais abundante dessa matriz, os odontoblastos recém-diferenciados apresentam as características ultra-estruturais típicas de uma célula sintetizadora e secretora de proteínas com o pólo ou extremidade proximal, do lado do núcleo, e distal, do lado da matriz em formação (Fig. 7-04).

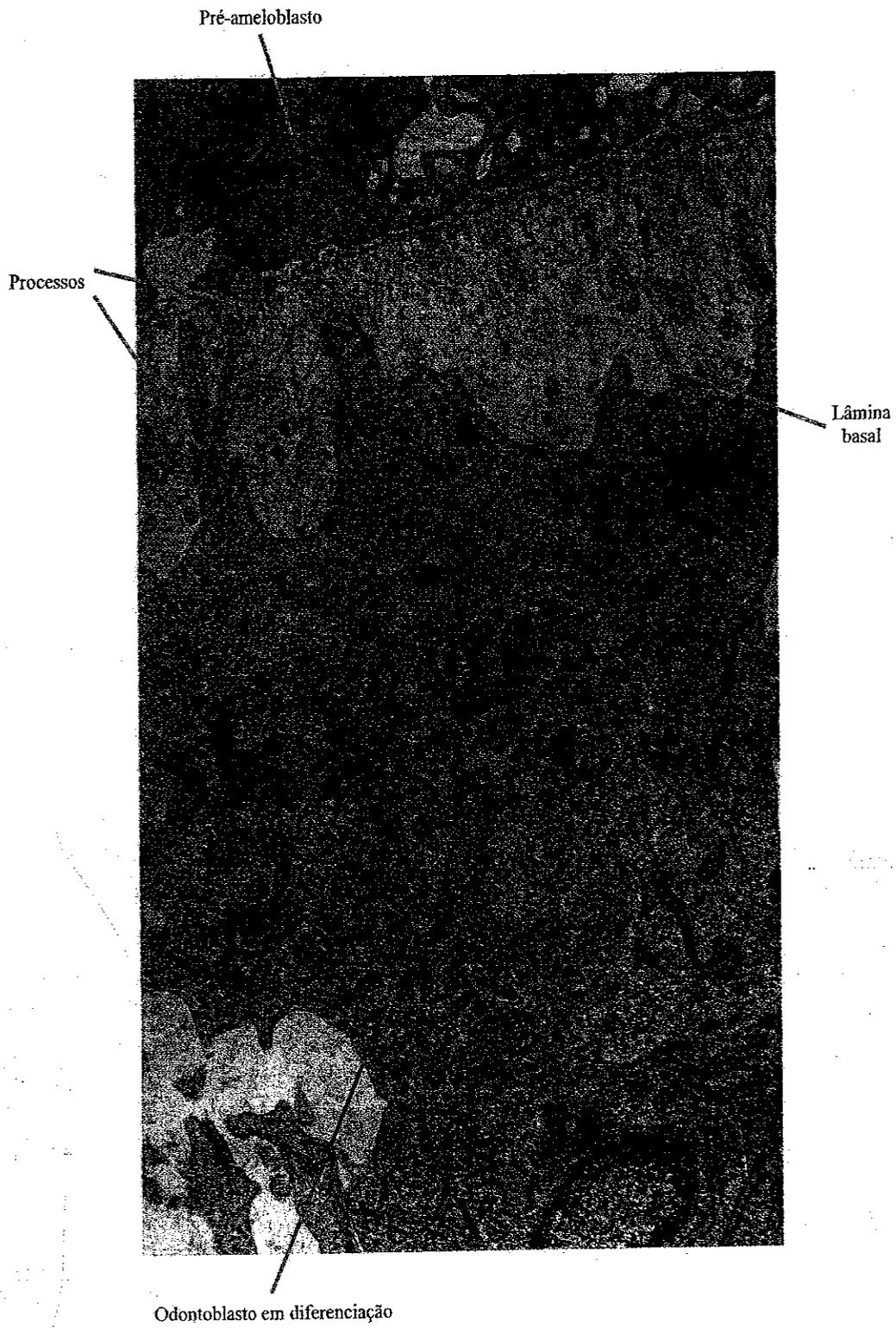


Fig. 7-04: Odontoblasto em início de diferenciação e polarização apresentando vários processos curtos na sua extremidade distal. MET.

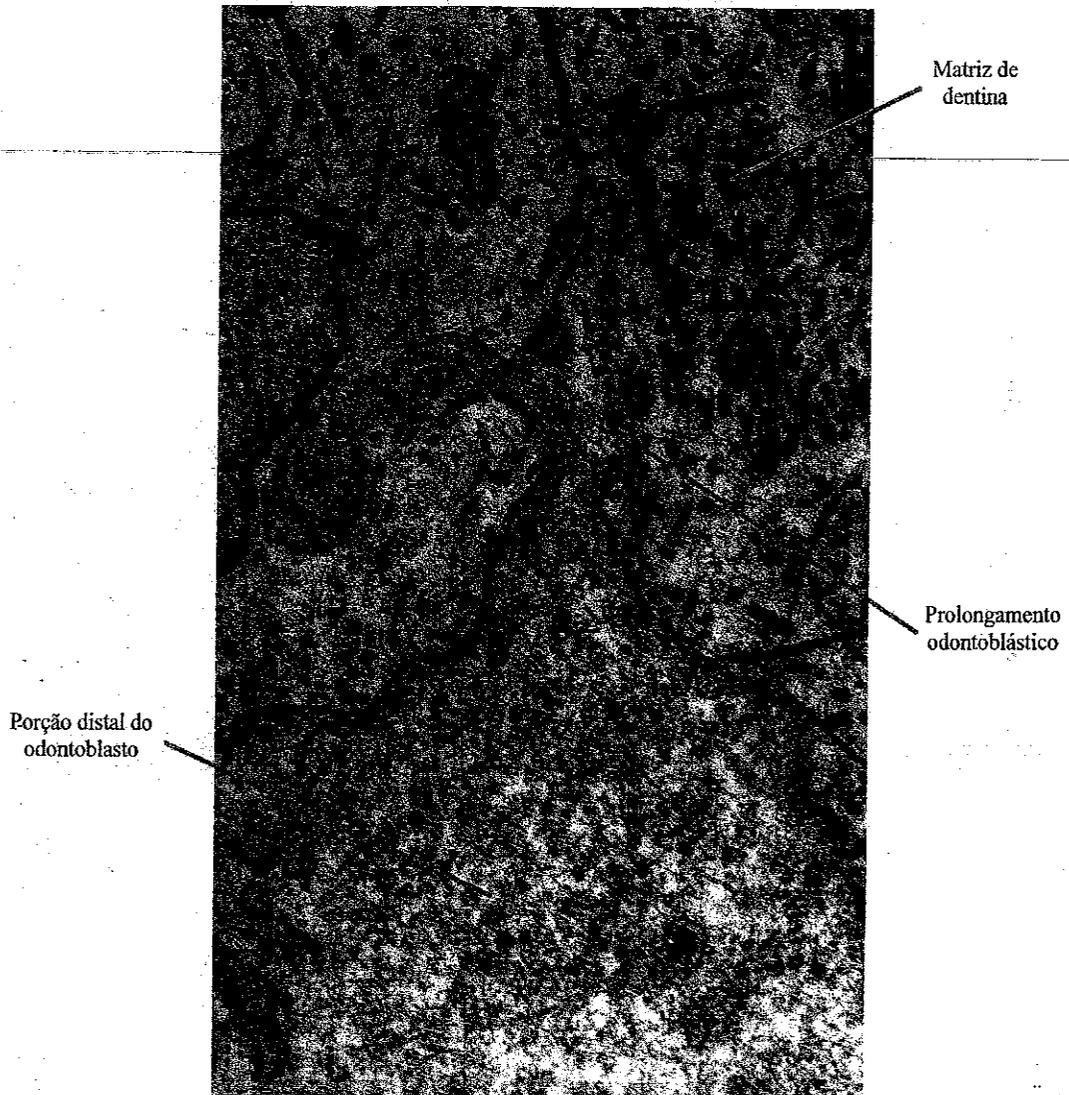


Fig. 7-05: Odontoblasto em fase adiantada de diferenciação com um prolongamento único. MET.

Colagênio I	35%
Colagênios II e V	5%
Constituintes não colagênicos (stalo proteína dentinária, fosfoproteína dentinária, proteínas da matriz dentinária 1, 2 e 3, proteínas morfogenéticas dentinárias, osteopontina, osteocalcina, osteonectina, decorina, biglicana, osteoaderina, proteínas séricas)	10%

Tabela 7-01: Constituintes orgânicos da dentina

A formação dos constituintes da matriz pelos odontoblastos ocorre por mecanismos característicos de células produtoras de material para exportação

Apesar de que desde o início do século passado foi suposto que os odontoblastos seriam os formadores dos principais componentes da matriz orgânica dentinária, essa questão só foi elucidada com a introdução de métodos radioautográficos, primeiro através da microscopia de luz, que permitiram verificar a rápida incorporação de aminoácidos precursores na área ocupada pelo retículo

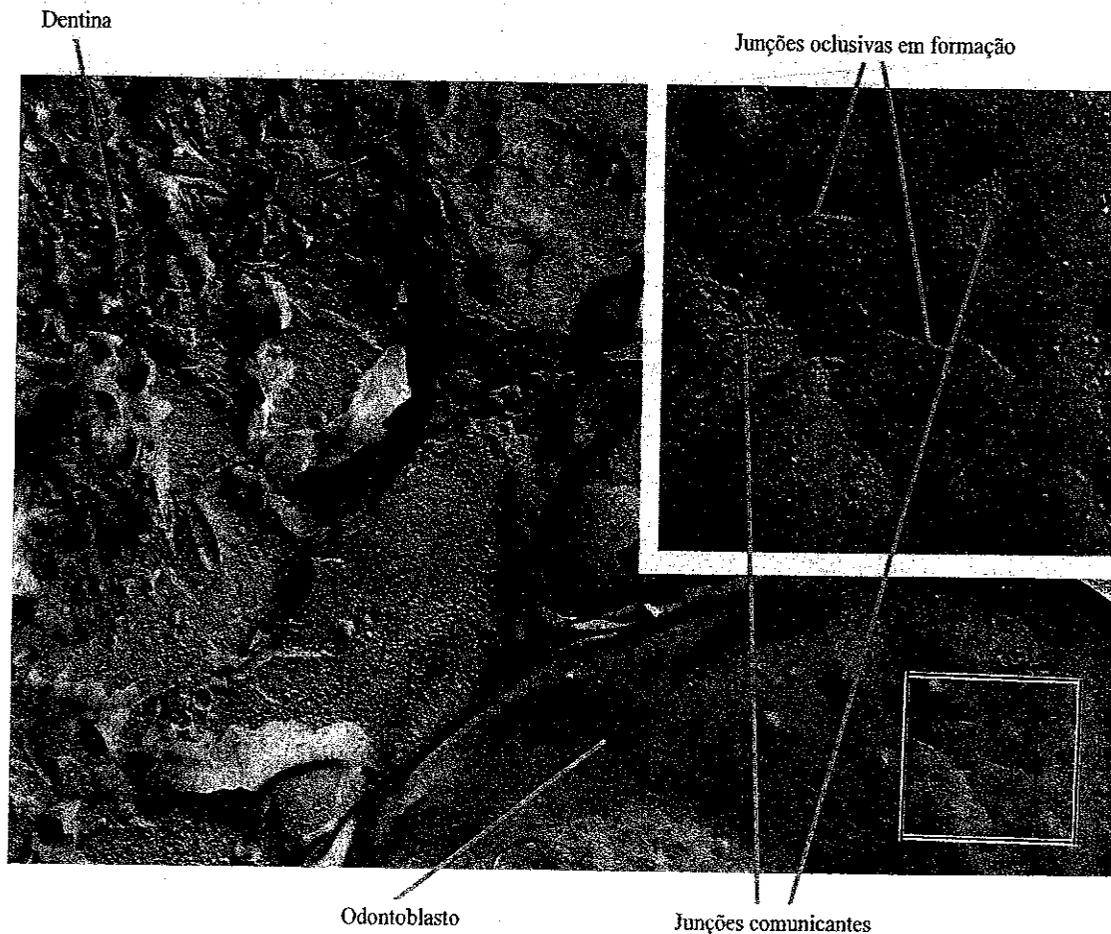


Fig. 7-06: Início da formação de junções entre odontoblastos. Notar, no detalhe, várias junções comunicantes e curtas fileiras de partículas juncionais do tipo oclusivo. MET-Criofratura (De Arana-Chavez & Katchburian, *Anat Rec*, 248:332, 1997).

endoplasmático granular dos odontoblastos e sua posterior secreção para a matriz (Fig. 7-07). Todavia, através da microscopia eletrônica, após a administração de aminoácidos precursores marcados, foi determinada a via seguida pelos precursores do colágeno dentro da célula e também a maneira pela qual são secretados para a matriz. Assim sendo, os precursores iniciais do colágeno, conhecidos como cadeias pro- α 1 (I) e pro- α 2 (I), são sintetizados nos ribossomos do retículo endoplasmático granular e liberados para o interior das cisternas. Em seguida, os túbulos e vesículas intermediárias levam as cadeias pro- α para as distensões esféricas do primeiro sáculo da face cis do Golgi, aonde são descarregadas. Uma vez no complexo de Golgi, as cadeias se entrelaçam formando uma tripla hélice, constituindo, dessa maneira, o procolágeno, o qual migra de sáculo para sáculo em direção às

distensões cilíndricas da face trans do Golgi (Fig. 7-08). Durante essa migração, o procolágeno sofre a adição de carboidratos (glicosilação), após o que as moléculas de procolágeno são conduzidas para o pólo distal da célula, via vesículas transportadoras, conhecidas como grânulos de secreção. Graças à atividade de microtúbulos e microfilamentos, os grânulos são levados para a superfície da célula para serem liberados por mecanismos de exocitose. Uma vez na matriz extracelular, enzimas (procolágeno-peptidases) removem os propeptídeos, transformando o procolágeno em tropocolágeno, o qual posteriormente vai se agregar para constituir as fibrilas colágenas.

Os elementos não fibrilares da matriz extracelular são também sintetizados pelos odontoblastos, seguindo vias similares aos precursores do colágeno.

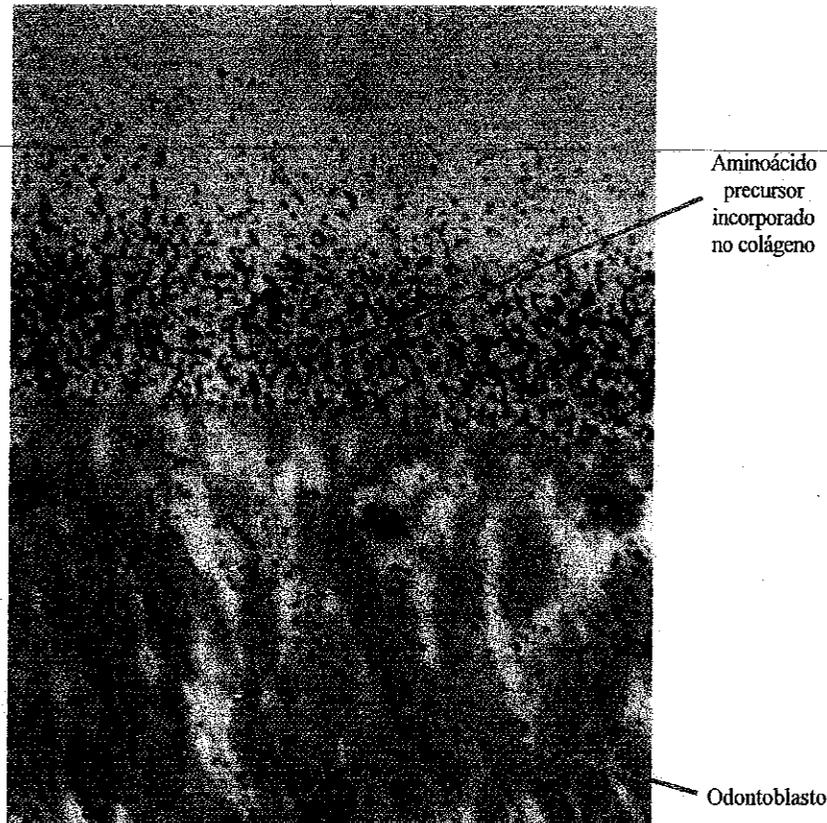


Fig. 7-07: Incorporação de prolina triçada no colágeno da matriz dentinária em formação. ML-Radioautografia (Cortesia Dra. T. Zorn).

FORMAÇÃO DA DENTINA DO MANTO

Fibrilas colágenas e vesículas da matriz são os elementos mais conspícuos da matriz inicial da dentina

O processo de formação da dentina do manto, começa com a secreção dos principais constituintes da matriz orgânica, sendo as fibrilas colágenas os elementos mais numerosos. Embora a maioria delas estejam dispostas em várias direções, muitas fibrilas grossas, com aproximadamente 100 nm de diâmetro, dispõem-se perpendiculares à lâmina basal (Fig. 7-09). Simultaneamente com a secreção das primeiras fibrilas, aparecem conspícuos corpos arredondados ou ovais rodeados de membrana, de tamanhos variáveis (50-200 nm de diâmetro), denominados vesículas da matriz, que brotam dos

odontoblastos, passando a situar-se entre as fibrilas colágenas (Fig. 7-10).

O odontoblasto em diferenciação desenvolve inicialmente vários processos curtos e posteriormente um prolongamento único

Com a presença dos primeiros componentes da matriz orgânica da dentina, os pré-ameloblastos completam sua diferenciação, tornando-se ameloblastos, com sua membrana plasmática distal ondulante, enquanto a lâmina basal vai se tornando descontínua. A observação de lisosomas na porção distal dos ameloblastos, sugere que essas células, em conjunto com certa atividade proteolítica dos odontoblastos, seriam os responsáveis pela desagregação e remoção da lâmina basal. Como será visto mais adiante, os ameloblastos recém-diferenciados emitem vários processos curtos que estabelecem diversos "contatos" com os também

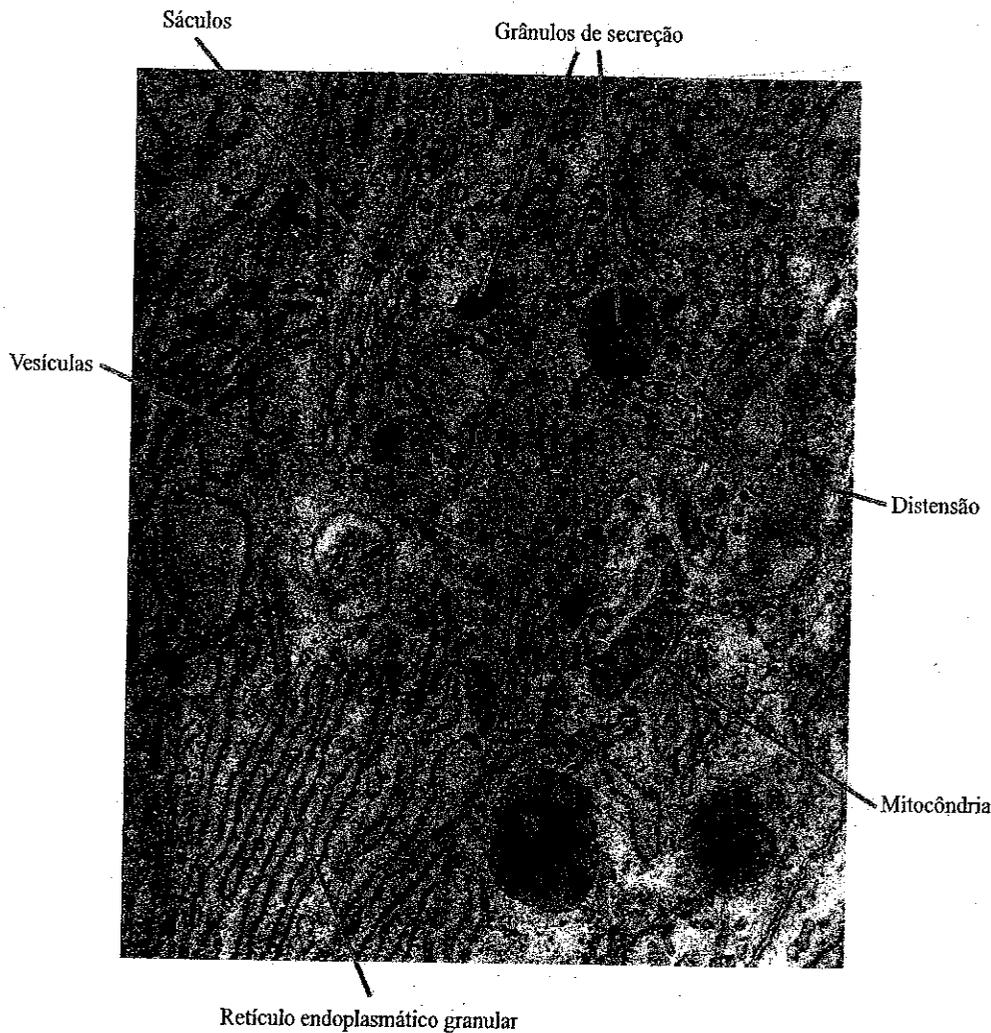


Fig. 7-08: Região do complexo de Golgi de um odontoblasto completamente diferenciado. MET.

curtos processos dos odontoblastos, inclusive, com as vesículas da matriz (Fig. 7-11). Nesta etapa inicial, cada odontoblasto emite, em média, 2-3 processos curtos. Entretanto, quase imediatamente, como resultado do aumento da deposição de matriz e do conseqüente deslocamento dos corpos celulares dos odontoblastos em sentido da papila dentária, tornam-se um prolongamento único, o qual apresenta-se bi ou trifurcado na sua extremidade distal (Fig. 7-12).

A mineralização da dentina inicia-se nas vesículas da matriz

Uma vez formada uma fina camada de matriz orgânica, começa a deposição de mineral no seu interior. Os locais onde os primeiros cristais de

hidroxiapatita são observados, sob a forma de finas agulhas, são as vesículas da matriz, as quais, dependendo do número de cristais presentes no seu interior, tornam-se irregulares, com contorno freqüentemente angular (Fig. 2-03). Nestes primeiros momentos da mineralização da dentina do manto, não há deposição mineral no restante da matriz orgânica, mesmo nas fibrilas colágenas. Posteriormente, após a mineralização da maioria das vesículas, observam-se grandes regiões elétricas opacas correspondentes a matriz mineralizada, não mais sendo liberadas, a partir daqui, novas vesículas da matriz. Essas regiões possuem um centro mineralizado muito denso, com aparência semelhante à das vesículas da matriz repletas de cristais. Ao redor desse centro, a matriz calcifica-

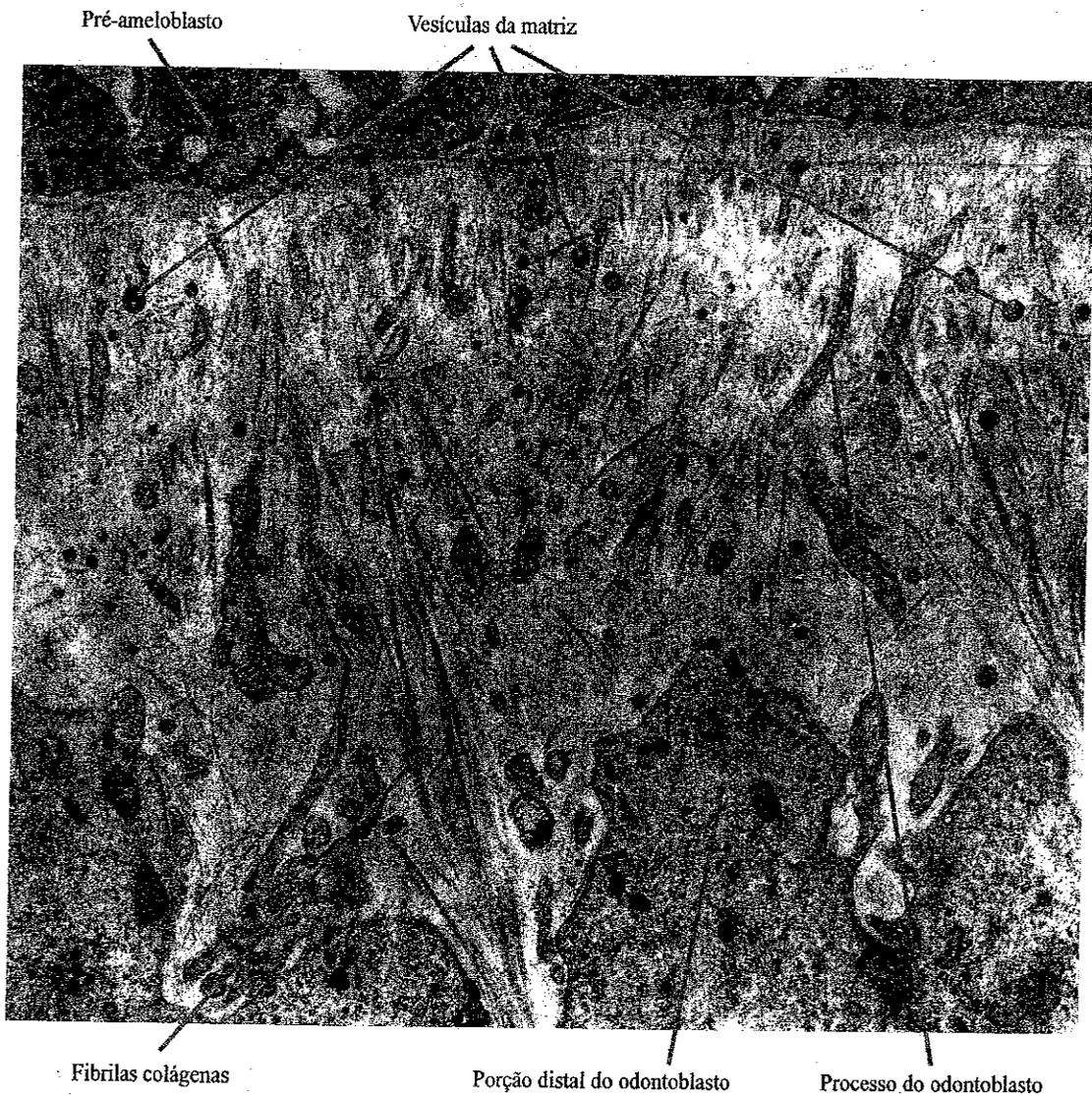


Fig. 7-09: Fases iniciais da formação da dentina do manto com numerosas vesículas da matriz. MET.

da é menos densa, em geral orientada em torno do longo eixo das fibrilas colágenas situadas em volta (Fig. 7-13). A continuação do processo de mineralização do componente fibrilar da matriz leva ao estabelecimento de uma banda contínua de dentina mineralizada, situada logo abaixo do esmalte, que por volta desta época está apenas começando a ser formado (Fig. 7-14).

A dentina do manto é produzida pelos odontoblastos em diferenciação

Cumprir notar que logo após o início da diferenciação, os odontoblastos começam a

secreção dos constituintes da matriz orgânica da dentina, liberando, também, as vesículas da matriz. Portanto, a matriz orgânica da dentina do manto é produzida pelos odontoblastos em diferenciação (odontoblastos do manto ou imaturos). Posteriormente, quando a formação da dentina do manto termina, alcançando uma espessura que varia de 10 a 30 μm , os odontoblastos alcançam sua completa diferenciação e polarização (tornando-se, portanto, odontoblastos circumpulpaes ou maduros), continuando a síntese e secreção dos constituintes orgânicos da matriz, a qual, após mineralizar, constitui a dentina circumpulpar. Durante a dentinogênese

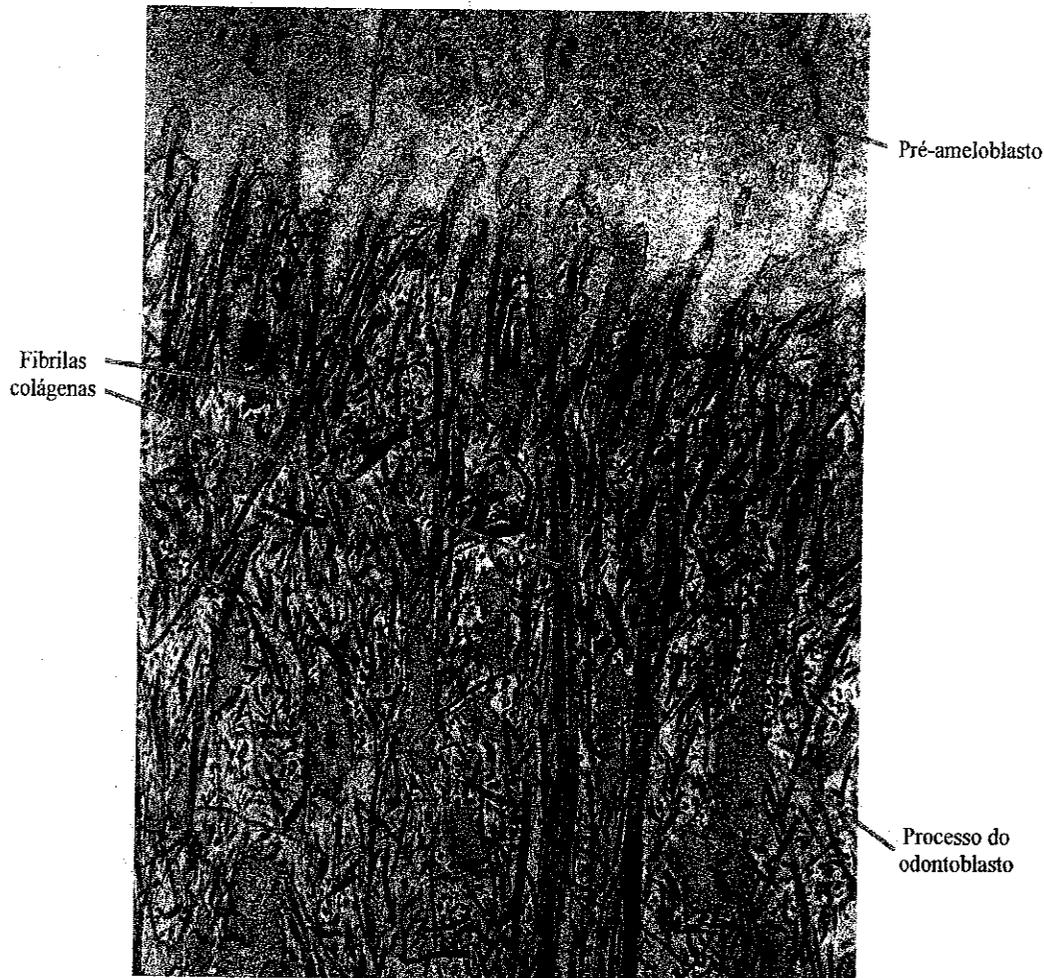


Fig. 7-10: Fase da formação da dentina do manto onde espessas fibrilas colágenas aparecem perpendiculares à superfície distal dos pré-ameloblastos. MET.

do manto começam a ser estruturadas junções intercelulares entre as regiões distais dos odontoblastos do manto, especialmente do tipo oclusivo ou *tight*, as quais participam na polarização final dos odontoblastos. Posteriormente, entre os odontoblastos circumpulpare, essas junções aparecem mais estruturadas (Fig. 7-15a,b). Tudo indica que o conteúdo de colesterol na membrana plasmática do pólo distal aumenta durante a diferenciação, ocasionando a diminuição da fluidez inicial, formando-se, assim, um domínio apical de membrana. Os eventos mais importantes relacionados ao início da dentinogênese aparecem resumidos na Tabela 7-02.

FORMAÇÃO DA DENTINA CIRCUMPULPAR

Uma vez terminada a formação da dentina do manto, os odontoblastos completamente diferenciados produzem a dentina circumpulpar

Como exposto acima, a formação da dentina do manto termina quando os odontoblastos alcançam sua completa diferenciação e polarização. A partir desse momento, enquanto se deslocam centripetamente, os odontoblastos continuam depositando as moléculas da matriz orgânica, sendo que as fibrilas colágenas continuam sendo os elementos

Formação da dentina do manto (Odontoblastos em início de diferenciação)

- Secreção de colágeno e outras moléculas
- Liberação de vesículas da matriz e começo da deposição de fosfatos de cálcio
- Contatos entre prolongamentos de odontoblastos e pré-ameloblastos
- Presença de junções comunicantes entre odontoblastos
- Baixo conteúdo de colesterol na membrana plasmática distal dos odontoblastos
- Ausência de junções oclusivas entre odontoblastos
- Matriz dentinária não compartimentalizada
- Início das interações entre células e moléculas da matriz extracelular

Período transicional (Odontoblastos em diferenciação final)

- Continua a secreção de colágeno e outras moléculas
- Cessa a liberação de vesículas da matriz
- Mineralização de todas as vesículas da matriz
- Não mais existem contatos entre prolongamentos de odontoblastos e pré-ameloblastos
- Presença de junções comunicantes entre odontoblastos
- Começa o aparecimento de junções oclusivas entre odontoblastos

Formação da dentina circumpulpar (Odontoblastos completamente diferenciados)

- Continua a secreção de colágeno e outras moléculas
- Ausência de vesículas da matriz
- Presença de junções comunicantes entre odontoblastos
- As junções oclusivas formam fileiras interconectadas
- Alto conteúdo de colesterol na membrana plasmática distal dos odontoblastos
- Polarização final dos odontoblastos
- Compartimentalização parcial da matriz dentinária
- Secreção de moléculas específicas para mineralização das fibrilas colágenas

Tabela 7-02 (de Arana-Chavez & Katchburian, Eur J Oral Sci, 106:132, 1998)

mais numerosos. Porém, as fibrilas agora formadas apresentam um diâmetro máximo de 50 nm e dispõem-se, quase na sua totalidade, orientadas em torno do longo eixo dos túbulos dentinários. Além do colágeno, o restante dos componentes da matriz extracelular é secretado quase que exclusivamente pelos odontoblastos, devido aos complexos juncionais presentes entre suas membranas plasmáticas distais. Embora essas junções oclusivas sejam do tipo macular ou focal, elas restringem parcialmente a passagem de substâncias através da via intercelular. Assim, moléculas promotoras da

mineralização, secretadas para o interior da matriz, ali permanecem e associam-se com as fibrilas colágenas, possibilitando sua calcificação na ausência de vesículas da matriz (ver capítulo 2).

Durante a formação da dentina por aposição centrípeta, sempre permanece uma camada não mineralizada de pré-dentina

Como a formação ocorre por aposição centrípeta, a dentina do manto é externamente adjacente a uma nova camada de matriz não mineralizada,

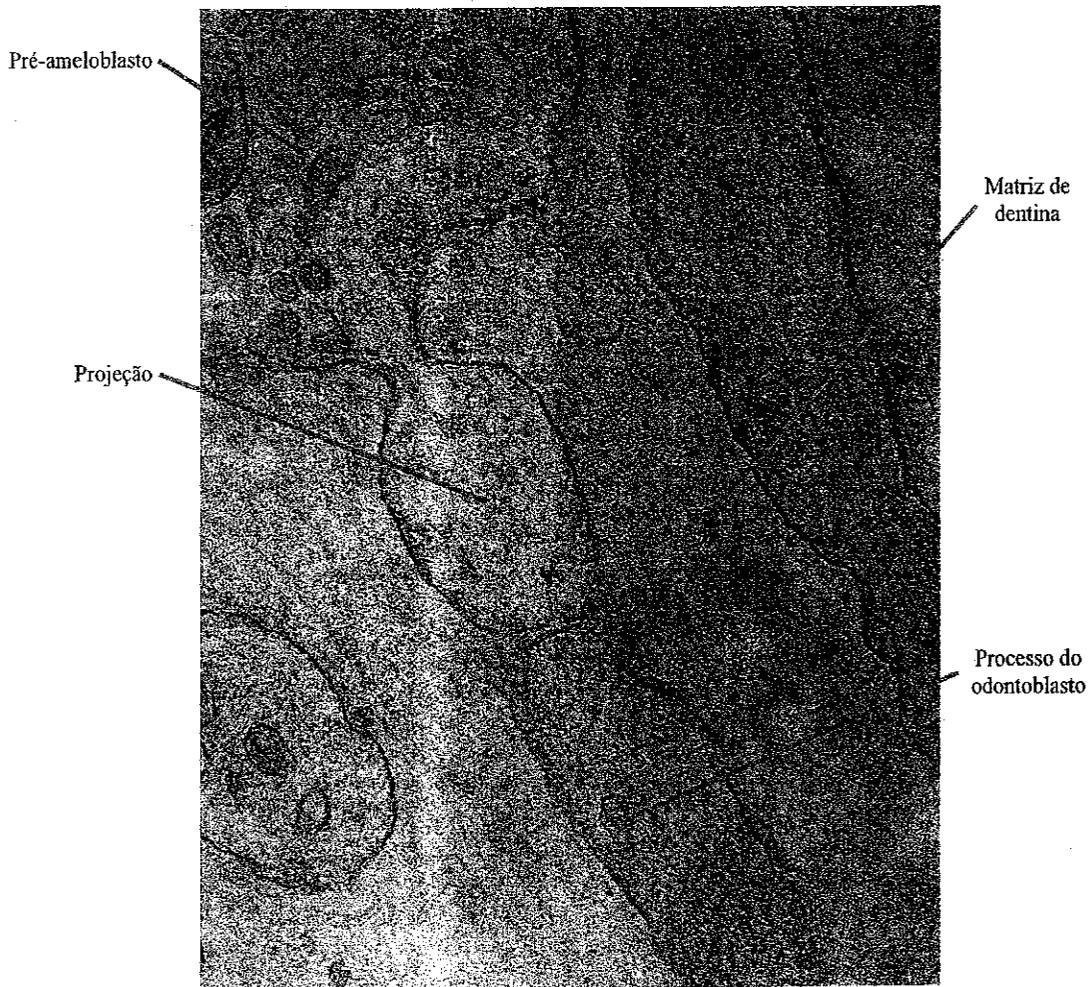


Fig. 7-11: Contato entre a projeção de um pré-ameloblasto e o processo de um odontoblasto no início da formação da dentina do manto. MET (De Burgess & Katchburian, *J Anat*, 135:577, 1982).

chamada de pré-dentina, a qual, por sua vez, constituirá, quando mineralizada, a primeira camada de dentina circumpulpar, esta por sua vez também adjacente a outra camada recém-formada de pré-dentina. Enquanto estes eventos ocorrem, os odontoblastos possuem um único processo, o qual vai ficando rodeado pela dentina mineralizada na sua extremidade mais distal, e rodeado pela pré-dentina, adjacente ao corpo do odontoblasto. Inicialmente, durante a calcificação da dentina, permanece um espaço em volta do prolongamento odontoblástico. Entretanto, uma vez atingida espessura de 60-100 μm , começa a ser secretada, provavelmente através das extremidades distais dos prolongamentos, uma fina matriz orgânica de com-

posição distinta, quase totalmente desprovida de fibrilas colágenas, que se mineraliza rapidamente, tornando-se ainda mais densa e homogeneamente calcificada do que a dentina inicialmente formada (Fig. 7-16a,b). Essa camada muito fina em volta dos prolongamentos, é denominada dentina peritubular e forma a parede do túbulo dentinário em toda sua extensão. O restante da dentina é chamada de intertubular e representa a maior parte do tecido. Embora no início da dentinogênese a dentina peritubular comece a ser formada após a dentina intertubular, uma vez formada mais ou menos 200 μm de dentina, as duas passam a ser formadas simultaneamente, persistindo esse padrão até o término da dentinogênese circumpulpar.



Fig. 7-12: Prolongamento odontoblástico bifurcado próximo à futura junção amelodentinária. MET-Criofratura (De Arana-Chavez & Katchburian, Anat Rec, 248:332, 1997).

Os túbulos resultam da permanência dos prolongamentos odontoblásticos durante a dentinogênese

Desse modo, a dentina circumpulpar vai sendo formada por aposição, enquanto os odontoblastos recuam em direção à papila dentária à medida que novas camadas de pré-dentina são depositadas, deixando o prolongamento e suas numerosas ramificações rodeados por dentina peritubular, po-

rém, com uma camada muito fina de material não calcificado entre eles, o espaço periodontoblástico. Assim sendo, a parede de dentina peritubular que aloja o prolongamento e esse estreito espaço, adota a forma de um longo túnel, sendo denominado, por isso, túbulo dentinário. Os numerosos canículos oriundos do túbulo contêm as ramificações do prolongamento odontoblástico. Uma vez formada aproximadamente a metade da espessura total da dentina, o prolongamento odontoblástico começa

Centro mineralizado denso



Fig. 7-13: Estágio avançado de mineralização da dentina do manto. Observar a progressão da mineralização a partir de um centro calcificado. MET (De Katchburian, *J Anat*, 116:285, 1973).

a se retrair enquanto continua a deposição de nova pré-dentina. Com isso, as extremidades distais dos túbulos dentinários vão ficando "vazios", porém, preenchidos pelo fluido dentinário, muito semelhante ao líquido intersticial do restante do organismo (Fig. 7-17). Entretanto, alguns autores acreditam ainda que os prolongamentos permaneçam preenchendo totalmente os túbulos dentinários.

A mineralização da dentina circumpulpar segue basicamente um padrão globular

Como a mineralização da dentina do manto se inicia nas vesículas da matriz, a partir das quais a mineralização progride para as fibrilas colágenas e para os espaços interfibrilares localizados em sua volta, formam-se glóbulos de calcificação (Fig. 7-18), que vão crescendo pela deposição contínua de mineral. A coalescência desses glóbulos resulta no aparecimento de pequenas regiões hipomineralizadas que constituem a dentina interglobular (Fig. 7-19). Todavia, após a formação de várias camadas de dentina circumpulpar, o processo de mineraliza-

ção torna-se mais regular, sendo menos evidentes as regiões interglobulares. Entretanto, o padrão de mineralização da dentina continua sendo globular, porém, a partir de glóbulos ou calcosferitos muito menores que também coalescem (Fig. 7-20).

FORMAÇÃO DA DENTINA RADICULAR

Na dentinogênese radicular, as células epiteliais da bainha de Hertwig induzem a diferenciação dos odontoblastos

O início da dentinogênese radicular marca o início da fase de raiz da odontogênese. Do mesmo modo que na região coronária onde era necessária a presença das células do epitélio interno do órgão do esmalte para induzir a diferenciação dos odontoblastos, na porção radicular são também células epiteliais as que desempenham esse papel, porém desta vez provenientes da bainha radicular de Hertwig. Entretanto, como não se forma esmalte sobre a dentina radicular, as células epiteliais não

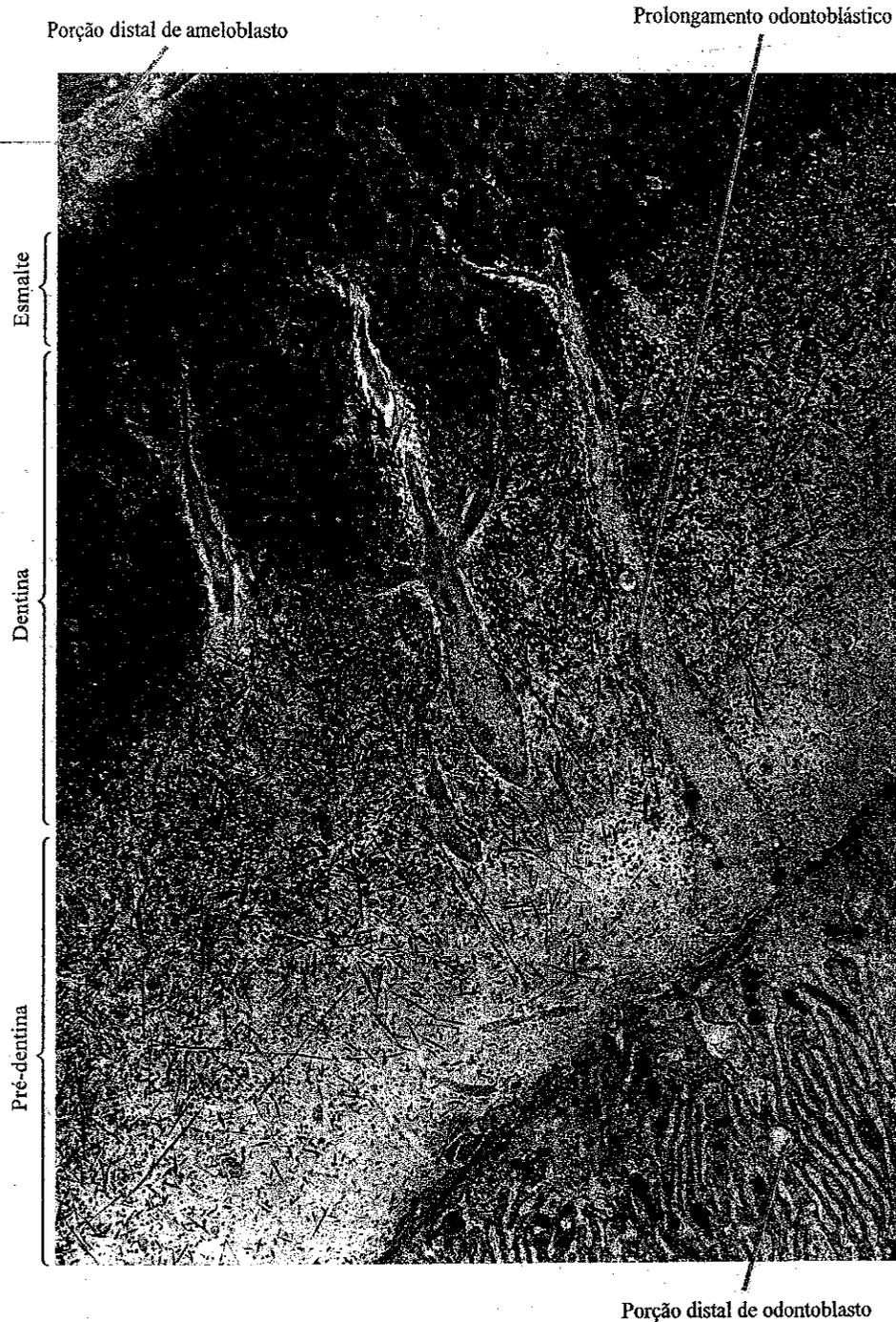


Fig. 7-14: Estágio avançado da dentinogênese em que a dentina mineralizada forma uma banda contínua. Notar que a camada de pré-dentina separa os odontoblastos da dentina mineralizada. MET.

se diferenciam em ameloblastos como ocorre na coroa; pouco tempo depois, ocorre a fragmentação da bainha, constituindo-se os restos epiteliais de Malassez.

A dentinogênese radicular ocorre de maneira muito semelhante à coronária, com apenas algumas diferenças: as fibrilas colágenas mais grossas da

primeira camada de dentina radicular dispõem-se paralelas, porém não justapostas à lâmina basal, isto é, paralelas ao longo eixo da raiz (Fig. 7-21), em contraste com a região da coroa onde a deposição é perpendicular (Fig. 7-09). Os odontoblastos apresentam seus prolongamentos mais ramificados na sua extremidade distal, próximos ao limite

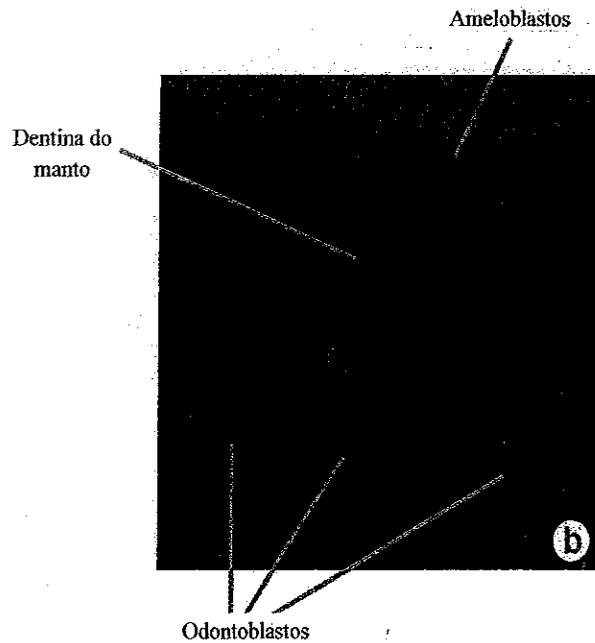
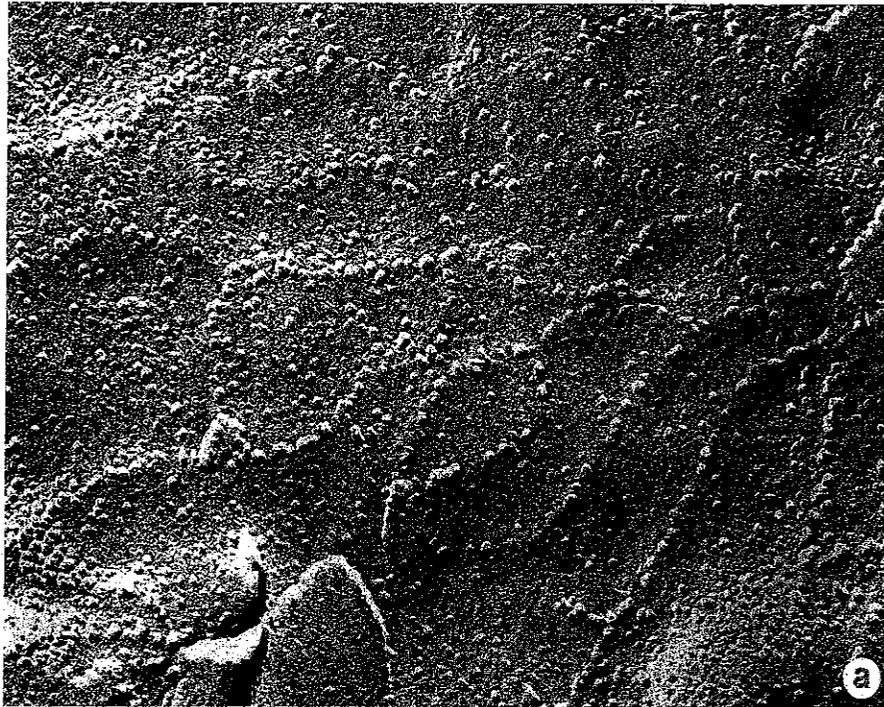


Fig. 7-15a,b: Em a, junção oclusiva entre odontoblastos constituída por fileiras de partículas que formam uma complexa rede. MET-Criofratura (De Arana-Chavez & Katchburian, *Anat Rec*, 248:332, 1997). Em b, a proteína juncional ZO-1 nos odontoblastos, evidenciada (em vermelho) por imunomarcacão no microscópio confocal (De João & Arana-Chavez, *Histochem Cell Biol*, 119:21, 2003).

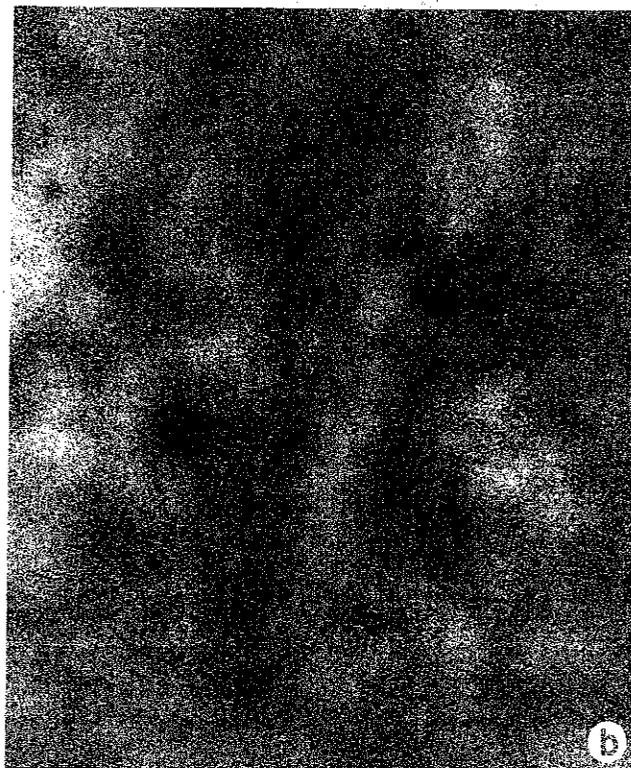
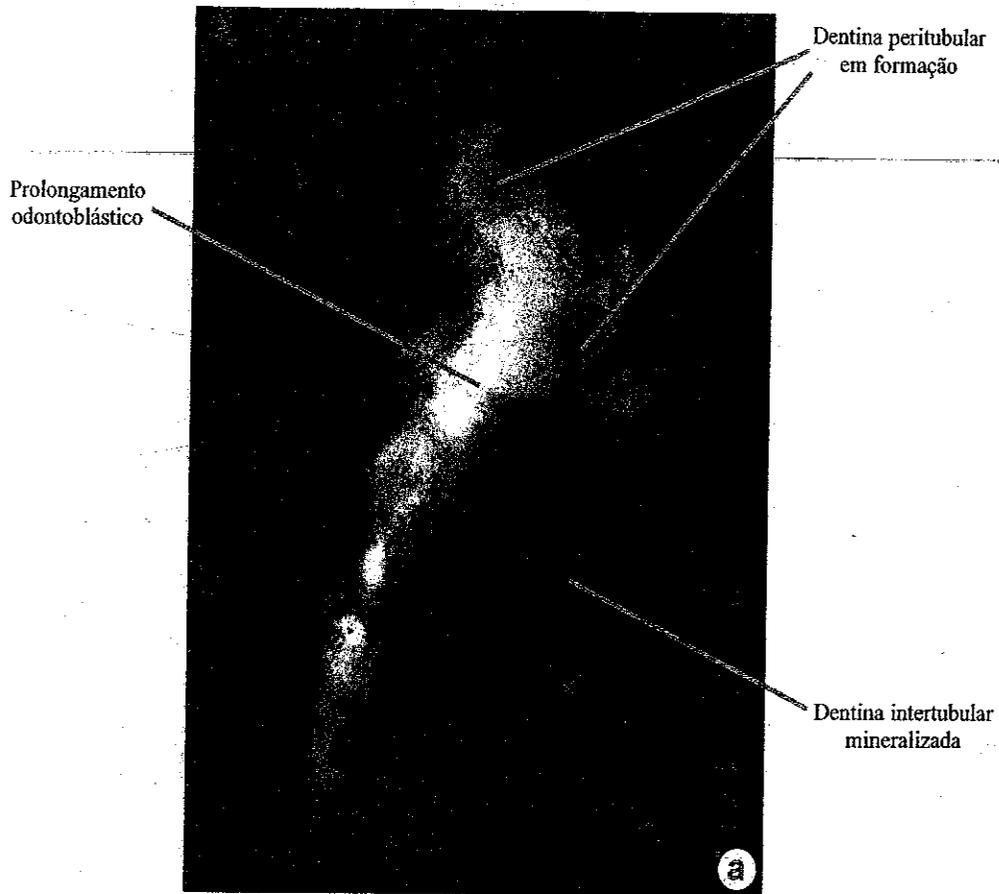


Fig. 7-16a,b: Em a, dentina peritubular em fases iniciais de formação, com sua matriz recém-secretada. Em b, a proteína de matriz dentinária 1 (DMP 1) na região da dentina peritubular, evidenciada por imunomarcção com partículas esféricas de ouro coloidal. MET.

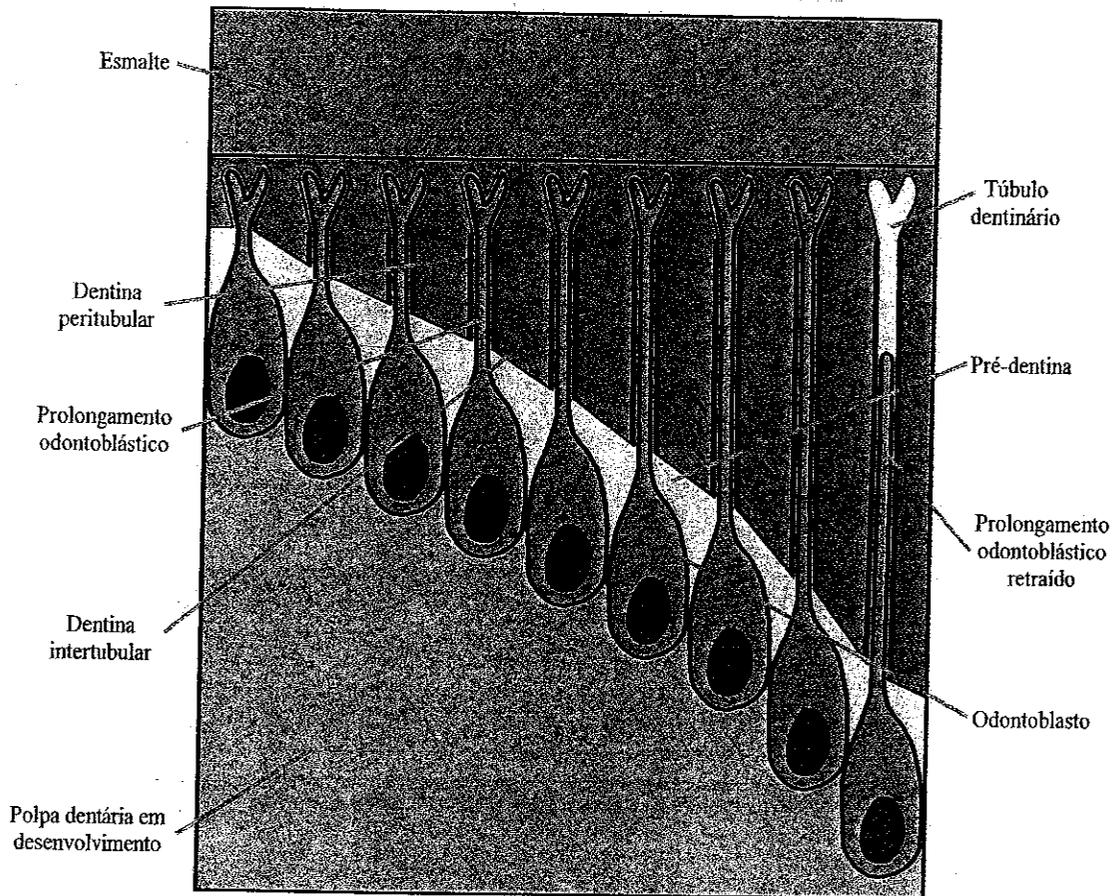


Fig. 7-17: Formação da dentina seguindo um padrão centrípeto.

com o cemento do que na região coronária. Por essa razão, nas preparações por desgaste, observa-se a camada granulosa de Tomes. Além disso, os corpos dos odontoblastos da porção radicular são menos alongados do que nos odontoblastos da coroa, sendo, portanto, células cúbicas, em vez de cilíndricas.

DESENVOLVIMENTO DA POLPA

A polpa origina-se da papila dentária

Como foi mencionado acima, a polpa deriva da papila dentária, tendo, portanto, origem ectomesenquimal. As mudanças na papila começam na fase de campânula da odontogênese quando as células ectomesenquimais da sua periferia diferenciam-se em odontoblastos. O restante da papila é constituído por células indiferenciadas, fusiformes

ou estreladas, com numerosos prolongamentos citoplasmáticos e quase desprovidos de organelas, com uma abundante matriz extracelular com escasas e finas fibrilas colágenas e grande quantidade de substância fundamental (Figs. 6-13 e 6-18). No início da fase de coroa, é evidente a vascularização da papila graças à penetração de ramos da artéria alveolar, os quais chegam até a periferia onde está localizada a camada de odontoblastos secretores. As primeiras fibras nervosas na papila aparecem, entretanto, mais tarde, quando a fase de coroa está francamente estabelecida. Com o avançar da dentinogênese, o volume da papila diminui devido à deposição centrípeta de dentina. A transformação da papila em polpa dentária ocorre com a diminuição da concentração de células ectomesenquimais, o aparecimento dos fibroblastos e o aumento gradual das fibrilas colágenas na matriz extracelular. O colágeno começa a distribuir-se de maneira



Fig. 7-18: Glóbulos de mineralização na dentina do manto. MET (De Katchburian, *J Anat*, 116:285, 1973).

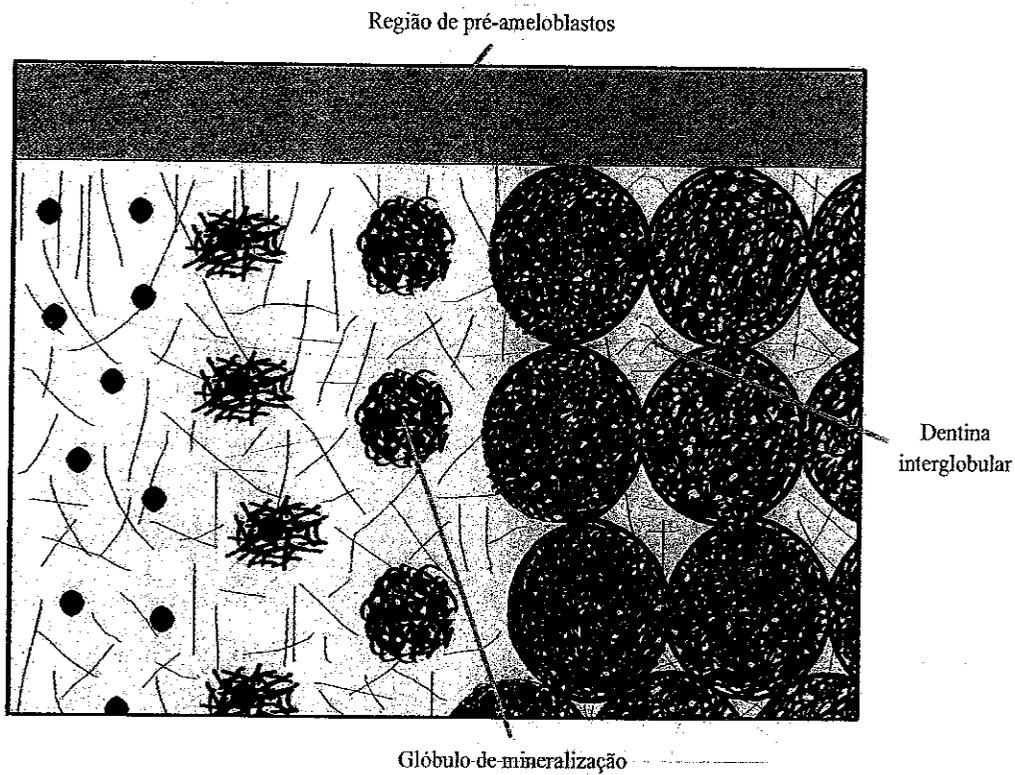


Fig. 7-19: Formação de dentina interglobular devido à coalescência de glóbulos de mineralização.

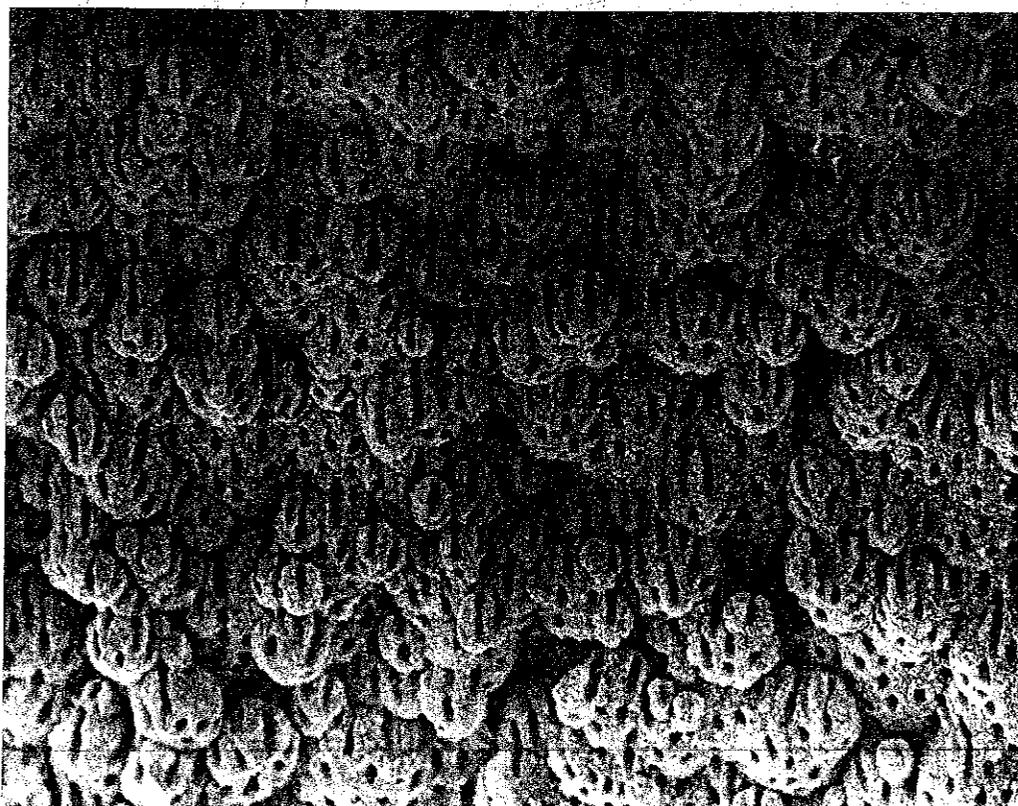


Fig. 7-20: Padrão globular de mineralização da dentina, visualizado do ponto de vista da polpa. Observar os glóbulos de mineralização ou calcosferitos bem como as aberturas e pertuitos dos túbulos dentinários. MEV.

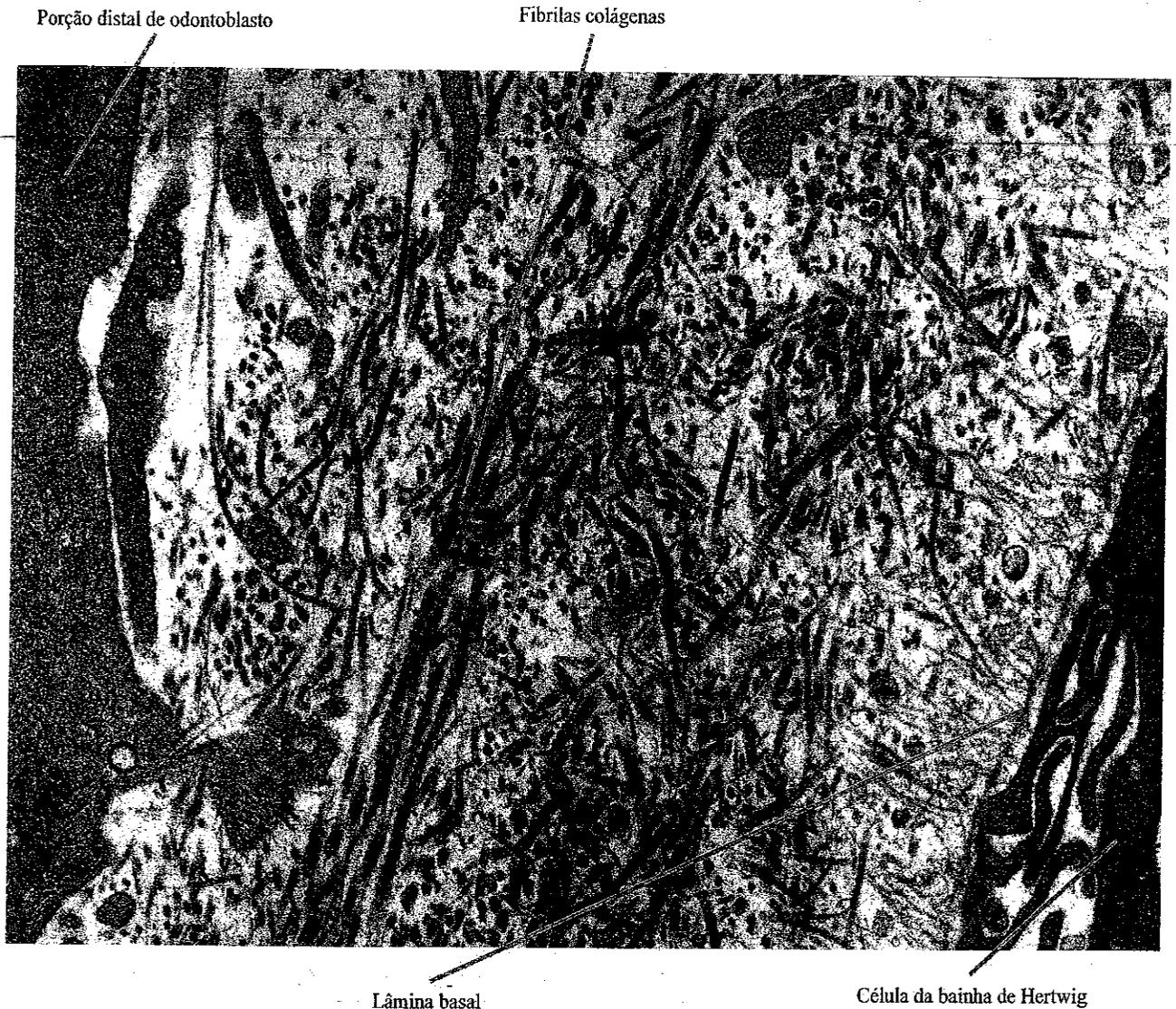


Fig. 7-21: Formação da dentina radicular onde, diferentemente da dentina coronária, fibrilas colágenas se dispõem paralelas à lâmina basal. MET.

diferente entre as regiões coronária e radicular da polpa recém-formada. A transformação da papila em polpa se completa, portanto, durante os estágios avançados da erupção dentária, quando do aparecimento do dente na cavidade oral e não na fase de campânula, quando é formada a camada de odontoblastos, como consideram alguns autores.

ESTRUTURA

DENTINA PRIMÁRIA

A dentina formada até o fechamento do ápice radicular denomina-se dentina primária; esta com-

preende, portanto, a dentina do manto e a dentina circumpulpar.

Dentina do Manto

Os túbulos dentinários da dentina do manto não possuem dentina peritubular

Como foi mencionado anteriormente, a primeira camada de dentina formada denomina-se dentina do manto. Esta camada, que alcança 10-30 μm de espessura, é formada pelos odontoblastos do manto, isto é, seus constituintes são secretados

pelos odontoblastos enquanto estes estão diferenciando-se. Esta origem, a partir de odontoblastos em diferenciação, determina algumas diferenças entre a dentina do manto e o restante da dentina. Assim sendo, na dentina do manto, a mineralização inicia-se a partir das vesículas da matriz, as quais não mais existem na dentinogênese circumpulpar. Nesta última, a mineralização progride principalmente através das fibrilas colágenas e moléculas associadas. As fibrilas são grossas na dentina do manto e dispõem-se inicialmente perpendiculares à lâmina basal, isto é, a futura junção amelodentinária, enquanto que na dentina circumpulpar são finas e seguem uma orientação aproximadamente paralela a esse limite, circundando os túbulos ou dispondo-se irregularmente. Além disso, o grau de mineralização alcançado pela dentina do manto é

um pouco menor do que na dentina circumpulpar. Na dentina do manto, os prolongamentos odontoblásticos são rodeados por uma matriz calcificada mais ou menos homogênea, não possuindo, portanto, dentina peritubular (Fig. 7-22).

A dentina do manto estabelece, juntamente com o esmalte, a junção amelodentinária

Um outro aspecto que deve ser mencionado na dentina do manto diz respeito às fibras de von Korff. Empregando-se métodos como de impregnação argêntica, foram detectadas, através da microscopia de luz, fibras grossas entre os odontoblastos durante a dentinogênese do manto (Fig. 7-23). Por esse motivo durante muito tempo pensou-se que essas fibras, as quais são mais grossas do que as da

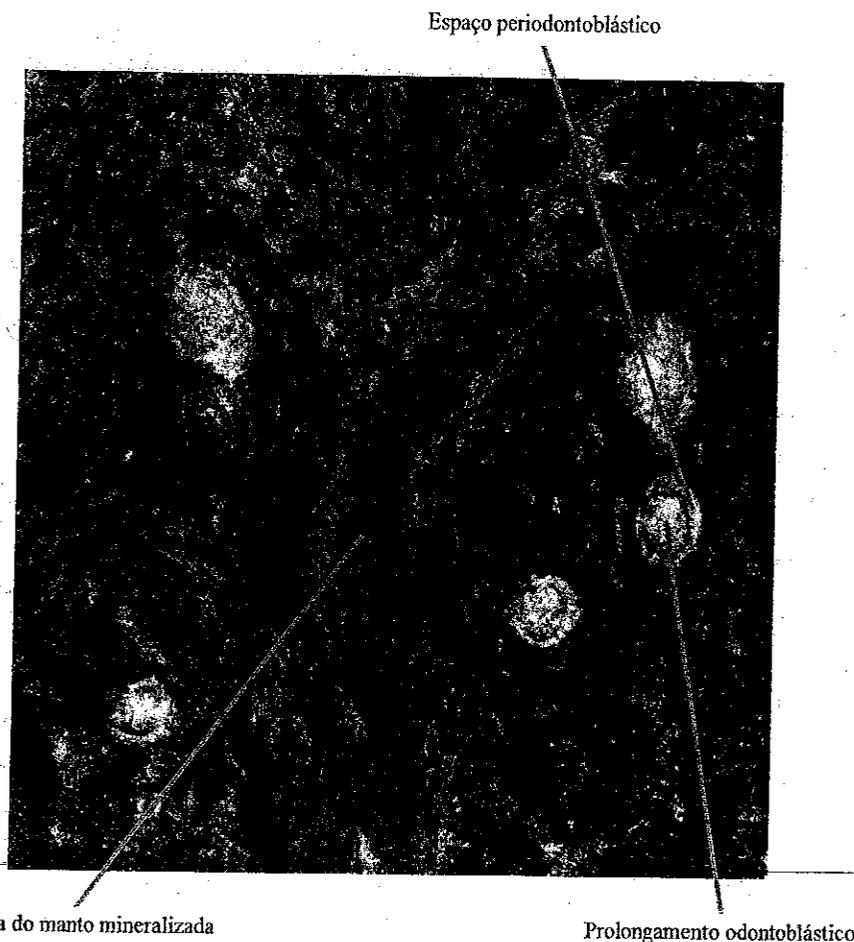


Fig. 7-22: Dentina do manto mineralizada mostrando túbulos dentinários em corte transversal contendo prolongamento odontoblástico, porém sem dentina peritubular. MET.

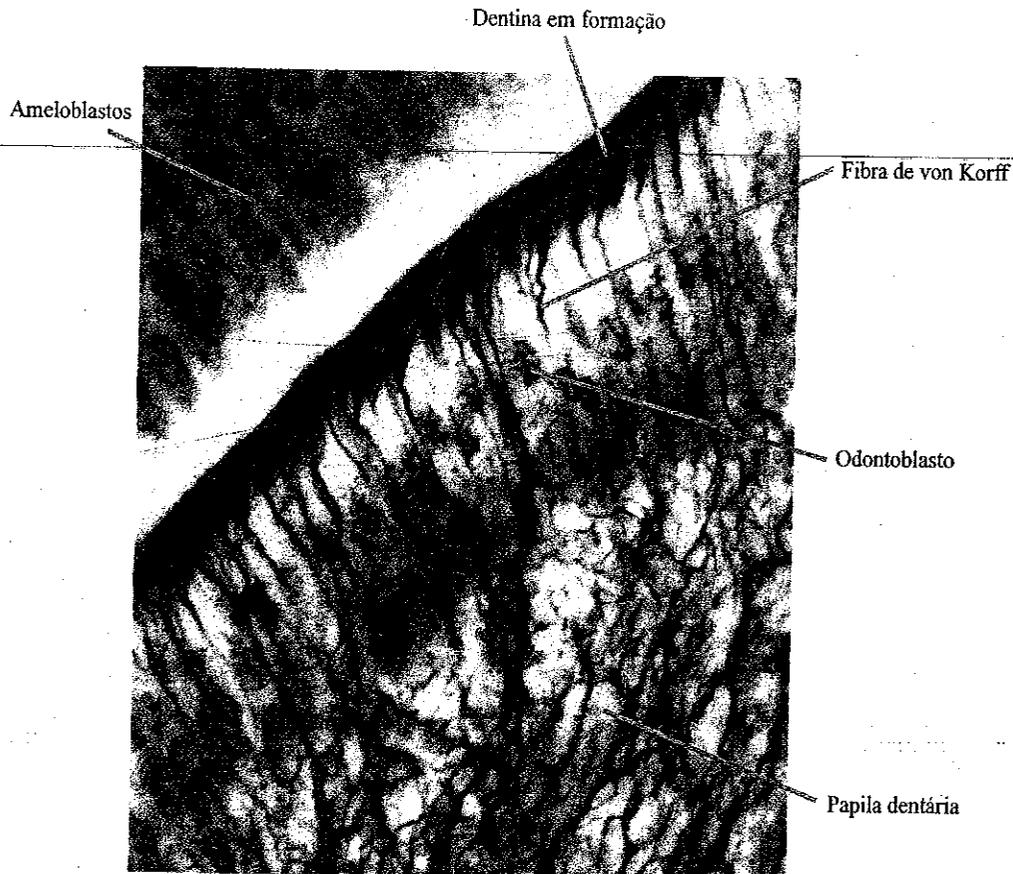


Fig. 7-23: Fibras de von Korff na dentina do manto, observadas pelo método da impregnação pela prata. ML.

dentina circumpulpar, não seriam formadas pelos odontoblastos secretores mas pelas células da região subodontoblástica da papila dentária. Entretanto, essas estruturas assim coradas, chamadas de fibras de von Korff, seriam artefatos de técnica e poderiam significar apenas acúmulos de glicoproteínas e glicosaminoglicanas. Esta última idéia tem base em imagens ultra-estruturais nas quais as fibrilas da dentina do manto, que são realmente mais grossas, não são observadas entre os odontoblastos. Como já foi mencionado, os odontoblastos ainda em diferenciação começam a síntese e secreção dos elementos da matriz orgânica (da dentina do manto) e após terem completado sua diferenciação continuam secretando esses elementos (da dentina circumpulpar). Assim, as fibrilas grossas são formadas pelos odontoblastos do manto enquanto que as fibrilas mais finas pelos já diferenciados odontoblastos circumpulares. A dentina do manto

estabelece, juntamente com o esmalte, a junção amelodentinária (Fig. 7-24).

Dentina Circumpulpar

A dentina circumpulpar constitui a maior parte da espessura total da dentina. Embora compreenda, ainda, a dentina primária e a dentina secundária, ambas as duas possuem basicamente a mesma estrutura. Assim sendo, estruturalmente, a dentina circumpulpar é constituída pela dentina peritubular, que constitui as paredes dos túbulos dentinários e pela dentina intertubular.

Túbulos Dentinários e Espaço Periodontoblástico

Os túbulos percorrem toda a espessura da dentina

Os túbulos dentinários constituem a característica principal da estrutura dentinária. Estes

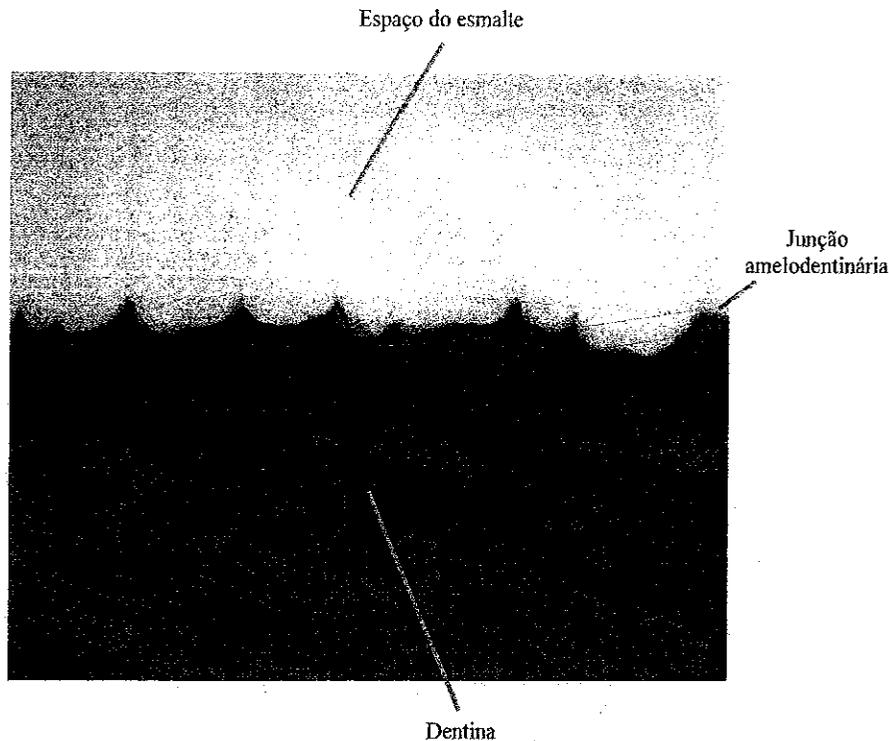


Fig. 7-24: Junção amelodentinária caracterizada por picos e depressões na dentina. ML.

são túneis originados pela formação de dentina mineralizada em volta dos prolongamentos odontoblasticos. Entretanto, no dente formado, os túbulos nem sempre contêm prolongamentos em toda sua extensão pois eles se retraem quando a metade da espessura da dentina circumpulpar está formada (Fig. 7-19). Dessa maneira, na extremidade próxima ao limite amelodentinário, os túbulos ficam como túneis sem prolongamentos, sendo ocupados apenas por líquido tissular, denominado fluido dentinário. Entretanto, é preciso realçar que este conceito ainda não é universalmente aceito e que as imagens obtidas podem refletir artefatos de técnica que causariam a retração do prolongamento durante o processamento histológico.

Os túbulos dentinários seguem um trajeto sinuoso

Os túbulos dentinários percorrem toda a espessura da dentina, sendo muito ramificados junto ao limite com o esmalte, devido à ramificação dos prolongamentos dos odontoblastos durante a dentinogênese do manto. Nessa região, as ramificações, que

possuem 0,5-1 μm de diâmetro, constituem as terminações em "delta" dos túbulos dentinários (Fig. 7-25). Todavia, o percurso dos túbulos ao longo da espessura da dentina não é retilíneo, devido ao fato de que os odontoblastos, durante a formação por aposição da dentina, recuam seguindo um trajeto levemente sinuoso. Por essa razão, os túbulos dentinários têm forma de um "S" alongado, sendo essa sinuosidade mais evidente na dentina coronária do que na radicular. Na dentina coronária, os túbulos são mais retilíneos nas regiões localizadas abaixo dos vértices das cúspides do que nas regiões das vertentes. Além disso, devido ao trajeto ondulado dos túbulos, o entrecruzamento entre eles ocorre com certa frequência (Fig. 7-26).

Os túbulos, no conjunto, abrem como um leque no sentido da junção amelodentinária

Como o diâmetro dos prolongamentos odontoblasticos é menor na sua extremidade distal do que na região proximal, os túbulos dentinários formados em sua volta seguem esse mesmo padrão, isto é, me-

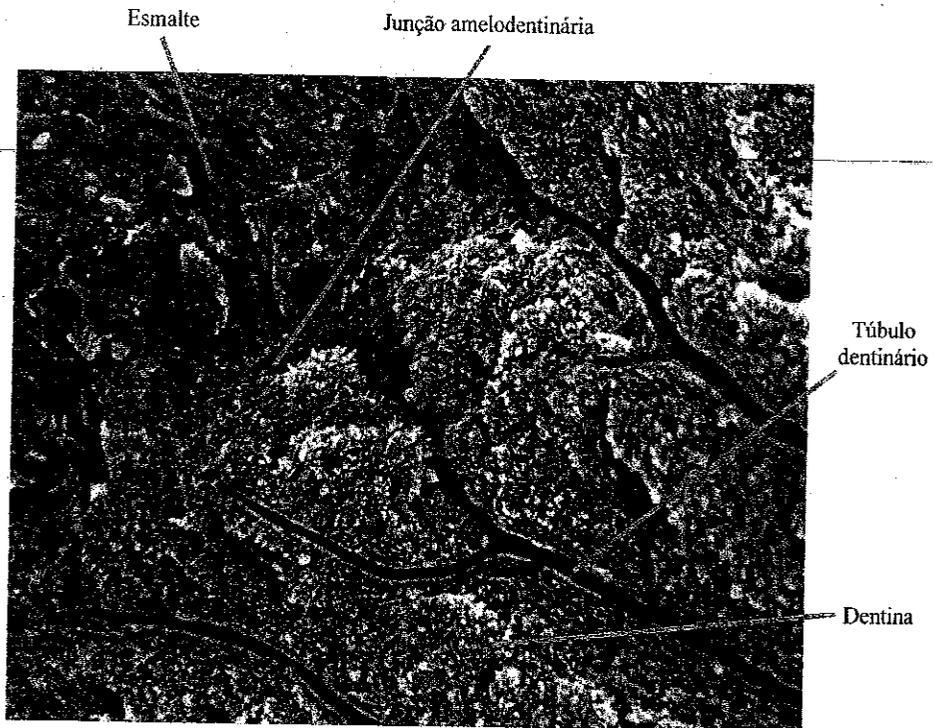


Fig. 7-25: Ramificações dos túbulos dentinários próximos à junção amelodentinária, constituindo as terminações em delta. MEV.

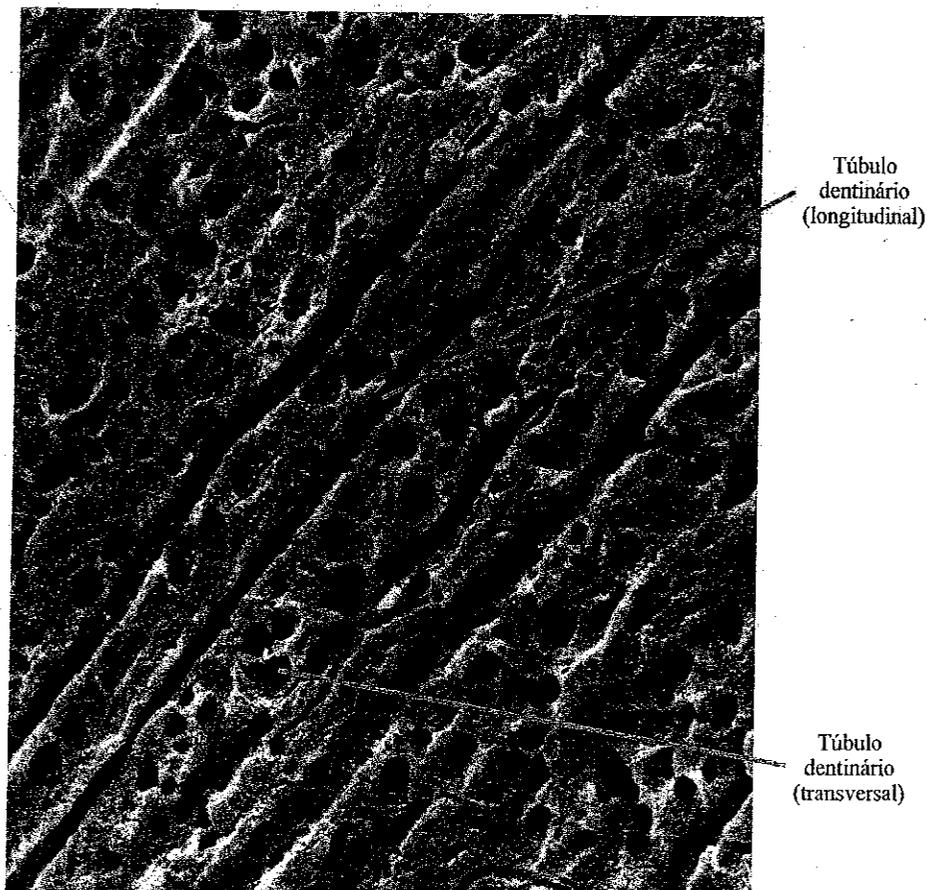


Fig. 7-26: Região da dentina onde se observa entrecruzamento dos túbulos dentinários. MEV.

dem em torno de $1\ \mu\text{m}$ de diâmetro junto à junção amelodentinária e $2,5\ \mu\text{m}$ do lado da pré-dentina. Como é menor a superfície de dentina junto à pré-dentina em relação à junção com o esmalte, os túbulos abrem como um leque no sentido da junção, ou seja, os túbulos ficam mais próximos entre si na região adjacente aos corpos dos odontoblastos do que na região mais externa. Assim sendo, se examinarmos áreas iguais de dentina nessas duas regiões encontraremos um número diferente de túbulos: a dentina junto à junção amelodentinária contém, em média, 19.000 túbulos por mm^2 , enquanto na região adjacente à pré-dentina contém aproximadamente 45.000 (Fig. 7-27a,b). Por outro lado, devido à formação contínua de dentina ao longo de toda a vida, com o avançar da idade ocorre esclerose nos túbulos, sobretudo na sua extremidade distal

desprovida de prolongamento odontoblástico. Por causa disso, em indivíduos com mais de cinquenta anos o diâmetro dos túbulos na região mais externa da dentina diminui ou é totalmente obliterado pela gradual deposição de dentina peritubular, que neste caso denomina-se dentina esclerótica.

Os túbulos possuem numerosas ramificações que se intercomunicam, denominadas canaliculos

Embora os túbulos dentinários sejam formados em volta dos prolongamentos odontoblásticos, estes não são túneis únicos desde a região adjacente à pré-dentina até sua extremidade final junto ao limite com o esmalte pois existem diversas comunicações entre os túbulos ao longo do seu comprimento. Essas comunicações denominam-se

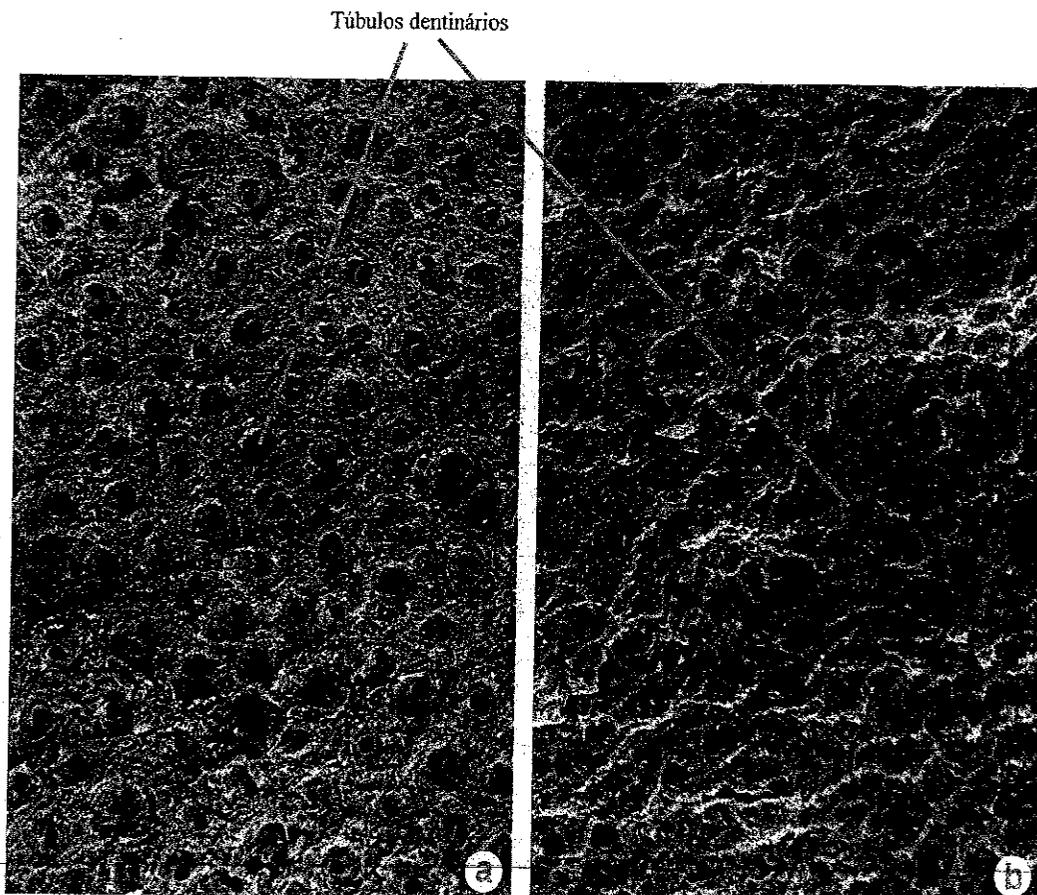


Fig. 7-27a,b: Duas regiões da dentina cortada transversalmente, correspondentes a um mesmo dente. Observar que os túbulos dentinários estão mais separados entre si próximos à junção amelodentinária, em a, quando comparados à região próxima da polpa, em b. MEV.

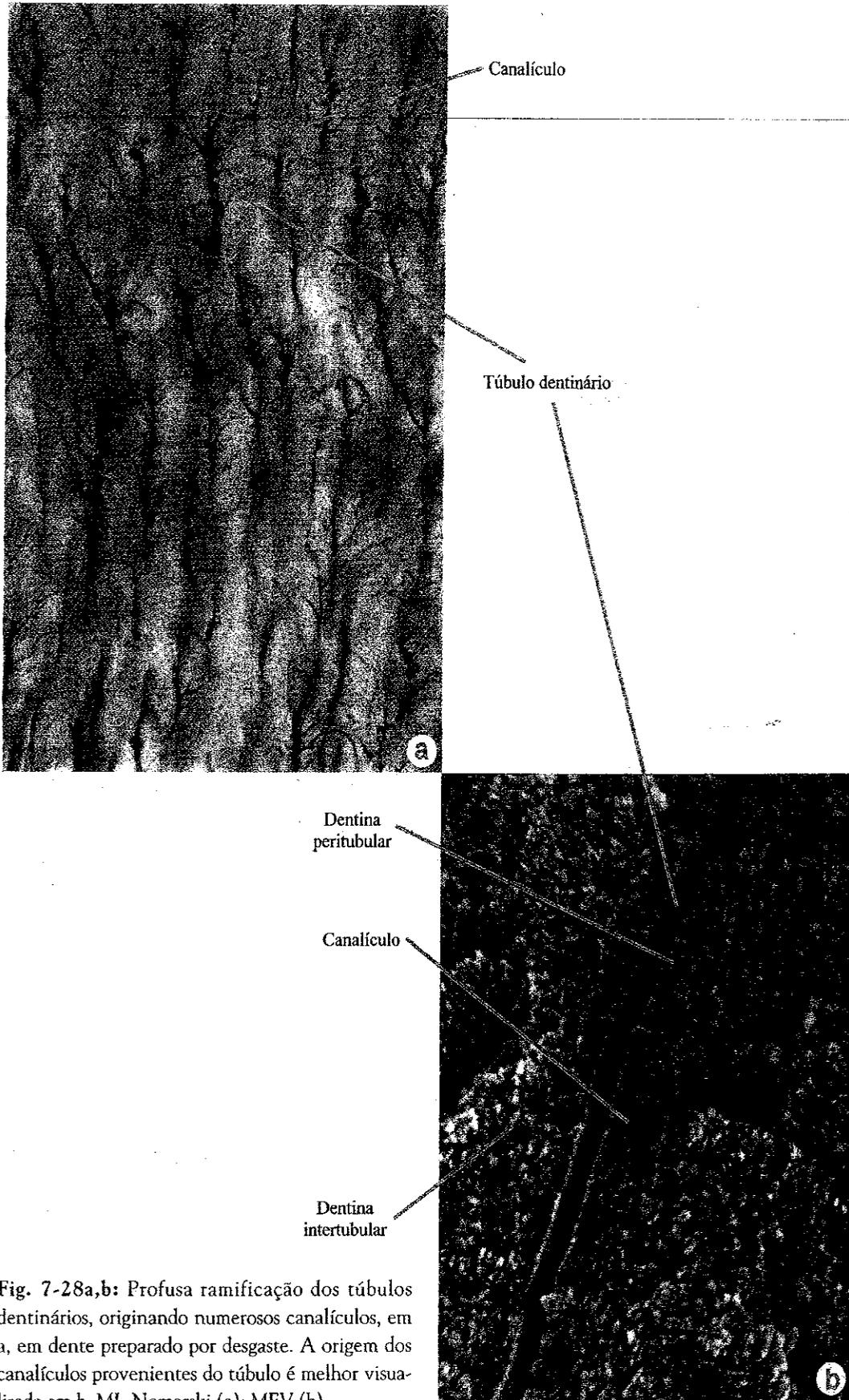


Fig. 7-28a,b: Profusa ramificação dos túbulos dentinários, originando numerosos canalículos, em a, em dente preparado por desgaste. A origem dos canalículos provenientes do túbulo é melhor visualizada em b. ML-Nomarski (a); MEV (b).

canalículos dentinários. Os canalículos, que ocorrem a cada 3 a 5 μm , formam ângulo de 45° com os túbulos (Fig. 7-28a,b). Muitos deles se estendem na dentina intertubular por aproximadamente 50 μm , isto é, percorrem distâncias correspondentes a mais de dois túbulos dentinários.

Em dentes decíduos, a reduzida espessura da dentina no assoalho da câmara pulpar, bem como a profusa ramificação dos túbulos dentinários nessa região, permitem a propagação de lesões pulpares para a região interradicular.

Nas regiões onde os túbulos dentinários contêm prolongamento no seu interior, existe, entre a parede mineralizada de dentina peritubular e a membrana plasmática do prolongamento, um estreito espaço chamado de periodontoblástico, preenchido por fluido dentinário e uma fina matriz não mineralizada constituída por escassas e delicadas fibrilas colágenas, além de glicosaminoglicanas. A presença destes últimos componentes origina, às vezes, a aparência de uma estrutura membranosa em algumas preparações descalcificadas, denominada lâmina limitante ou bainha de Neumann. Atribui-se a essas glicosaminoglicanas um papel no controle da mineralização que levaria à obliteração do túbulo. Contudo, a espessura do espaço periodontoblástico é tão pequena que deve ser considerado este um espaço virtual. Todavia, recentemente foi postulado que uma proteína não colágena, a osteopontina, seria o constituinte principal da lâmina limitante.

Existe um fluxo constante de líquido tissular da polpa em direção aos túbulos e canalículos da dentina, constituindo o fluido dentinário, que representa aproximadamente 30% do volume total da dentina.

Em um dente vivo, durante um preparo cávito, forma-se uma camada amorfa (smear layer) que oblitera túbulos e canalículos, tornando-se difícil manter a superfície dentinária seca e estéril.

Dentina Peritubular

A dentina peritubular hipermineralizada constitui as paredes dos túbulos

A dentina peritubular constitui as paredes dos túbulos dentinários, sendo uma dentina hipermineralizada, quando comparada à intertubular. Devido a essa característica, a dentina peritubular, embora de fácil visualização pela microscopia eletrônica de varredura (Fig. 7-29a,b), não aparece nas preparações descalcificadas, dando a falsa impressão de uma maior espessura do espaço periodontoblástico e, conseqüentemente, de um maior diâmetro dos túbulos dentinários. Por isso, é difícil determinar a composição exata de sua matriz orgânica, havendo sido apenas observado que contém escassas fibrilas colágenas (Fig. 7-29c). Sua espessura é de aproximadamente 0,7 μm junto ao limite amelodentário, diminuindo em direção à polpa, alcançando 0,4 μm próxima à pré-dentina. Sua formação ocorre durante toda a vida, podendo aumentar por estímulos, por exemplo a atrição. Assim sendo, como foi mencionado, sua espessura aumenta com a idade, podendo ocorrer a obliteração dos túbulos na extremidade mais externa, onde, nessa época, não há mais prolongamentos odontoblásticos.

Dentina Intertubular

A dentina intertubular constitui a maior parte da dentina e ocupa todo espaço entre os túbulos

A porção de dentina que fica entre as colunas de dentina peritubular é chamada, precisamente por isso, de intertubular e constitui a maior parte do volume da dentina (Fig. 7-29a,b,c). A dentina intertubular difere da anterior por possuir sua matriz orgânica constituída principalmente por fibrilas colágenas, as quais orientam-se perpendiculares ao longo eixo dos túbulos dentinários. Enquanto umas fibrilas circundam os túbulos, formando uma malha ao redor da dentina peritubular que se assemelha a um novelo de lã, outras se dispõem irregularmente nas porções mais centrais (Fig. 7-30).

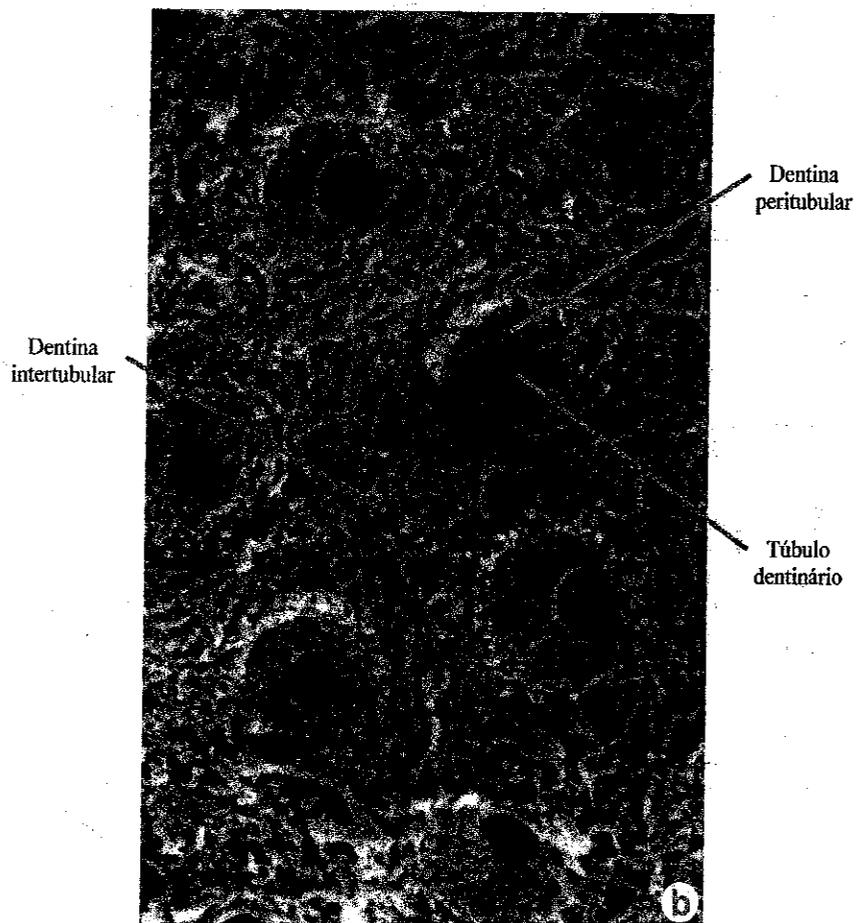
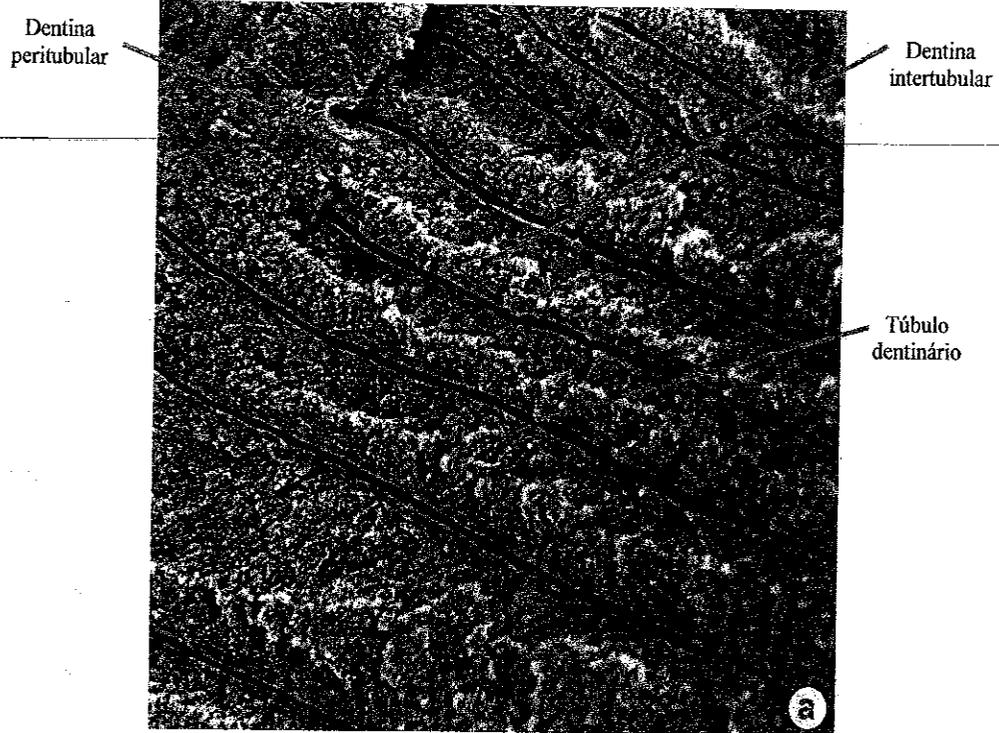


Fig. 7-29a,b: Disposição da dentina peritubular e intertubular, visualizadas em corte longitudinal dos túbulos dentinários, em a, e transversal, em b. Na dentina desmineralizada, nos túbulos cortados transversalmente, em c, observa-se o conteúdo da dentina peritubular, que também contém algumas fibras colágenas. MEV (a,b); MET (c).

Fibrilas colágenas na dentina peritubular

Prolongamento odontoblástico

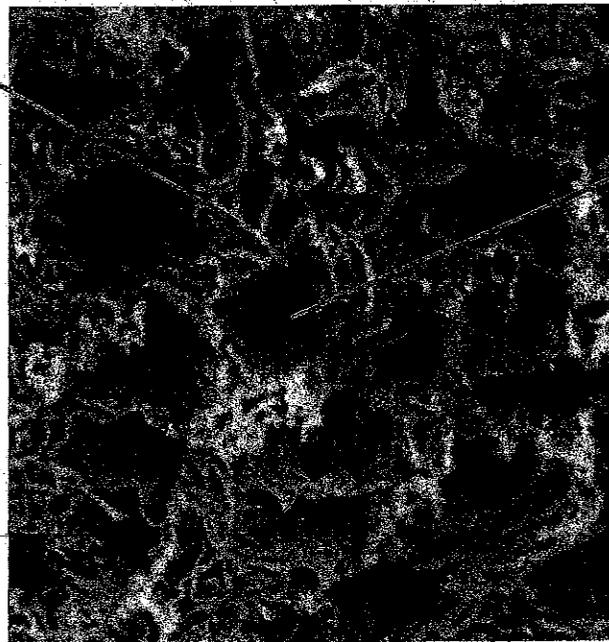


Fibrilas colágenas da dentina intertubular

Região da dentina peritubular

Fig. 7-29c: Continuação.

Fibrilas colágenas



Túbulo dentinário

Fig. 7-30: Disposição das fibrilas colágenas da dentina intertubular visualizadas após desmineralização. MEV.

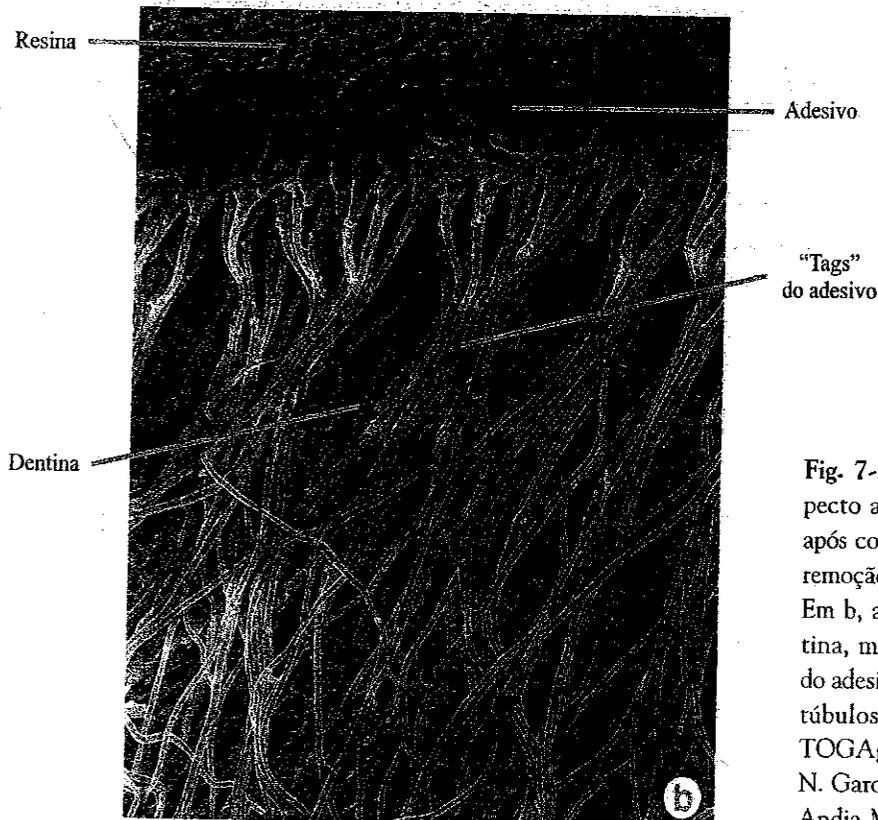
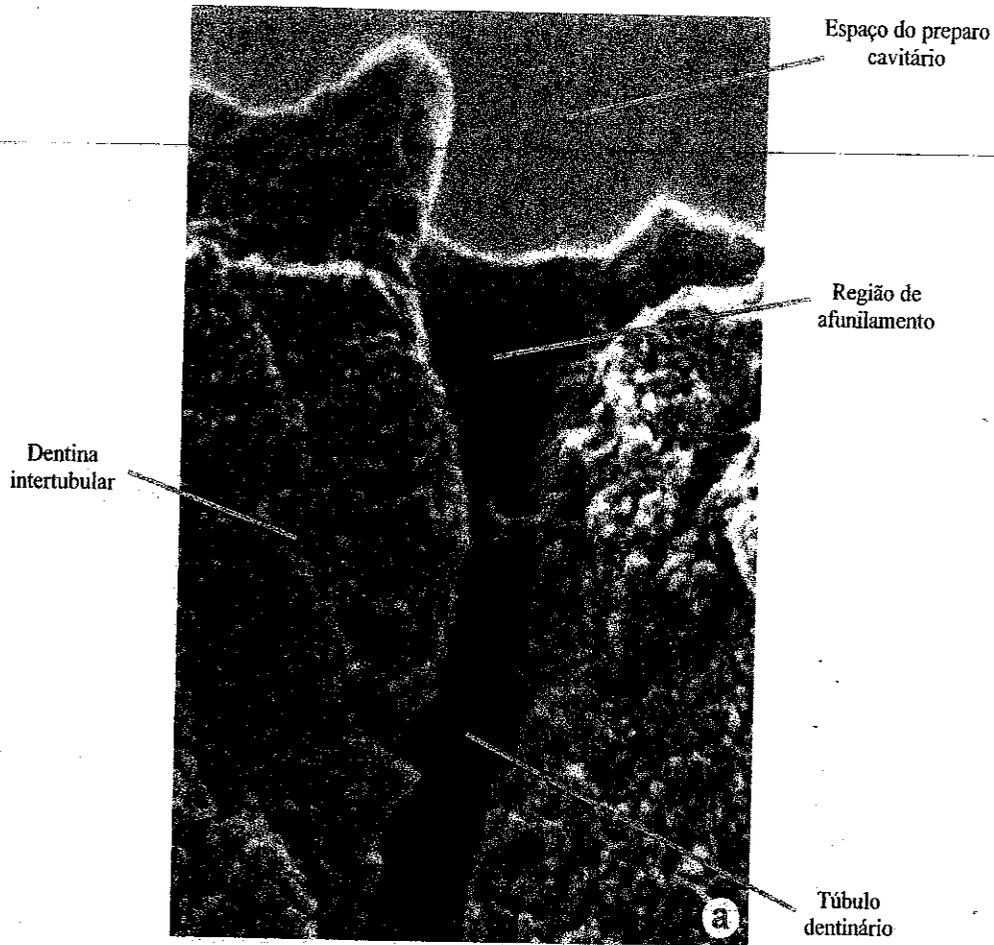


Fig. 7-31a,b: Em a, característico aspecto afunilado do túbulo dentinário após condicionamento ácido, devido à remoção parcial da dentina peritubular. Em b, a interface resina-adesivo-dentina, mostrando numerosas projeções do adesivo ("tags") que penetraram nos túbulos dentinários. MEVGABARITOGAg (a, cortesia Drs. M.A. Luz e N. Garone-Netto; b, cortesia Drs. R.Y. Andia-Merlin e N. Garone-Netto).

Durante o condicionamento ácido da dentina, além da remoção parcial da dentina peritubular (Fig. 7-31a), ocorre uma exposição dos constituintes orgânicos da dentina intertubular, criando espaços que permitem a penetração de materiais restauradores adesivos, formando a denominada camada híbrida. Além disso, os adesivos penetram pelo interior dos túbulos e canaliculos dentinários, constituindo as projeções resmosas ou "tags" (Fig. 7-31b).

Dentina Interglobular

A dentina interglobular é constituída por regiões de matriz hipomineralizada

São áreas de dentina hipomineralizada localizadas na porção mais externa da dentina coronária, freqüentemente no limite entre a dentina do manto e a circumpulpar. Essas áreas resultam da inadequada fusão dos glóbulos de mineralização ou calcosferitos ao coalescerem, ficando entre eles

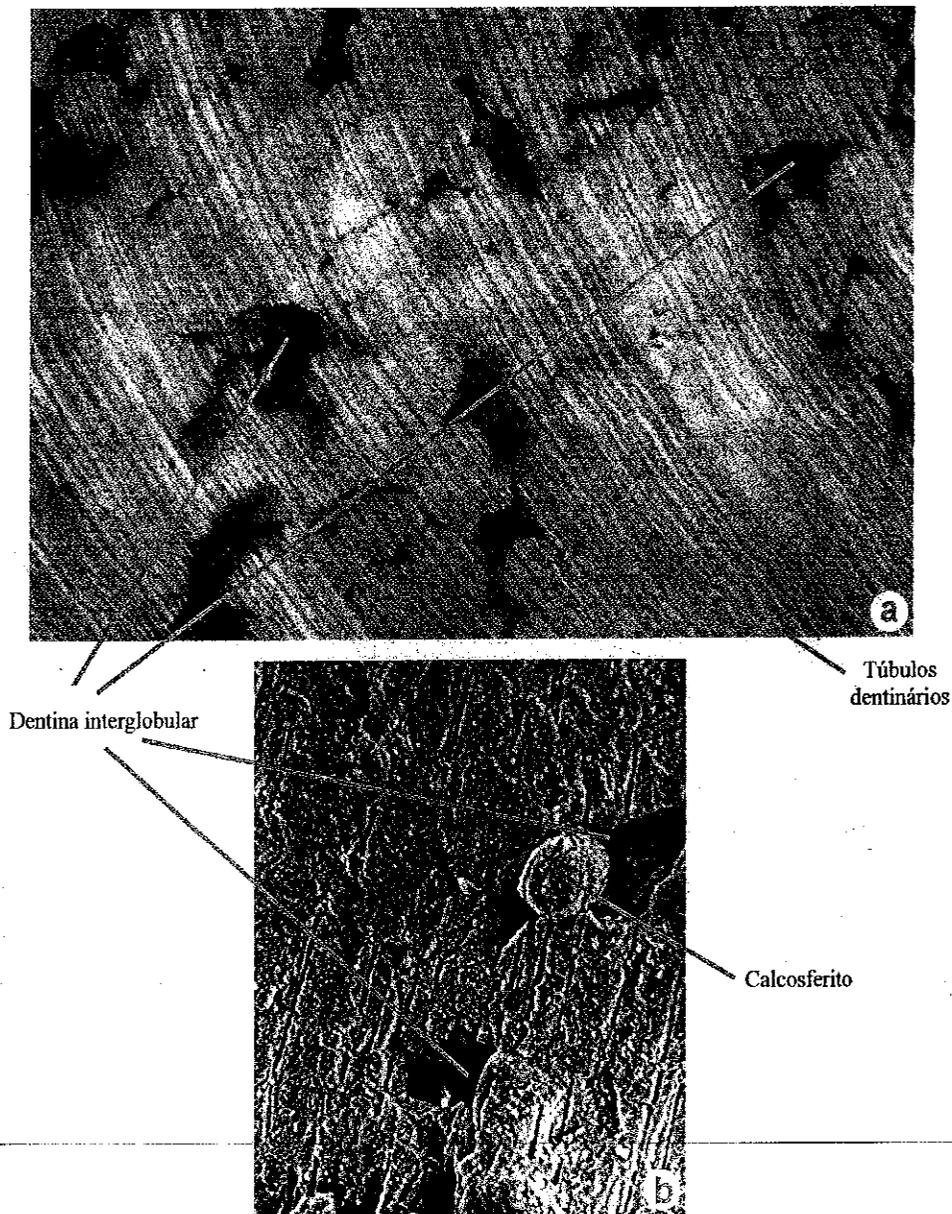


Fig. 7-32a,b: Regiões hipomineralizadas de dentina interglobular em dente preparado por desgaste, em a. Após a remoção da matriz, em b, as regiões hipomineralizadas aparecem como espaços. ML (a); MEV (b).

regiões com seus contornos em forma de arco (Fig. 7-32a,b). Embora muitas vezes sejam chamadas de "espaços" interglobulares, na verdade, são pequenas áreas de matriz hipomineralizada e, portanto, não podem ser considerados espaços.

As áreas de dentina interglobular são percorridas pelos túbulos dentinários da mesma maneira que as outras regiões de dentina circumpulpar. Entretanto, como a falha está na mineralização da matriz, os túbulos carecem, nessas regiões, de dentina peritubular.

Linhas Incrementais

A formação da dentina segue um padrão incremental

A formação da matriz orgânica de dentina e sua subsequente mineralização seguem um padrão rítmico: longas fases de formação de dentina são seguidas por curtos períodos de repouso. Isso determina a formação de linhas incrementais perpendiculares ao longo eixo dos túbulos dentinários, denominadas linhas de von Ebner (Fig. 7-33a,b). Em geral, em dentes humanos, a distância entre as linhas de von Ebner é de aproximadamente 20 μm . Entretanto, outras linhas são observadas na dentina as quais, embora tenham sua orientação similar às anteriores, são consequência de distúrbios ou alterações metabólicas (por exemplo, o momento do nascimento ou diversas doenças que a criança sofre durante a infância) que ocorrem durante o processo da dentinogênese. Por esse motivo, estas linhas de von Ebner mais acentuadas, que são denominadas de Owen, têm distâncias variáveis entre elas e se apresentam em número também variável.

Apesar das linhas de von Ebner corresponderem às linhas de Retzius do esmalte, ou seja, por as duas representarem a deposição rítmica desses tecidos, são as linhas de Owen as que refletem o número e periodicidade característica das linhas de Retzius. Um exemplo disso é a linha neonatal que enquanto na dentina é uma linha de Owen, no esmalte corresponde a uma linha ou estria de Retzius. Essas linhas são o resultado de um período mais longo de

repouso, calculado em aproximadamente 15 dias, na formação dos tecidos dentários que ocorre no momento do nascimento. A linha neonatal é observada na dentina de todos os dentes decíduos e nas regiões das cúspides dos primeiros molares permanentes.

Camada Granulosa de Tomes

A camada granulosa de Tomes é formada pelas numerosas ramificações e alças terminais dos prolongamentos odontoblásticos

Na porção radicular dos dentes preparados por desgaste observa-se, na região mais periférica da dentina, uma camada de aspecto granuloso (Fig. 7-34). Esses "grânulos" representam pequenos espaços nas lamelas desgastadas, os quais, nessas preparações, são preenchidos por ar, provocando a refração do feixe de luz durante sua observação no microscópio de luz, aparecendo, dessa maneira, escuros. Esses espaços são devidos ao fato que durante a formação da camada mais externa da dentina radicular, os prolongamentos odontoblásticos ramificam-se profusamente, adotando a forma de alças ao redor das quais é formada a dentina propriamente dita.

DENTINA SECUNDÁRIA E DENTINA TERCIÁRIA OU REPARATIVA

A deposição da dentina ocorre durante a vida toda, porém em ritmo bem mais lento

A dentina primária se forma até que é completado o ápice radicular. Entretanto, a deposição de dentina ocorre durante toda a vida, embora seja o ritmo bem mais lento. Assim, a camada formada após o fechamento do ápice da raiz é denominada dentina secundária. Esta é estruturalmente similar à dentina primária, apresentando apenas leve mudança na direção dos túbulos. Dessa maneira, constituem, as duas, a dentina circumpulpar. Apesar da dentina secundária ser depositada em todas as superfícies da dentina voltadas para a polpa, ela

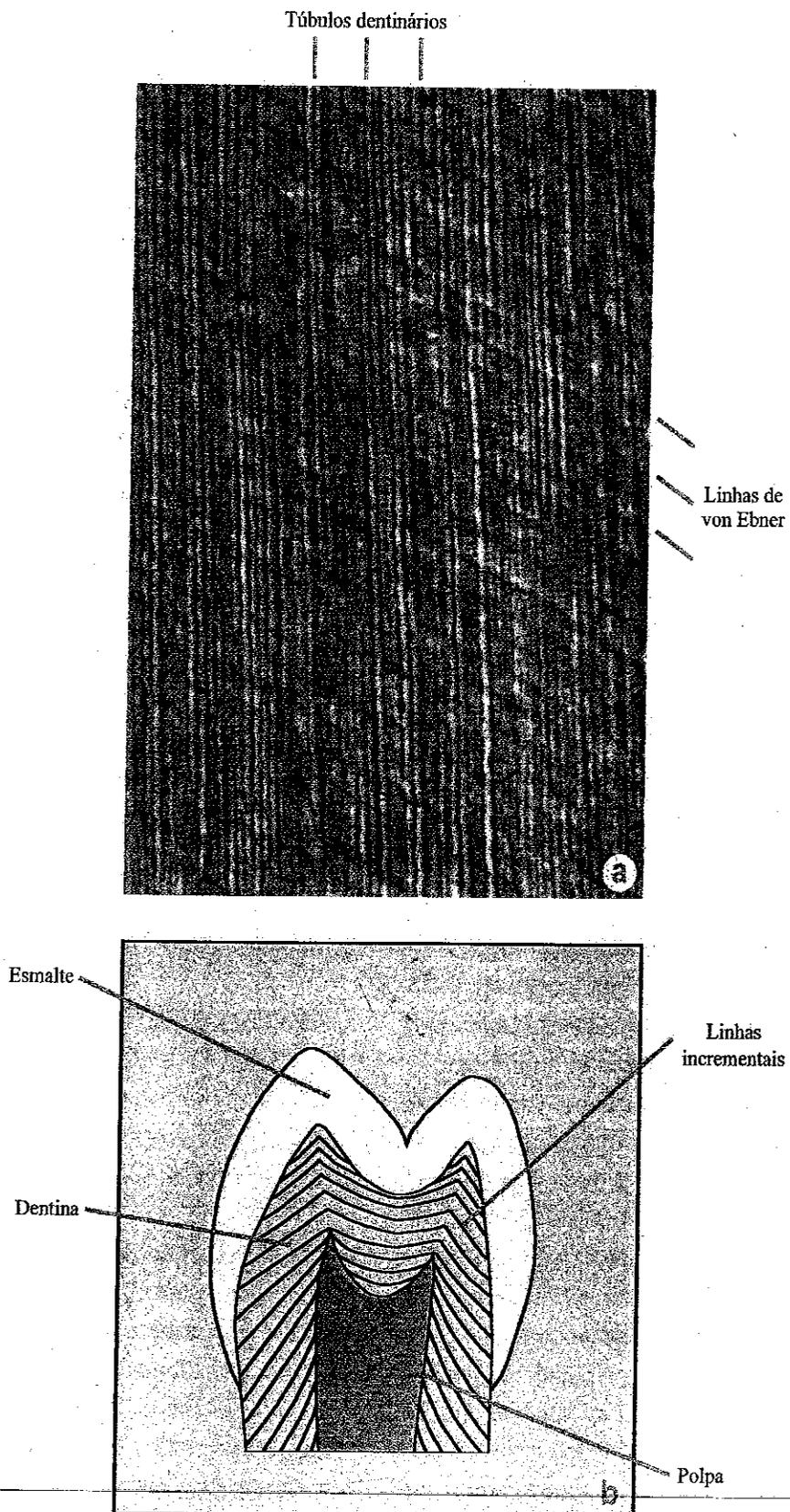


Fig. 7-33a,b: Linhas de von Ebner que representam o padrão incremental de formação da dentina, em a. A orientação das linhas em relação às outras estruturas do dente é observada em b. ML (a).

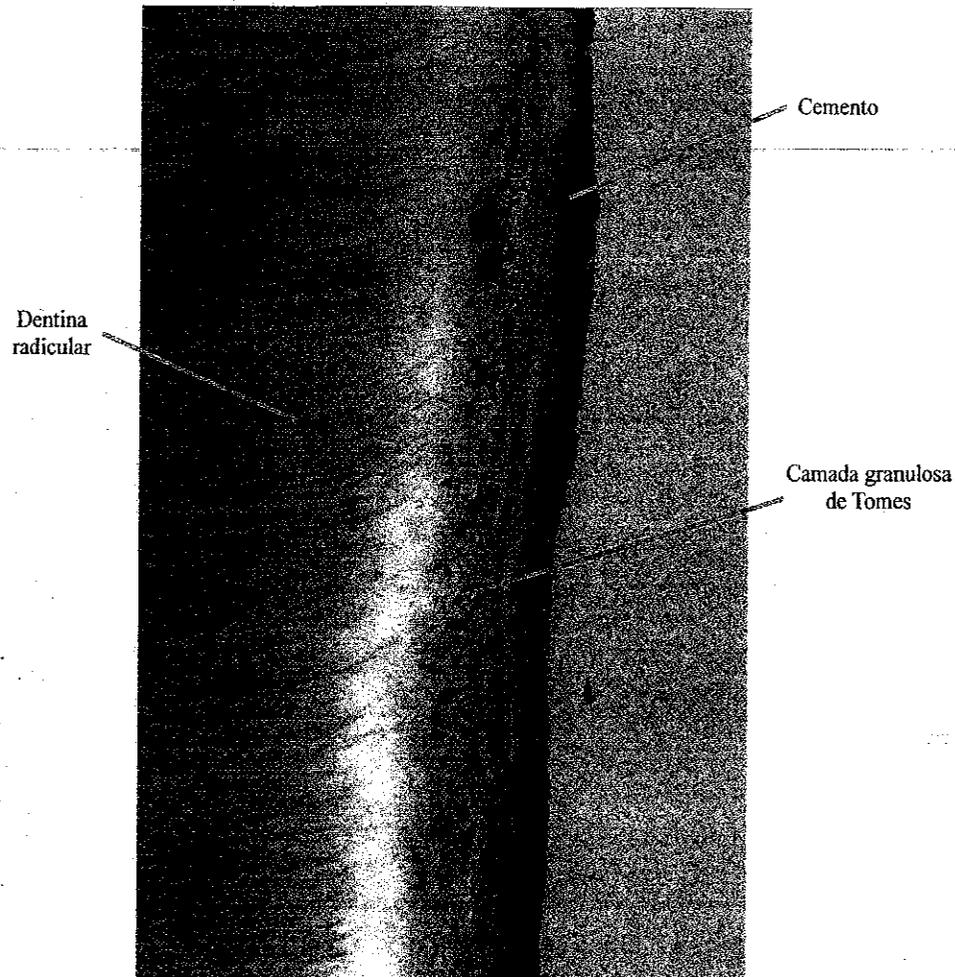


Fig. 7-34: Camada granulosa de Tomes na dentina radicular. A profusa ramificação dos prolongamentos odontoblásticos na região externa da dentina radicular origina a aparência granulosa em dentes preparados por desgaste. LM-Nomarski.

apresenta maior espessura na face palatina ou lingual dos dentes anteriores e no assoalho da câmara pulpar nos posteriores; nos canais radiculares é depositada uniformemente em todas suas paredes.

A constante deposição de dentina secundária durante a vida do indivíduo gera maior dificuldade no acesso à câmara pulpar e/ou canais radiculares durante os tratamentos endodônticos realizados em pacientes de idade avançada.

A dentina terciária possui estrutura irregular e pode ser de dois tipos, reacional e reparativa.

Frente a diversos fatores como atrição e cárie, entre outros, é possível verificar a formação de uma

outra camada de dentina chamada de terciária do tipo reacional, que constitui uma tentativa dos odontoblastos de formar uma barreira, restabelecendo a espessura de dentina, ficando, assim, mais afastados dos fatores que significam agressão. A dentina terciária reacional é irregular, não tendo, portanto, a estrutura tubular ordenada das dentinas primária e secundária. A dentina terciária do tipo reparativa é formada por células indiferenciadas da polpa, originando-se, na maioria das vezes, um tecido do tipo osteóide (Fig. 7-35).

OUTROS TIPOS DE DENTINA

A dentina acima descrita é o tipo mais comum entre os mamíferos, sendo denominada ortodentina. Possui algumas variações morfológicas com relação

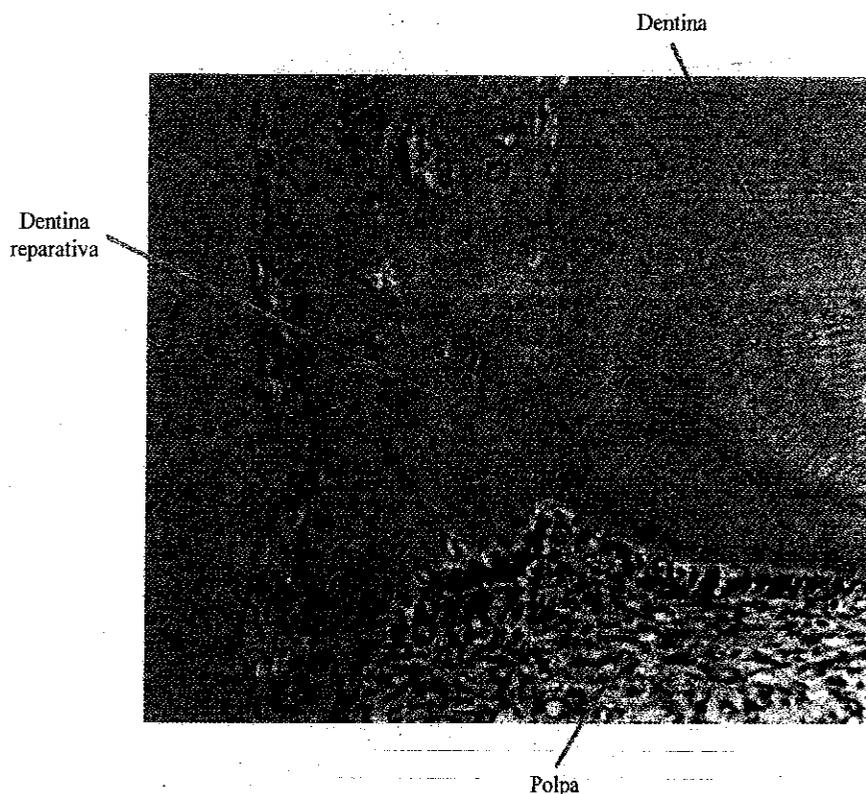


Fig. 7-35: Dentina terciária do tipo reparativa. Observar o aspecto de osso primário do tecido neoformado. ML (Cortesia Drs. R.C.C. Lia e D.C. Oliveira).

aos túbulos dentinários que são, às vezes, muito irregulares ou muito ramificados em algumas espécies.

Além da ortodentina existem a osteodentina, a plicidentina e a vasodentina. Outro tipo de tecido mineralizado de origem mista epitelial e ectomesenquimal — o enamelóide — recobre a dentina e ocorre em algumas espécies. A osteodentina é o tipo de dentina mais comum depois da ortodentina. Existe abundantemente em peixes. É formada por pequenos túneis entrelaçados e anastomosados, contendo tecido pulpar, com odontoblastos na periferia que emitem prolongamentos curtos que penetram no tecido calcificado. A osteodentina forma-se subjacente à polpa propriamente dita, formando desta maneira uma espécie de inserção. A plicidentina forma-se pelo pregamento acentuado da dentina que divide a polpa em estreitas lamelas longitudinais. Existe somente em algumas espécies de répteis. A vasodentina caracteriza-se pela presença de capilares dentro do tecido dentinário. Estes vasos ficam aprisionados na dentina durante a dentinogênese

e permanecem viáveis no adulto, com células endoteliais. O enamelóide é um tecido formado pelos odontoblastos, porém com uma contribuição importante do epitélio interno do órgão do esmalte. A sua estrutura é muito parecida com o esmalte. Possui uma camada basal com cristais minerais depositados irregularmente, sobre a qual deposita-se uma outra camada de cristais paralelos à superfície. Recobrendo a superfície existe ainda outra camada muito fina, lisa e brilhante de mineral. O enamelóide é um tecido abundante em peixes e tubarões.

PRÉ-DENTINA

A pré-dentina é uma camada não mineralizada que permanece no dente adulto separando os odontoblastos da dentina mineralizada

Como a formação da dentina é por aposição, enquanto a dentinogênese está ocorrendo, permanece sempre uma camada de matriz orgânica não

mineralizada, entre a dentina calcificada e os corpos celulares dos odontoblastos, denominada pré-dentina (Fig. 7-36). Uma vez formada a espessura total de dentina, uma camada de pré-dentina de aproximadamente 30 μm permanece separando-a da camada de odontoblastos. Desse modo, tal como ocorre no tecido ósseo onde o pré-osso ou osteóide separa a matriz mineralizada dos osteoblastos ou das células de revestimento ósseo, a pré-dentina evita o contato da dentina mineralizada com a polpa, que poderia reabsorvê-la se esse contato ocorresse.

Na pré-dentina, a matriz extracelular é também constituída principalmente por fibrilas colágenas e contém maior quantidade de proteoglicanas/glicosaminoglicanas do que a dentina mineralizada (Fig. 7-37).

Em casos de necrose pulpar, a camada de pré-dentina não está mais presente. Devido à sua natureza orgânica ela se desintegra durante o processo de degeneração necrótica da polpa.

POLPA DENTÁRIA

Embora a dentina e a polpa sejam consideradas conjuntamente como um complexo estrutural e funcional, se considerarmos apenas a polpa, esta não é mais do que um tecido conjuntivo frouxo com duas camadas periféricas, a camada de odontoblastos e a região subodontoblástica (Fig. 7-38).

Odontoblastos

Os odontoblastos dispõem-se em paliçada, constituindo uma só camada de células acolada à pré-dentina

São células de origem ectomesenquimal responsáveis pela formação da dentina. Durante a dentinogênese, e também no dente formado, dispõem-se em paliçada, constituindo uma só camada de células acolada à pré-dentina, contornando, portanto, a periferia da polpa dentária.

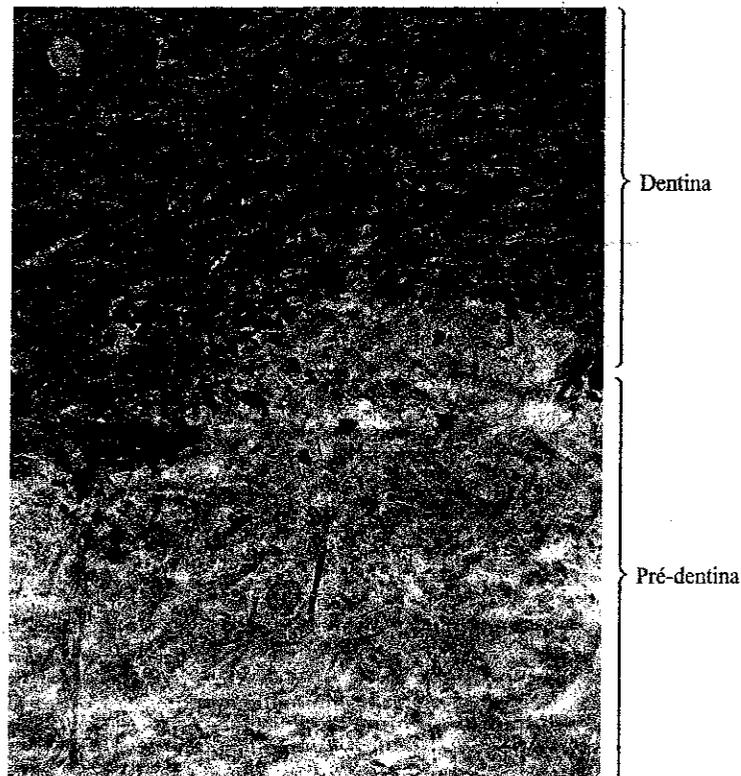


Fig. 7-36: Interface entre a dentina mineralizada e a pré-dentina em um dente formado. A pré-dentina permanece como uma camada não mineralizada. MET.

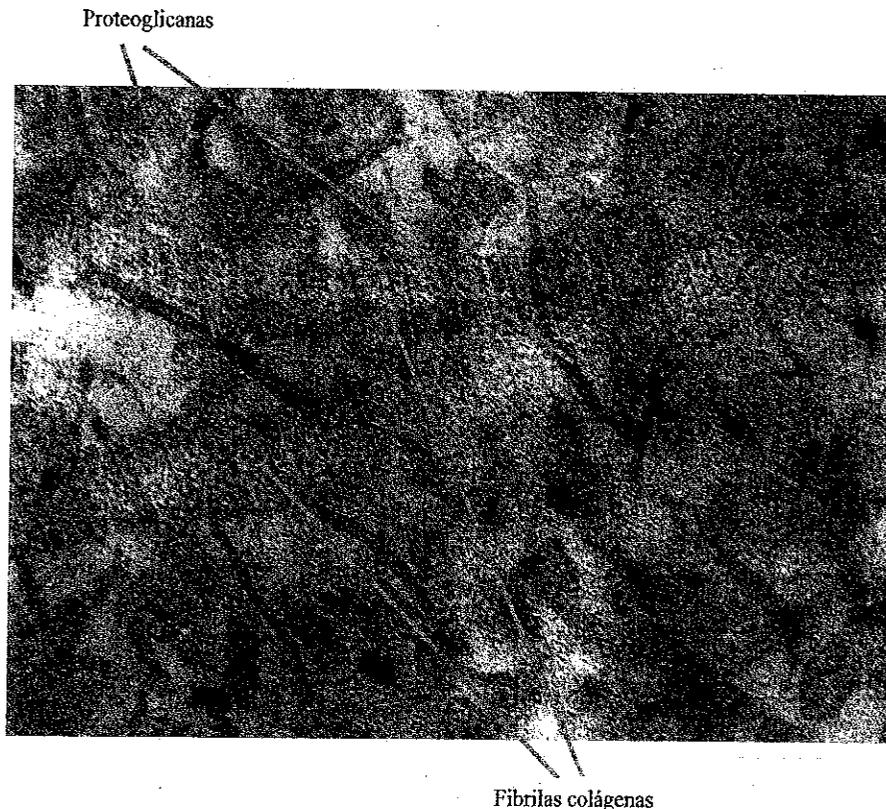


Fig. 7-37: Pré-dentina em que se observa a íntima relação entre a rede de proteoglicanas e as fibrilas colágenas, evidenciada pelo método citoquímico do azul de cuprolínico. MET.

Todavia, embora a camada odontoblástica seja considerada a região mais periférica da polpa, os odontoblastos, após formarem a dentina, mantêm com esse tecido uma estreita relação, pois os seus prolongamentos ficam contidos nos túbulos dentinários. Assim, os odontoblastos possuem duas partes nitidamente diferentes: o corpo celular e o prolongamento.

Na coroa, os odontoblastos apresentam seu corpo celular com forma cilíndrica, alcançando 50-60 μm de altura, o qual vai diminuindo em sentido radicular, tornando-se células cúbicas no terço apical da raiz. Além disso, os odontoblastos são mais numerosos, por unidade de área, na coroa do que na raiz. Como consequência, a camada odontoblástica apresenta o falso aspecto de pseudoestratificação na porção coronária (Fig. 7-39) enquanto que na raiz permanece com a aparência de uma única camada de células.

No dente formado os odontoblastos podem estar sintetizando e secretando ou em estado de repouso

Por serem células sintetizadoras e secretoras de proteínas, principalmente colágeno do tipo I, os odontoblastos apresentam as características típicas desse tipo de células, as quais foram mencionadas na seção correspondente à dentinogênese. No dente formado os odontoblastos podem estar sintetizando e secretando ou em estado de repouso, quando então as organelas de síntese e secreção não são tão evidentes. Contudo, os odontoblastos completamente diferenciados, seja qual for o seu estado funcional, são células altamente polarizadas com seu núcleo localizado no pólo proximal, adjacente à região subodontoblástica (Fig. 7-40). O abundante retículo endoplasmático granular, que se dispõe em grande parte paralelamente ao longo eixo da célula, localiza-se na região lateral e supranuclear.

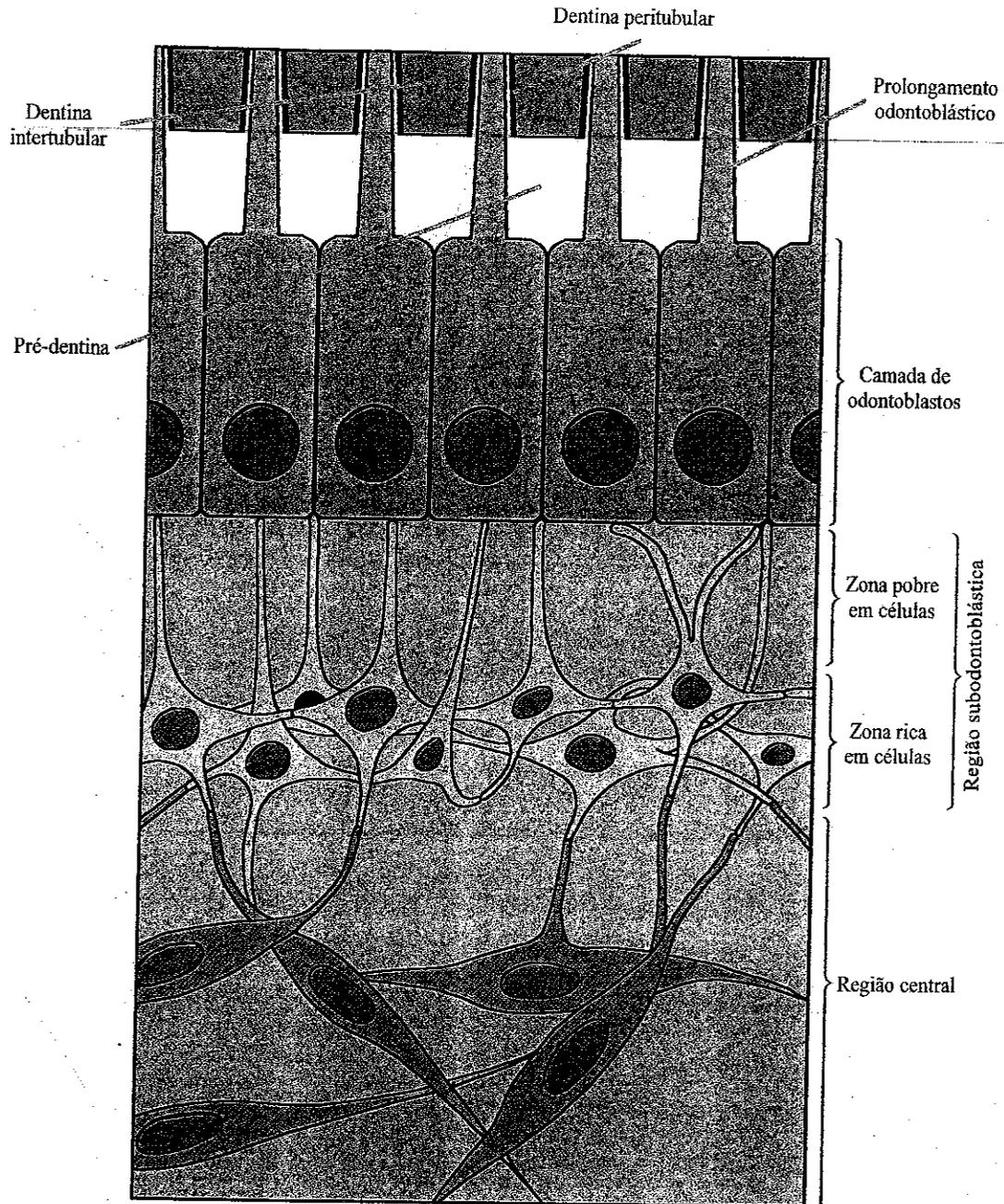


Fig. 7-38: Constituintes da periferia da polpa dentária em um dente formado.

O complexo de Golgi é muito desenvolvido e consiste de sáculos com distensões laterais, esféricas ou achatadas, constituindo grupos, cada um dos quais é formado por dois ou três sáculos achatados e curvados (Fig. 7-41). A superfície convexa (face cis) está intimamente relacionada às pequenas vesículas intermediárias derivadas do retículo endoplasmático granular. A superfície côncava (face trans), por outro lado, é o local aonde originam-se

vesículas de secreção com conteúdo finamente granular ou filamentososo e lisosomas. Adjacentes às regiões do complexo de Golgi, estão também presentes pequenas vesículas cobertas de 50-70 nm de diâmetro e alguns lisosomas (Fig. 7-08). As mitocôndrias estão uniformemente distribuídas no corpo celular dos odontoblastos, embora estejam geralmente próximas às cisternas de retículo endoplasmático granular. A extremidade distal

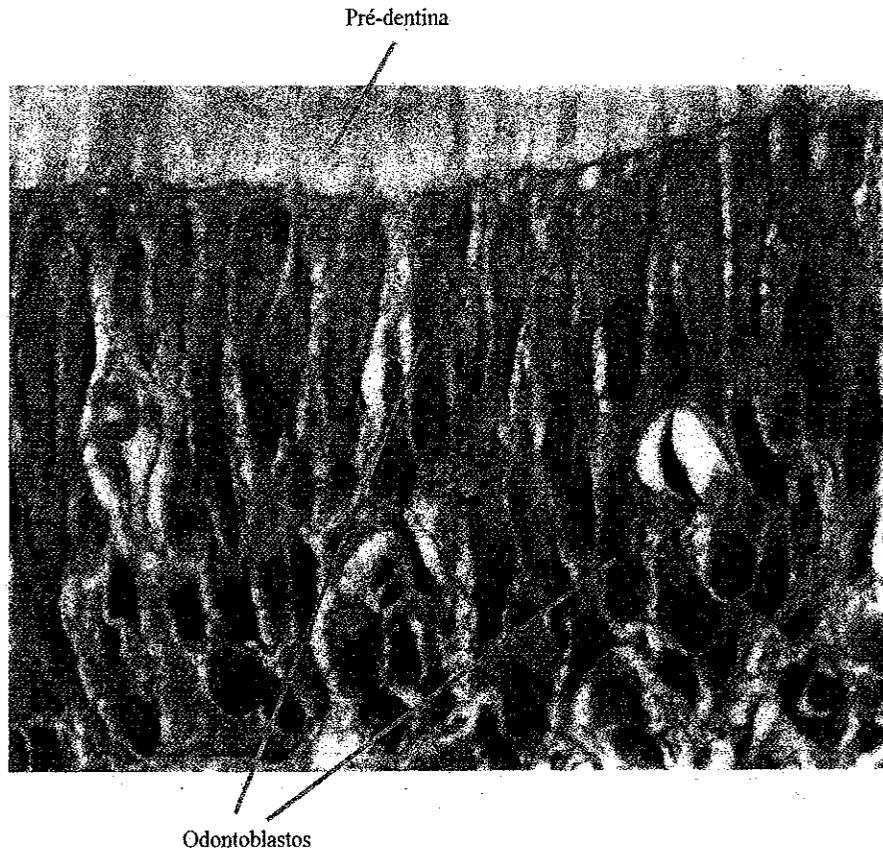


Fig. 7-39: Aspecto pseudoestratificado da camada de odontoblastos na porção coronária. ML.

do corpo celular apresenta-se pobre em organelas, porém, apresenta numerosos lisosomas bem como vesículas e vacúolos contendo material provavelmente endocitado. A região possui constituintes do citoesqueleto bem desenvolvidos, representados por filamentos de actina, filamentos intermediários e microtúbulos. Estes elementos, apesar de serem encontrados em toda a célula, são numerosos e característicos da metade distal dos odontoblastos (Fig. 7-42).

Os odontoblastos estabelecem numerosos contatos através de junções intercelulares

Os corpos celulares dos odontoblastos estabelecem contato entre si através de numerosas junções intercelulares. Junções aderentes do tipo fáschia ou mácula encontram-se ao longo da sua superfície lateral, porém, sem constituir desmoso-

mas. Entretanto, como estas junções são conspícuas nos odontoblastos, alguns autores as descrevem erroneamente como desmosomas. Outro tipo juncional é constituído pelas inúmeras junções comunicantes. Na extremidade distal dos odontoblastos, característicos complexos juncionais são constituídos por algumas junções comunicantes e por numerosas junções aderentes, estas últimas em disposição zonular, isto é, rodeando a célula por inteiro. Assim sendo, à semelhança de células epiteliais, uma típica trama terminal está presente na extremidade distal do corpo dos odontoblastos. Esses complexos juncionais apresentam também junções oclusivas, porém do tipo macular ou focal e não zonular (Fig. 7-43a,b). Por essa razão, a camada de odontoblastos compartimentaliza parcialmente a dentina e pré-dentina em relação à polpa, fenômeno que é estabelecido desde as fases iniciais da dentinogênese (Figs. 7-06 e 7-15).

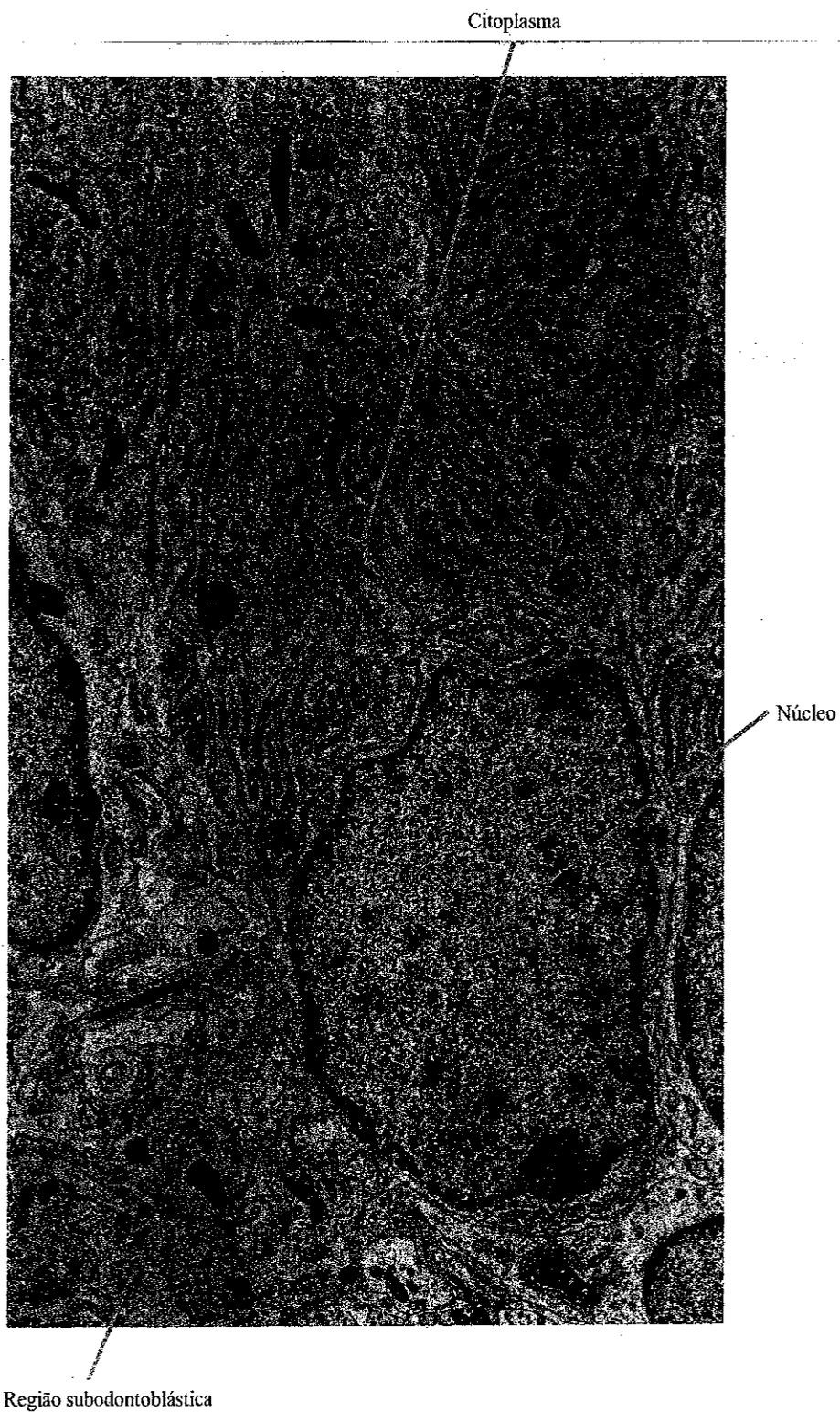


Fig. 7-40: Odontoblasto completamente diferenciado com o seu núcleo localizado no pólo proximal, em relação à região subodontoblástica. MET.

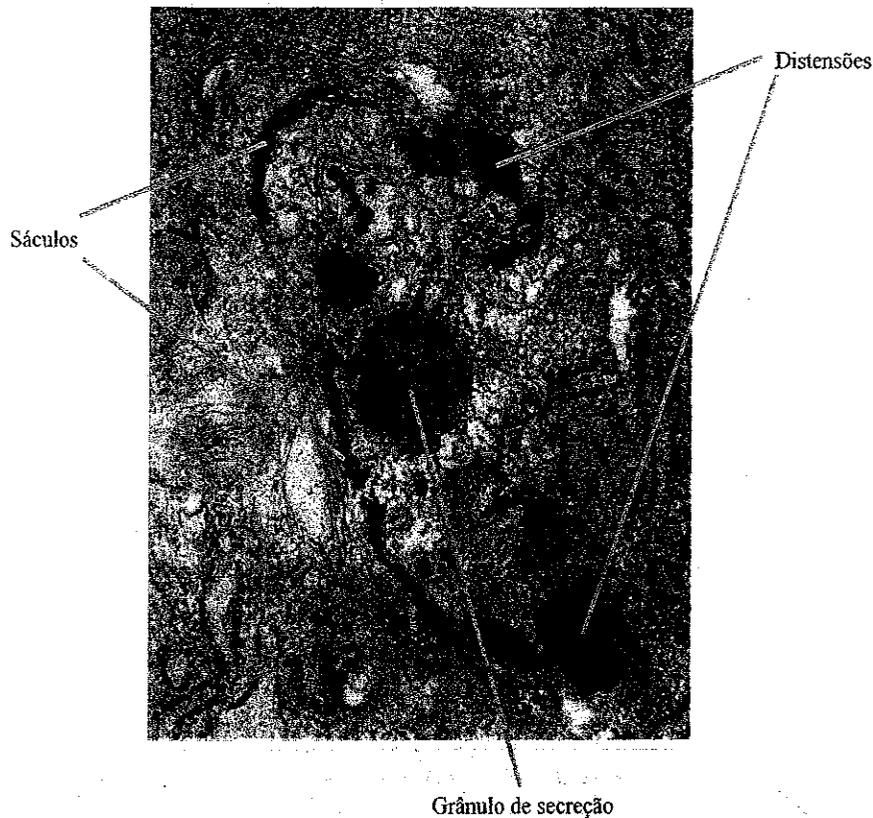


Fig. 7-41: Complexo de Golgi de um odontoblasto onde a atividade da fosfatase ácida, em negro, representa a região de formação de lisosomas, evidenciada através de técnica citoquímica. MET.

O prolongamento é a porção do odontoblasto que permanece dentro dos túbulos dentinários

O prolongamento odontoblástico possui poucas organelas citoplasmáticas, tendo, entretanto, um bem desenvolvido sistema de microtúbulos e microfilamentos que se dispõem seguindo seu o longo eixo. Os microtúbulos provavelmente participam no transporte de grânulos de secreção. Na sua base, o prolongamento possui também elementos do sistema endossômico-lisosômico e vesículas, o que sugere que nesta região ocorra a liberação de enzimas do tipo metaloproteínases na pré-dentina durante a dentinogênese, resultando na degradação e remoção de certos componentes (Fig. 7-42). Após atravessar a pré-dentina, o prolongamento penetra no túbulo dentinário, contendo, às vezes, lisosomas no seu interior (Fig. 7-44). O prolongamento possui maior diâmetro na sua base e afina-se progressivamente até sua extremidade.

Região Subodontoblástica

Encontra-se, como indica seu nome, logo abaixo da camada de odontoblastos. Nesta região diferenciam-se, ainda, duas zonas: uma mais periférica, denominada zona pobre em células e outra subjacente à anterior, chamada de zona rica em células (Fig. 7-38).

Zona Pobre em Células

A zona pobre em células é atravessada por numerosos prolongamentos de células subjacentes, vasos e fibras nervosas

Embora esta zona, chamada também de Weill, seja mesmo observada com poucas células ao microscópio de luz, daí sua denominação, na verdade é atravessada por numerosos prolongamentos das células subjacentes, os quais ramificam-se muito, estabelecendo contatos entre eles e com as super-

fícies basais dos odontoblastos (Figs. 7-38 e 7-40). Esses contatos são representados principalmente por junções comunicantes e por algumas junções aderentes. Em dentes humanos esta zona tem aproximadamente 40 μm de espessura, sobretudo na polpa coronária onde é mais evidente. Além dos prolongamentos celulares mencionados anteriormente, esta zona apresenta numerosos vasos sanguíneos, os quais constituem o plexo capilar, cujas ramificações penetram até a camada odontoblástica, onde estabelecem alças entre os odontoblastos (Fig. 7-39). Também, a zona pobre em células é atravessada por fibras nervosas, principalmente do tipo amielínico, que também se dirigem para

a camada odontoblástica, podendo atingir a pré-dentina e a parte inicial dos túbulos dentinários.

Zona Rica em Células

A zona rica em células é constituída principalmente por células indiferenciadas

A zona rica em células é constituída pelos corpos das células que emitem seus prolongamentos para a zona acelular. Estas células têm, na sua maioria, forma bipolar, apresentando prolongamentos que se dirigem também para a região central da polpa. Embora algumas destas células sejam

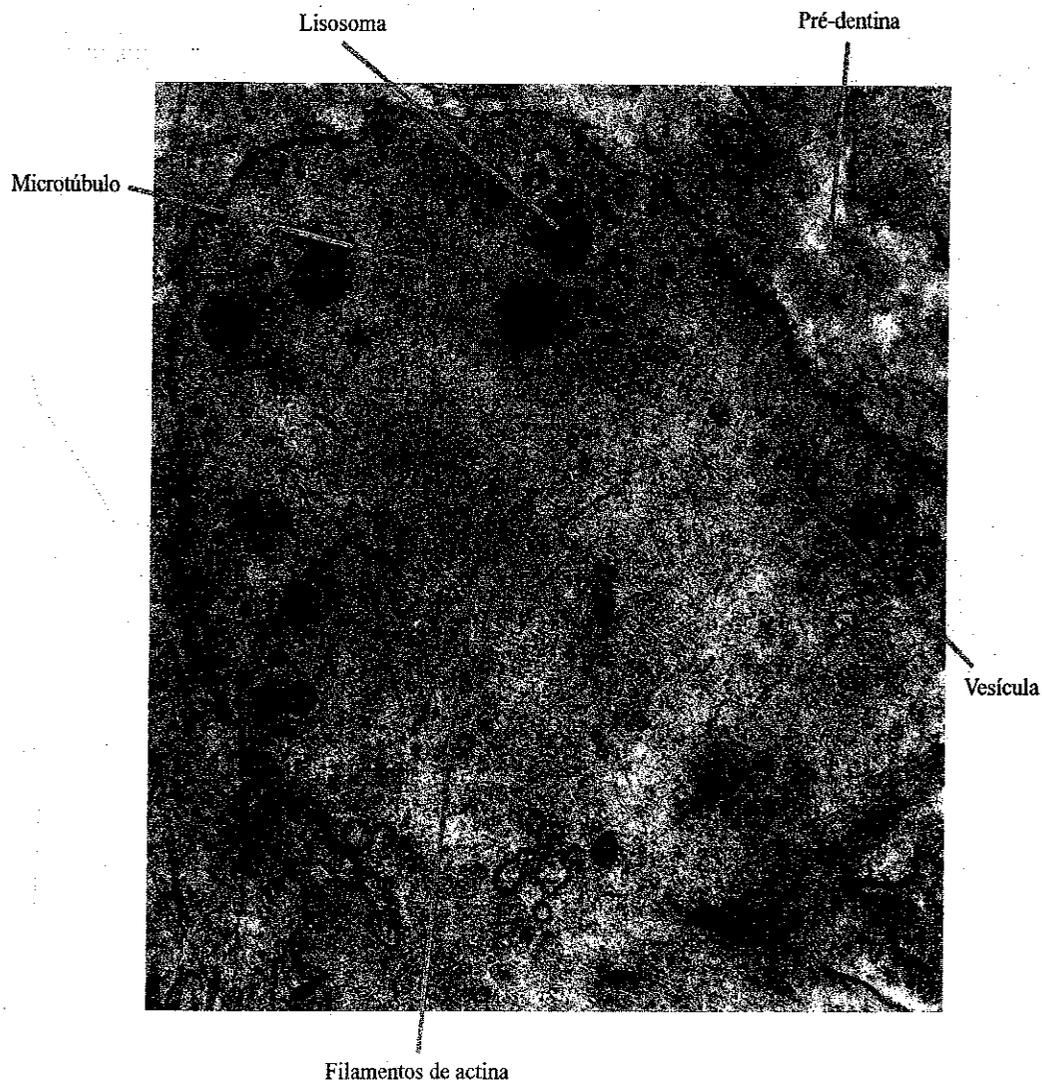


Fig. 7-42: Base de um prolongamento odontoblástico onde são observados elementos do citoesqueleto e do sistema lisosômico. MET.

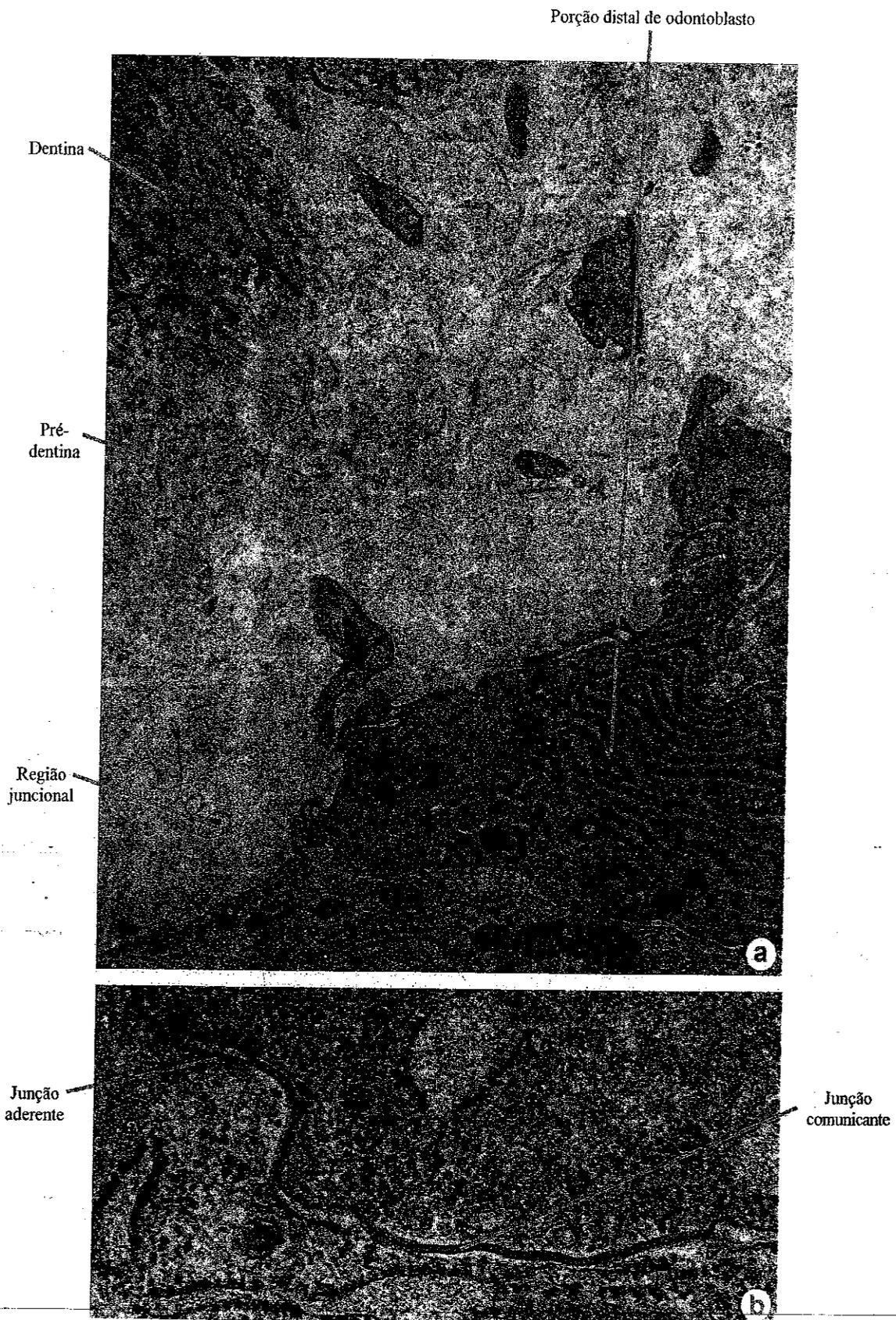


Fig. 7-43a,b: Porção distal de odontoblastos onde aparece uma região juncional, em a, que é observada em maior aumento em b. MET.

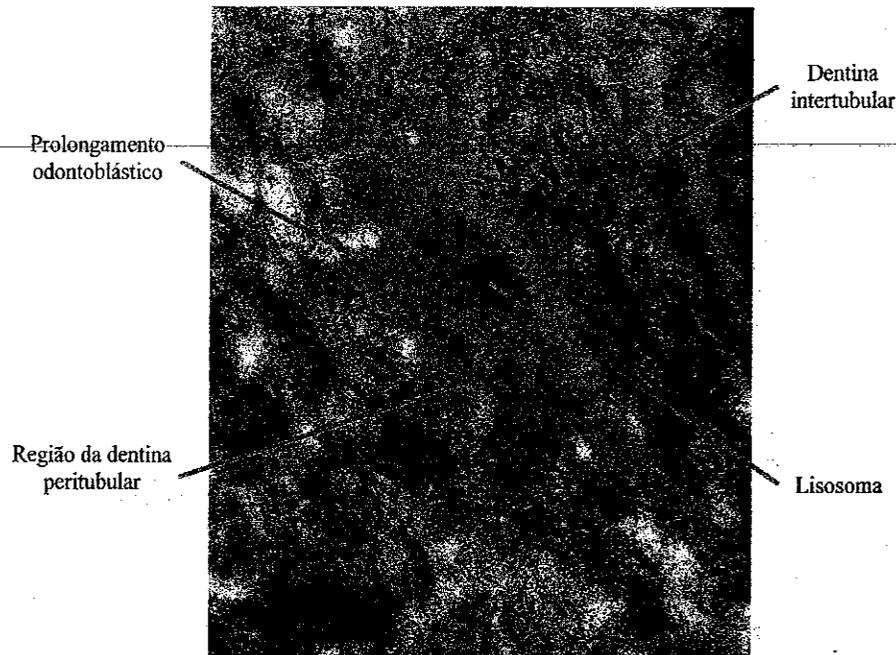


Fig. 7-44: Prolongamento odontoblástico próximo à pré-dentina onde se observa um lisosoma, em negro, evidenciado através da técnica citoquímica da fosfatase ácida. MET.

fibroblastos (quase todos em estado de repouso), a maioria delas são células indiferenciadas (“stem cells”). Esta zona rica em células é muito mais distinguível na polpa coronária do que na porção pulpar radicular (Fig. 7-45).

© Játo da região subodontoblástica ser mais evidente na polpa coronária, que esta relação muda a porção do dente voltada para o meio bucal, indica a alta potencialidade metabólica desta região pulpar, especialmente no que se refere a processos de reparação e diferenciação de novas células quando as situações assim o requerem.

Região Central da Polpa

A região central da polpa é constituída por um tecido conjuntivo frouxo singular

Sem considerar sua porção periférica (camada de odontoblastos e região subodontoblástica), a polpa dentária é constituída por tecido conjuntivo frouxo, porém singular, devido à sua organização e localização, rodeado pela dentina.

As células mais abundantes na região central da polpa são os fibroblastos que apresentam seu característico aspecto fusiforme com um núcleo central ovóide e longos prolongamentos. No seu citoplasma, as típicas organelas de síntese e secreção de proteínas refletem sua capacidade de produção e renovação dos elementos da matriz extracelular, principalmente o colágeno. Na extensão total da polpa, os fibroblastos distribuem-se regularmente, podendo ser encontrados em diversos estados funcionais, isto é, ativos ou em repouso, constituindo neste último caso os fibrócitos (Fig. 7-46).

Outro tipo celular da polpa é representado pelas células indiferenciadas, as quais estão presentes mesmo na polpa do dente completamente formado. Embora na sua maioria estas células estejam presentes na região subodontoblástica, elas são também detectadas no restante da polpa, principalmente adjacentes aos capilares sanguíneos.

Macrófagos e linfócitos, células típicas do sistema imunológico em geral, também estão constituindo parte da população celular da região central da polpa, desempenhando principalmente funções de reconhecimento e processamento de antígenos

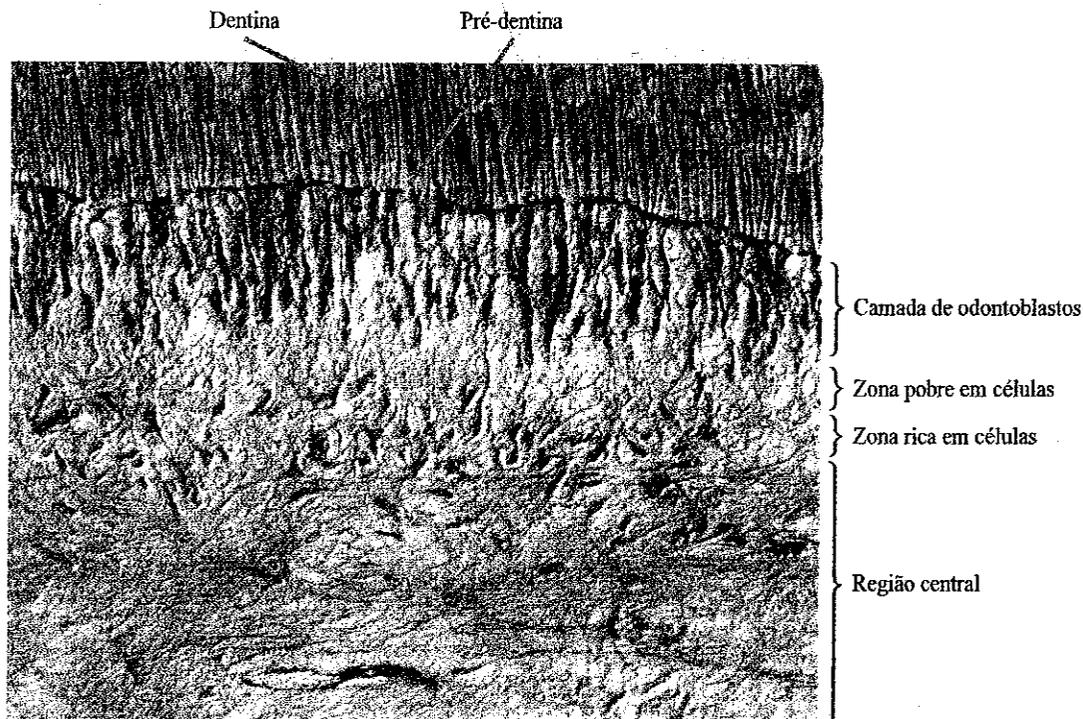


Fig. 7-45: Constituintes da periferia da polpa dentária em um dente formado. ML-Nomarski.

bem como a fagocitose de elementos necróticos. Outras células como os plasmócitos, não são constituintes usuais da polpa dentária, aparecendo apenas nos casos de inflamação (pulpite) crônica.

A matriz extracelular da polpa é constituída por elementos fibrosos e por substância fundamental. O colágeno é o constituinte fibroso mais abundante. Apesar dele estar presente ao longo de toda a polpa, sua distribuição não é uniforme. Assim, na polpa radicular as fibrilas colágenas estão dispostas mais densamente do que na polpa coronária onde elas são mais esparsas. Todavia, a polpa da coroa dos incisivos e caninos contêm mais colágeno do que os pré-molares e molares. Embora a maior parte das fibrilas colágenas da polpa sejam do tipo I, tem sido também aí detectadas fibrilas colágenas do tipo III, que correspondem às fibras reticulares. Além disso, escassas fibras oxitalânicas têm sido identificadas na polpa coronária. Outro tipo de fibras, as elásticas, apenas fazem parte das paredes de vasos sanguíneos calibrosos.

A substância fundamental, devido a ser constituída por abundantes proteoglicanas, glicosami-

noglicanas, glicoproteínas e água, constitui um característico gel que embebe os elementos celulares e fibrilares descritos anteriormente.

A remoção da polpa e por consequente dos odontoblastos, não determina a necrose da dentina permitindo portanto o tratamento endodôntico.

INERVAÇÃO DO DENTE E SENSIBILIDADE DENTINO-PULPAR

Nervos contendo fibras sensitivas provenientes do nervo trigêmeo e ramos simpáticos do gânglio cervical superior penetram através do forame apical e dos forames acessórios como grossos feixes. Esses feixes, constituídos tanto por axônios mielínicos como amielínicos, atravessam a polpa do canal radicular, chegando, assim, até a câmara pulpar. Nessa região ramificam-se profusamente em direção à periferia da polpa, especialmente na região subodontoblástica aonde constituem um plexo

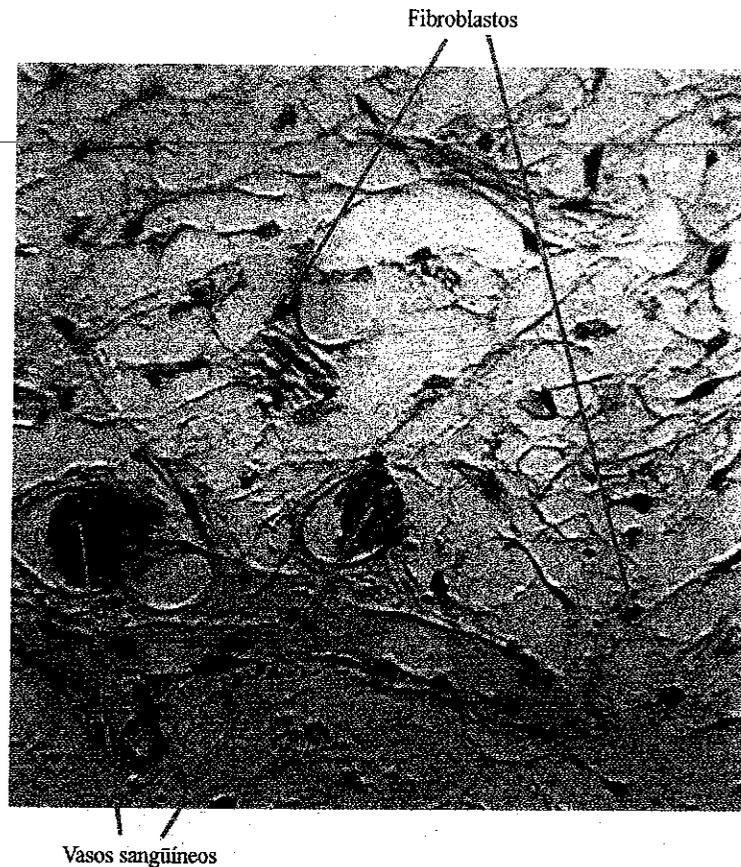


Fig. 7-46: Região central da polpa onde aparecem numerosos fibroblastos. ML-Nomarski.

nervoso característico denominado plexo de Raschkow (Fig. 7-47a,b).

Enquanto a maioria dos axônios terminam no plexo subodontoblástico, alguns deles, desprovidos do revestimento da célula de Schwann, atravessam a camada de odontoblastos, alcançando a pré-dentina. Poucos axônios, ainda, penetram na porção inicial dos túbulos dentinários, ficando em íntimo contato com o prolongamento odontoblástico.

A dor de origem dentino-pulpar possui características especiais, sendo que até o momento não existem bases conclusivas para explicar sua exata natureza.

Seja qual for o estímulo no complexo dentina-polpa (bacteriano, térmico, mecânico ou químico), a sensibilidade é sempre traduzida como dor. Além disso, regiões diferentes da dentina possuem graus de sensibilidade dolorosa também diferentes. Assim sendo, maior sensibilidade dolorosa existe tanto na dentina superficial, próxima à junção amelodenti-

nária, como na dentina profunda, próxima à polpa. Para explicar a sensibilidade dolorosa dentinária têm sido formuladas três teorias, as quais serão brevemente comentadas a seguir.

A primeira delas considera que devido ao fato de estarem presentes finas fibras nervosas na porção inicial dos túbulos dentinários, os estímulos atingiriam diretamente essas terminações nervosas. Entretanto, esses axônios não são encontrados em todos os túbulos. Além disso, quando presentes, os axônios estão restritos à porção inicial dos túbulos, não alcançando nem um terço da sua extensão. A grande sensibilidade dolorosa na dentina superficial não seria, portanto, compatível com essa teoria.

A segunda teoria propõe que o odontoblasto e o seu prolongamento funcionariam diretamente como receptores sensoriais. Uma das razões que levaram à formulação desta teoria é o fato dos odontoblastos serem originários da crista neural e de possuírem numerosas junções comunicantes.

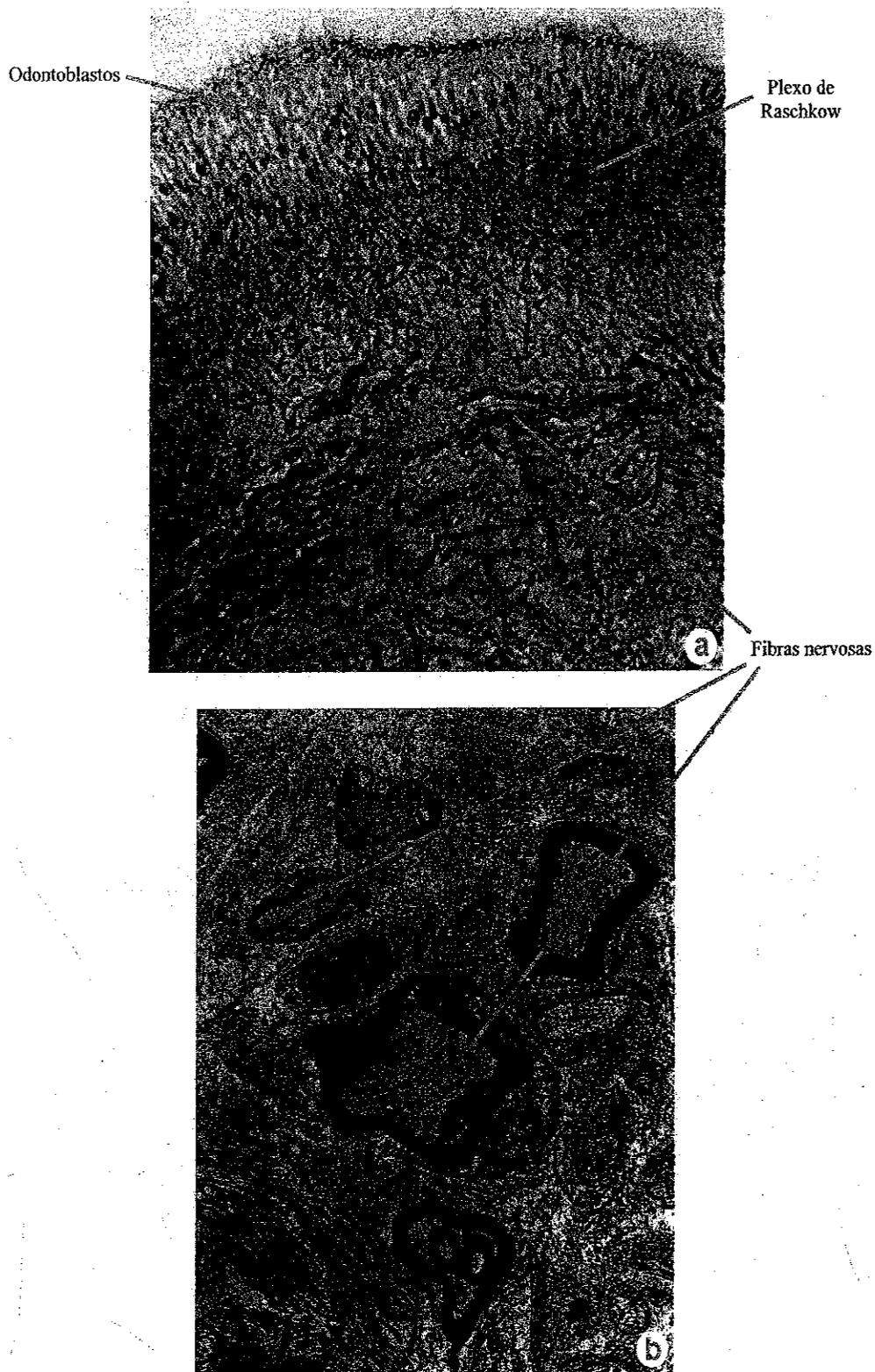


Fig. 7-47a,b: Periferia da polpa, em a, mostrando a distribuição das fibras nervosas na região subodontoblástica formando o plexo de Raschkow, evidenciado pelo método da impregnação pela prata. Fibras nervosas mielínicas são observadas em b. ML-Nomarski (a); MET (b).

Assim sendo, os odontoblastos manteriam uma certa capacidade de transdução de impulsos nervosos. Entretanto, ainda existem dúvidas sobre a extensão do prolongamento odontoblástico, que aparentemente alcança apenas um terço do túbulo dentinário. Além disso, o potencial de membrana dos odontoblastos seria muito baixo para a transdução e propagação do impulso nervoso.

A terceira teoria, denominada hidrodinâmica, é a mais cotada para explicar a sensibilidade dentinária. Esta baseia-se no fato dos túbulos dentinários estarem preenchidos pelo fluido dentinário, no espaço periodontoblástico quando o prolongamento está presente, ou na totalidade do túbulo e canalículos se o prolongamento não estiver mesmo presente na dentina superficial. Assim sendo, uma vez atingida a dentina, os diversos estímulos produziram leve movimentação desse líquido, gerando com isso, ondas que acabariam atingindo as fibras nervosas da porção inicial dos túbulos e do plexo subodontoblástico. A presença de junções oclusivas focais entre os odontoblastos,

portanto não zonulares, permitiria a transmissão das ondas pelos espaços intercelulares para a região subodontoblástica. Esta teoria explica a razão pela qual a dentina superficial, aonde os túbulos dentinários são mais profusamente ramificados, é extremamente sensível, mesmo na ausência de prolongamento odontoblástico e de terminações nervosas nessa região.

Contudo, apesar da teoria hidrodinâmica ser a que preenche mais os diversos aspectos envolvidos na sensibilidade dentino-pulpar, é provável que dependendo do estímulo e da região ou profundidade de dentina, vários mecanismos poderiam estar envolvidos simultaneamente (Fig. 7-48). Cumpre notar que a presença de túbulos abertos ou obliterados pode influenciar a sensibilidade da dentina.

A intervenção em qualquer região da dentina é capaz de produzir dor que pode ser de intensidade variável e também depender da condição da polpa.

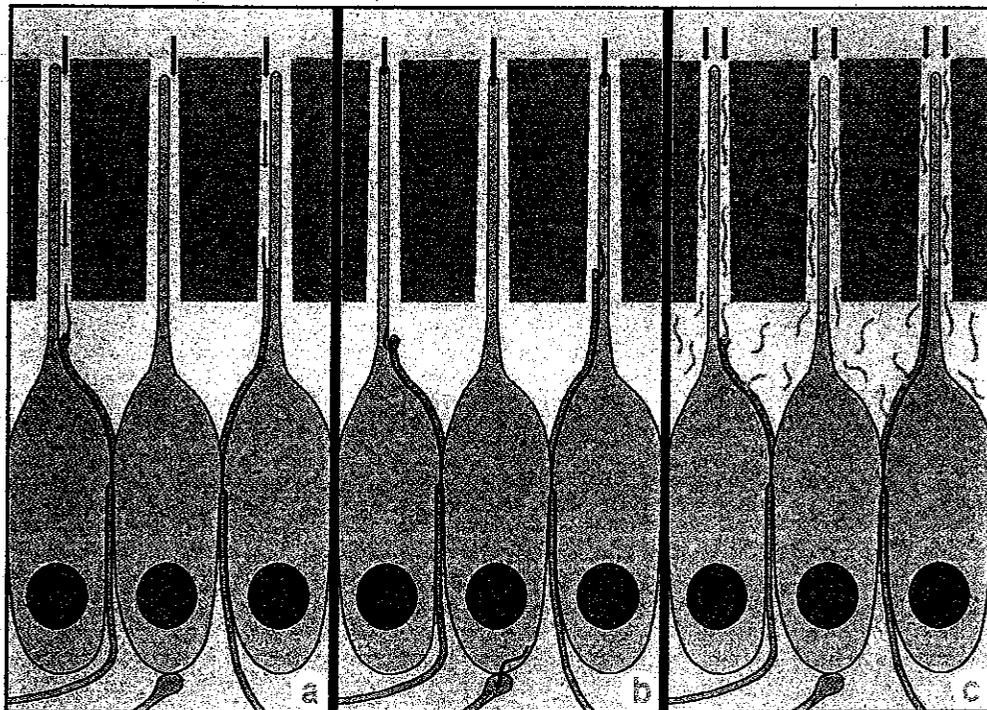


Fig. 7-48: As três teorias da sensibilidade dentinária: em a está representada a teoria da inervação direta da dentina; em b, a teoria que sugere que o odontoblasto é o receptor direto dos estímulos; em c, a teoria hidrodinâmica, baseada na movimentação do fluido dentinário.

SUPRIMENTO VASCULAR DA POLPA

Artérias de pequeno calibre provenientes das artérias alveolares superior e inferior penetram na polpa através do forame apical e dos forames acessórios. Essas artérias atravessam longitudinalmente o canal radicular em direção à câmara pulpar enviando pequenos ramos colaterais que chegam até a região subodontoblástica aonde se ramificam profusamente constituindo um plexo vascular.

Na câmara pulpar, as artérias se ramificam em arteríolas que se dirigem para a periferia da polpa aonde capilares formam um característico plexo na região subodontoblástica. A partir dessa região, capilares muito finos atravessam a zona pobre em células chegando até a camada odontoblástica, aonde formam alças entre os odontoblastos. A

presença desses capilares, geralmente fenestrados, na camada odontoblástica é bastante evidente durante a dentinogênese, razão pela qual presume-se que estejam envolvidos no rápido transporte de nutrientes para os odontoblastos secretores (Fig. 7-49). Uma vez que o dente completa sua formação, a presença dessas alças capilares entre os odontoblastos diminui, ficando a maioria restritos à região subodontoblástica.

Numerosas anastomoses arteriovenosas estão presentes na polpa coronária, sendo que o retorno venoso segue o mesmo percurso da porção arterial. Assim sendo, numerosos vasos sanguíneos são observados nas diversas regiões da polpa (Fig. 7-50). As veias atravessam longitudinalmente o canal radicular, recebendo os ramos da periferia da polpa radicular e saindo através do forame apical e dos forames acessórios.

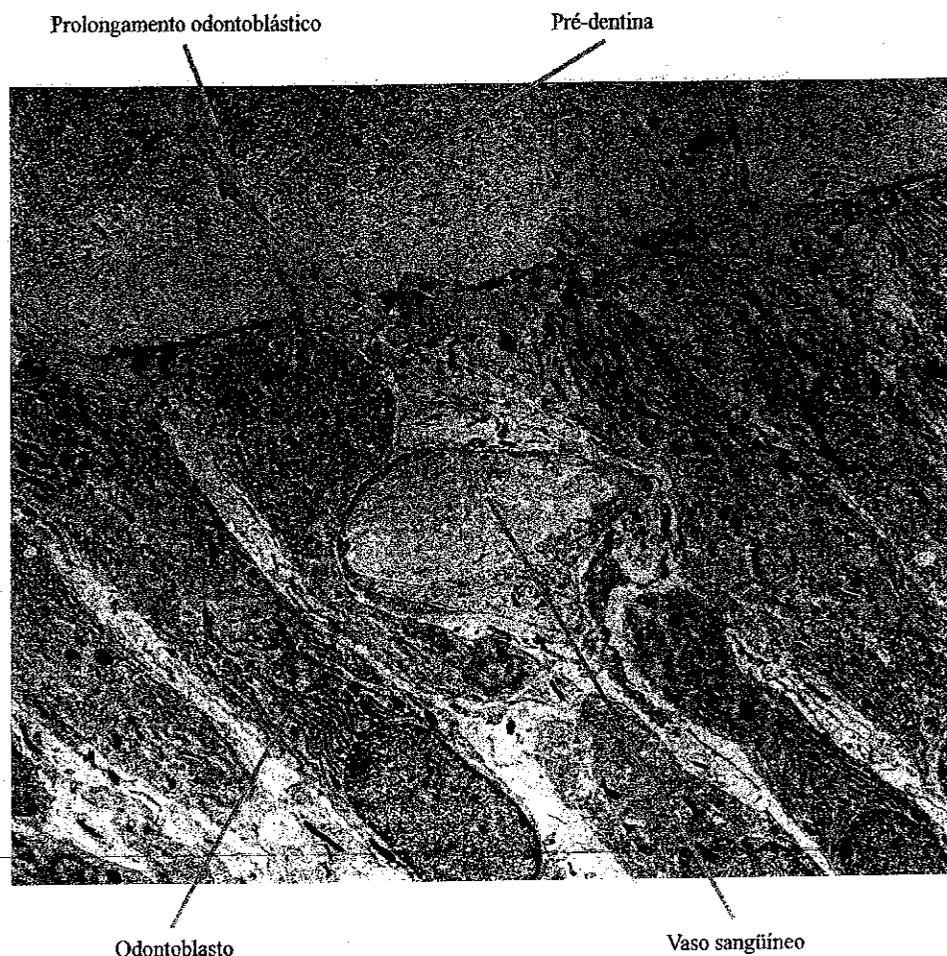


Fig. 7-49: Vaso sanguíneo formando uma alça capilar entre os odontoblastos. MET.

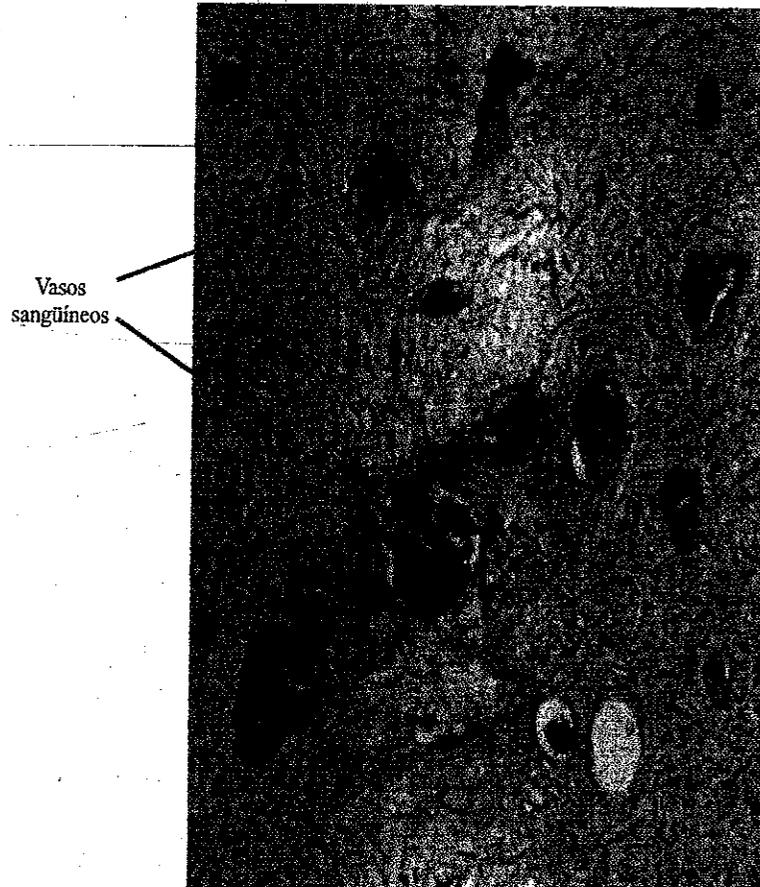
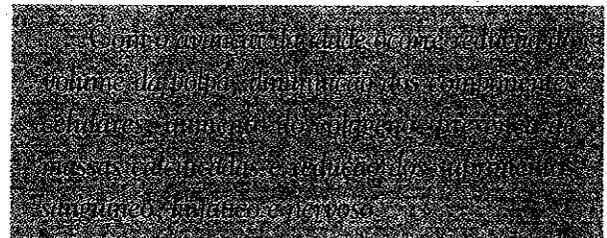


Fig. 7-50: Região central da polpa com numerosos vasos sanguíneos. ML.

Vasos linfáticos estão também presentes na polpa, originando-se na polpa coronária e dirigindo-se em direção ao forame apical. Uma vez no ligamento periodontal, estes reúnem-se com os linfáticos aí presentes, chegando posteriormente até os linfonodos submentonianos, submandibulares e cervical profundo.



LEITURA ADICIONAL

ARANA-CHAVEZ, V.E. & KATCHBURIAN, E. Development of tight junctions between differentiating odontoblasts in early developing dentine as observed by freeze-fracture. *The Anatomical Record*, 248:332, 1997.

ARANA-CHAVEZ, V.E. & MASSA, L.F. Odontoblasts: the cells forming and maintaining dentine. *International Journal of Biochemistry and Cell Biology*, 36: 1367, 2004.

BRÄNSTRÖM, M. The hydrodynamic theory of dentinal pain: sensation in preparations, caries and the dentinal crack. *Journal of Endodontics*, 12:453, 1986.

BUTLER, W.T.; BRUNN, J.C. & QIN, C. Dentin extracellular matrix (ECM) proteins: comparison to bone ECM and contribution to dynamics of dentinogenesis. *Connective Tissue Research*, 44 (Suppl 1):171, 2003.