

MARIO ANTONIO TOREZAN  
BIÓLOGO

ESTUDO DO MECANISMO DE SUBSTITUIÇÃO, DA  
MORFOLOGIA MACRO E MICROSCÓPICA DO SISTEMA  
DE IMPLANTAÇÃO E DOS DENTES FUNCIONAIS DA TRAÍRA

*Hoplias m. malabaricus* (Bloch. 1794).  
(Pisces, Cypriniformes, Erythrinidae).

Tese apresentada à Faculdade  
de Odontologia de Piracicaba, da  
Universidade Estadual de Campi-  
nas, para obtenção do grau de  
Mestre em Morfologia e Biologia  
Buco-Dental.

PIRACICABA  
Estado de São Paulo  
1978

A meus pais.

À minha esposa Maria Cecília  
e a meus filhos, Mário, Luís  
e José Flávio.

Ao Professor Doutor José Merzel, Diretor da Faculda  
de de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de  
Campinas, que sempre nos tem oferecido o apoio intelectual, o  
incentivo e os recursos técnicos necessários ao desenvolvimen-  
to de nosso trabalho, com reconhecimento e gratidão.

Ao Professor Doutor Cássio Odnei Garcia Munhoz, do Departamento de Morfologia da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, pela extrema dedicação à pesquisa e entusiasmo, aliados à sua excelente capacidade de transmissão de conhecimentos científicos, proporcionando-nos uma orientação precisa e eficiente, manifestamos nosso profundo agradecimento.

### AGRADECIMENTOS

Ao Exmo. Sr. Dr. FUAD ALZUGUIR, Chefe da Estação Experimental de Biologia e Piscicultura de Pirassununga - SP.

Ao Exmo. Sr. Prof. Dr. MANUEL PEREIRA DE GODOY, eminente Biólogo e Pesquisador da Estação Experimental de Biologia e Piscicultura de Pirassununga (SP), do Ministério da Agricultura, o nosso reconhecimento e gratidão pelo fornecimento de dados científicos e apoio técnico durante os trabalhos sobre o mecanismo de substituição dos dentes.

Ao Exmo. Sr. Prof. Dr. ANTONIO CARLOS FERRAZ CORRÊA Chefe do Departamento de Morfologia da FOP - UNICAMP, pela franquia e uso dos equipamentos dos laboratórios.

Ao Sr. PAULO DO AMARAL pela colaboração técnica para a realização de nossa pesquisa, nosso agradecimento.

Aos senhores MESSIAS SALVADOR DE LIMA, ESTEVAM DO AMARAL, nosso reconhecimento pela participação técnica.

Aos senhores professores, colegas JOSÉ FLÁVIO JULIANI CITÉLLI e JOSÉ CAÇÃO, nossa gratidão pelos respectivos trabalhos de correção e desenhos.

À Sra. IVANY DO CARMO GUIDOLIN GEROLA, Bibliotecária da FOP, pela colaboração na revisão bibliográfica deste trabalho.

Estendemos também, nossos agradecimentos ao Sr. SIDNEY BARBOSA DE SOUZA pela colaboração fotográfica; à Sra. ENORI HELENA GEMENTE GALDI pelo trabalho datilográfico e ao Sr. SEBASTIÃO RODRIGUES DE BARROS pela impressão das matrizes.

Agradecemos, também, a todos aqueles que, de uma maneira ou de outra, colaboraram para a elaboração deste trabalho.

## Í N D I C E

1. - INTRODUÇÃO .....	pág. 01
2. - MATERIAL E MÉTODOS .....	" 03
3. - RESULTADOS .....	" 04
3.1. - Aspectos macroscópicos dos dentes funcionais da traíra.....	" 04
3.2. - Aspectos microscópicos dos dentes funcionais e <u>gér</u> mens da traíra.....	" 05
3.2.1. - Observações com microscopia de luz comum..	" 05
3.2.2. - Observações com microscopia de luz polarizada.....	" 08
3.3. - Aspectos macro e microscópicos do sistema de im plantação.....	" 10
3.4. - Aspectos histológicos do mecanismo de substitui ção.....	" 11
4. - DISCUSSÃO .....	" 24
4.1. - Generalidades sobre os dentes dos peixes.....	" 24
4.2. - Generalidades sobre o sistema de implantação dos dentes dos peixes.....	" 26
4.3. - Generalidades sobre o mecanismo de substituição dos dentes dos peixes.....	" 27
4.4. - Morfologia macro e microscópica dos dentes da traíra.....	" 28
4.4.1. - Análise macroscópica dos dentes e suas re lações com o regime alimentar.....	" 28
4.5. - Análise microscópica dos dentes da traíra.....	" 30
4.5.1. - Dentina.....	" 30
4.5.2. - Capuz: Natureza e Origem.....	" 34
4.6. - Análise do sistema de implantação.....	" 37
4.7. - Mecanismo de substituição dos dentes da traíra...	" 39
5. - CONCLUSÕES .....	" 40
6. - RESUMO .....	" 42
7. - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	" 44

## 1 - INTRODUÇÃO

Desde longa data, os peixes, vertebrados inferiores da escala zoológica, têm-se prestado como material de estudo, e muitos conhecimentos sobre a histologia de seus dentes e do seu sistema de implantação têm sido obtidos.

Todavia, os estudos, no que tange à sucessão dos dentes nos peixes, fenômeno que se efetua constantemente, dado que são animais polifiodontes, têm-se restringido, quase na sua totalidade, ao mecanismo responsável pelo movimento dentário das respectivas famílias ou grupos dentários durante a fase de substituição. Poucos são, pois, os trabalhos que procuram determinar os fenômenos histológicos que ocorrem durante esse processo.

Assim, a priori, era nosso intuito estudar esse mecanismo, sob o ponto de vista histológico, nos dentes de uma espécie de teleósteo de nossa fauna: a traíra - Hiplias malabaricus malabaricus.

Na literatura consultada, no entanto, os trabalhos sobre a traíra estão quase sempre restritos à sua biologia e à sistemática (PAIVA, 1974); ao seu desenvolvimento e alimentação (GODOY, 1975), à sua estrutura osteológica, incluindo o seu aparelho maxilo-mandibular (GODOY, 1970), não havendo, porém, descrições sobre os aspectos macro e microscópicos dos seus dentes e da implantação dos mesmos. E, desde que os dentes, nessa espécie de peixe, constituem elementos morfológicos muito importantes, já que a sua presença durante todas as fases da vida do animal, desde a larva até o adulto, tem possibilitado, inclusive, modificação de sua posição dentro da sistemática, caracterizando uma família própria - a Erythrinidae - (GODOY, 1975), pretendemos encetar um estudo mais minucioso dos seus elementos dentários. Assim, nesta investigação, objetiva estudar-se, através da observação macroscópica e ao nível da microscopia de luz comum e luz polarizada:

1. A estrutura macro e microscópica dos dentes da traíra;

2. A estrutura macro e microscópica do sistema de implantação de seus dentes;
3. O mecanismo de substituição de seus dentes.



## 2 - MATERIAL E MÉTODOS

Para o estudo morfológico dos dentes, foram usadas ca-  
beças decepadas de traíras recém-capturadas, imediatamente fixa-  
das no líquido de Bouin, durante um período de 24 a 48 horas. Por  
outro lado, cerca de 10 a 15 cabeças foram maceradas, para o es-  
tudo macroscópico dos dentes e do sistema de implantação e exami-  
nadas a olho nu ou através de lupa estereoscópica.

Para o estudo do processo de substituição, foram usa-  
dos 18 espécimens dos quais se serrou cuidadosamente a porção co-  
ronária dos dentes caniniformes maiores de ambos os lados da man-  
díbula, e os animais, logo em seguida, recolocados no cativeiro.  
Desses 18 espécimens, 3 exemplares foram apanhados aleatoriamen-  
te, de cada vez e sacrificados após intervalos respectivos de 3,  
7, 11, 14, 21 e 40 dias, depois do tratamento experimental, atra-  
vés da decepação da cabeças, colocadas imediatamente em líquido  
de Bouin, durante um período de 24 a 48 horas.

Todo material empregado para o estudo morfológico e  
de substituição ao nível do microscópio, foi descalcificado em  
ácido tricloroacético a 5%. Após a descalcificação, (em média por  
um período de 3 a 5 dias, conforme o tamanho da cabeça dos espé-  
cimens), o material foi lavado em água corrente para remoção do  
excesso de ácido e reduzido, no sentido vestibulo-lingual ou me-  
siodistal, em fragmentos menores, desidratados em solução ascen-  
dentes de álcool (50%, 70%, 80%, 90% e 100%), e incluídos em pa-  
rafina-celoidina (Peterfi). Cortes de 7 a 10  $\mu$ m de espessura, mon-  
tados em lâminas histológicas, foram rotineiramente corados pela  
hematoxilina e eosina ou tricrômico de Mallory e observados ao  
microscópio de luz comum, ou polarizada.

Para o estudo da matriz mineralizada, dentes e ossos,  
previamente macerados, foram submetidos ao método de desgaste,  
realizado tanto no sentido vestibulo-lingual (longitudinal), quan-  
to no sentido transversal. Esses cortes, após polimento em pe-  
dras apropriadas e lavagem em água corrente, foram transferidos  
para lâminas histológicas e observados ao microscópio de luz co-  
mum, (após montagem em breu-xilol), contraste de fase e luz pola-  
rizada, (após montagem em água ou bálsamo-do-Canadá).

### 3 - RESULTADOS

#### 3.1. Aspectos macroscópicos dos dentes funcionais da traíra.

A traíra possui todos os seus elementos dentários com a mesma morfologia, isto é, cónicos ou caniniformes, variando apenas o tamanho entre eles. Esses dentes, em número de 100 a 130 implantam-se no aparelho ósseo maxilo-mandibular, constituído pelos quatro ossos maxilares (2 pré-maxilas e 2 maxilas) e pelos dentários ou mandíbulas. O dentário é constituído por dois ossos muito fortes que se articulam na região anterior da boca, que se projeta à frente da maxila (peixe prognata).

O exame dos dentes "in situ", sem maceração, permite observar apenas a coroa dentária, já que o resto dos dentes está revestido pelo tecido mole da mucosa bucal.

Após a maceração dos tecidos moles, observa-se que os dentes, além da coroa, apresentam uma única raiz, bem nítida, que se implanta nos ossos maxilares ou dentários. A raiz é bem mais longa que a coroa, apresentando uma tonalidade opaca que contrasta com o aspecto vítreo da coroa, embora ambas tenham uma coloração branco-leitosa.

A observação do dente "in totum" com lupa estereoscópica, permitiu averiguar, com maiores detalhes, certas nuances morfológicas apresentadas tanto pela coroa como pela raiz. (Figs. 1 - 2 - 4).

A coroa, de forma piramidal, apresenta duas porções: incisal e basal. A porção incisal é extremamente pontiaguda e corresponde ao vértice da pirâmide. A porção basal é mais larga e termina num sulco irregular - o sulco cervical - que delimita o colo cervical. Nessa região, há um estreitamento da coroa que permite distingui-la nitidamente da raiz. A coroa apresenta duas faces: vestibular e lingual, e duas vertentes: mesial e distal. A face vestibular, observada de perfil, é côncavo-conve<sup>u</sup>xa, cuja concavidade está localizada na metade incisal e a convexidade, na porção basal, ambas voltadas para o vestibulo oral.

Essa face, de forma triangular, é constituída de 2 facetas - mésio e disto-vestibular - que se encontram, imperceptivelmente, na porção medial da coroa, limitadas externamente pelas vertentes mesial e distal.

A face lingual é plano-convexa; a superfície plana localizada na porção ou metade incisal, e a superfície convexa, na porção basal. De resto, ela tem características morfológicas semelhantes à face vestibular, exibindo, também, forma triangular e 2 facetas (mésio e disto-lingual), que se unem na porção medial, dando origem a uma aresta mais ou menos nítida.

As vertentes mesial e distal convergem para o ápice coronário e não apresentam maiores detalhes anatômicos.

A raiz, de forma cilíndrica, apresenta a base menor circular, localizada no limite da superfície coronária, e a base maior, na porção basal da raiz. Essa porção, observada externamente, apresenta uma série de estriações paralelas ao longo eixo do dente, constituindo as denominadas agora estrias longitudinais. (Figs. 2 - 4). Quando, no entanto, a porção basal da raiz é observada internamente através do amplo orifício radicular, contínuo com a cavidade pulpar, revela, na sua parede, a presença de estruturas hemecilíndricas (Fig. 1), em número aproximado de 26 a 27, que se estendem paralelamente ao longo eixo do dente, por uma curta distância, em direção incisal. Essas estruturas - os pilares hemecilíndricos - conferem ao bordo basal da raiz um contorno nitidamente franjado. (Fig. 1).

Os ossos mandibulares e maxilares, observados macroscopicamente pelo lado lingual ou palatino, mostram, pouco abaixo da área de implantação do dente, a presença, em cada elemento dentário, de um orifício bastante amplo, de contorno circular, e que estabelece comunicação entre a polpa e os tecidos da mucosa bucal. Orifícios menores, porém mais numerosos, são também observados no lado vestibular dos ossos dentários e maxilares.

### 3.2. Aspectos microscópicos dos dentes da traíra.

#### 3.2.1. Observações com microscopia de luz comum.

Cortes no sentido vestíbulo-lingual, (Fig.5), ao nível dos dentários ou maxilas previamente descalcificados, examinados com microscopia de luz comum, revelam a presença do grupo dentário da traíra, constituído de um dente funcional e vá

rios gérmenes, em diferentes estágios de desenvolvimento, localizados na porção lingual ou palatina da mucosa bucal.

Regra geral, os gérmenes mais próximos do dente funcional, são os que se encontram numa fase mais adiantada de desenvolvimento.

Esses gérmenes apresentam morfologia bem semelhante ao órgão dental dos mamíferos. Na figura 6, que constitui o corte longitudinal de um germen, numa etapa relativamente precoce de desenvolvimento, verifica-se a presença do epitélio interno do órgão dental, cujas células apresentam características histológicas semelhantes aos ameloblastos dos mamíferos. Sobre eles, assenta uma camada de células que guardam, pela sua forma e localização, analogia com o estrato intermédio dos dentes dos mamíferos. As células do epitélio interno são colunares, com o núcleo localizado no pólo basal (polarização celular), ao passo que, na superfície livre, verifica-se a presença de estriações apicais (Fig. 8).

O encontro do epitélio interno com as células do estrato intermédio na região basal do germen forma uma estrutura semelhante à bainha radicular de Hertwig (Figs. 6 - 8). Localizada para o lado de dentro do epitélio interno, verifica-se a presença da matriz orgânica do capuz que delimita a polpa dentária. Nesta, distingue-se a presença de uma camada celular adjacente à matriz do capuz e que constitui os odontoblastos. Essas células, de aspecto piriforme e prolongamento unipolar, cujo núcleo se localiza no pólo basal, estão bem evidenciadas na figura 9, que constitui um corte transversal da porção radicular de um germen. O resto da polpa (Fig. 6 e 9) é constituído de células características do tecido conjuntivo frouxo e por vasos sanguíneos. Em nenhum dos gérmenes examinados se observou a presença de estruturas semelhantes à polpa ou ao retículo estrelado do órgão do esmalte do dente dos mamíferos, de tal forma que o epitélio externo do saco dentário está, segundo se presume da figura 6, acolado ao estrato intermédio.

A matriz do capuz do germen apresentado na figura 6, quando observada com luz polarizada, revela a presença de fibras birrefringentes, paralelas ao longo eixo dos ameloblastos.

Num corte transversal, apanhado na porção radicular de um germen (Fig. 9), nota-se a presença de uma camada do tecido orgânico, separada dos odontoblastos por uma delgada camada

de pré-dentina. Essa camada revela, na microscopia de luz polarizada, a presença de fibras orientadas paralelamente ao longo eixo dos odontoblastos. Nenhuma conexão entre essas fibras e a polpa pôde ser observada neste estágio de desenvolvimento do gérmen.

No que tange aos dentes funcionais observa-se, microscopicamente, que eles são formados por tecido dentinário que constitui todo o núcleo dentário. Neste, distinguem-se morfológicamente duas superfícies: a coronária e a radicular (Fig.10).

A dentina da superfície coronária, em cortes longitudinais desgastados, apresenta forma cônica, sulcada por canalículos dentinários, de trajeto retilíneo, que são convergentes em direção ao eixo do dente no ápice do cone, e divergentes nas faces vestibular e lingual. Na região do cone dentinário da coroa observa-se ainda a presença de bandas claras e escuras que se alternam e se estendem tangencialmente em direção da superfície radicular. (Figs. 14 - 18 - 19). Essas bandas convergem em direção ao ápice do cone e divergem para a superfície externa do dente na porção radicular. Em cortes transversais desgastados ao nível da coroa, as bandas claras e escuras são visíveis, porém assumindo uma disposição concêntrica em torno do eixo dentário.

A dentina coronária acha-se ainda revestida por uma substância de aspecto amorfo, o capuz, mais espesso na porção incisal da coroa, afinando-se gradativamente à medida que se aproxima do colo cervical, abaixo do qual se inicia a raiz dentária (Fig. 10). O capuz, ao nível da microscopia de luz (Figs. 11 - 13), não mostra muitos detalhes estruturais, a não ser a presença de prolongamentos fusiformes que provêm da dentina e atravessam o limite, pouco nítido, entre ambos.

Todavia, em microscopia de contraste de fase, é possível distinguirem-se nele, nitidamente, 2 estratos: um interno, mais espesso, adjacente à dentina, de aspecto opaco e rico em prolongamentos; outro, superficial, de aspecto refringente e destituído de canalículos (Fig. 12). Em nenhum desses estratos, estruturas semelhantes a prismas, lamelas ou tufo foram distinguidos. Cabe, no entanto, ressaltar que ambos foram inteiramente solubilizados após o processo de desmineralização.

A dentina da superfície radicular constitui a maior parte do dente e se une, pela sua porção basal, ao tecido de suporte (Fig. 10). Semelhantemente à dentina da porção coronária,

ela também apresenta canaliculos retilíneos (Fig. 14). No entanto, além deles, possui também canais ou túbulos contornados, contendo no seu interior células sanguíneas (Figs. 15 - 31). Por outro lado, a superfície externa da dentina radicular é revestida por uma estreita faixa de aspecto laminado, (Fig. 16), cujas lâminas são orientadas paralelas ao longo eixo do dente e sulcadas por finos canaliculos retilíneos. (Fig. 14).

Na sua porção basal, a dentina radicular, no limite com o tecido de suporte, revela, em cortes transversais desgastados, a presença de dobras dentárias que correspondem à secção horizontal dos pilares hemecilíndricos. O núcleo dentinário dessas dobras é constituído de dentina canalicular, semelhante à quella observada em outras regiões do dente.

Tanto a dentina da porção coronária, quanto da radicular, delimitam uma ampla cavidade pulpar, onde se localiza o tecido pulpar, constituído por uma camada celular - os odontoblastos - adjacente à dentina e por células e fibras do tecido conjuntivo comum. Os odontoblastos emitem prolongamentos que penetram no interior dos canaliculos dentinários.

### 3.2.2. Observações com microscopia de luz polarizada.

Os componentes da dentina e capuz foram também analisados através da microscopia de polarização, empregando-se tanto cortes desgastados quanto desmineralizados.

Em cortes desgastados, no sentido vestibulo-lingual, observados entre prismas cruzados, tanto a dentina, quanto o capuz, exibem uma forte birrefringência. Todavia, diferenças topográficas no comportamento polariscópico foram observadas na dentina da porção coronária e no capuz. Assim, a região central do cone dentinário da coroa exhibe uma faixa isotrópica flanqueada por faixas anisotrópicas de ambos os lados (vestibular e lingual). (Figs. 17 - 18).

No capuz, tanto o estrato interno, quanto o externo, são birrefringentes; porém a anisotropia do estrato interno é bem mais intensa (Fig. 17).

Por outro lado, cortes no sentido vestibulo-lingual, descalcificados (Fig. 20), mostram, na raiz, de dentro para fora, a presença de três zonas distintas: interna, média e externa ou superficial. A zona interna é adjacente à cavidade pulpar

e contínua à dentina coronária. Corresponde, aproximadamente, a 70% da espessura total da raiz. A zona média aparece como uma banda isotrópica permeada por faixas anisotrópicas, ocupando cerca de 20% da espessura dentinária. Finalmente, a zona externa ou superficial apresenta birrefringência similar à dentina da zona interna, constituindo o restante 10%, em espessura, da dentina radicular.

Na dentina radicular, as zonas interna e superficial são homogeneamente birrefringentes, enquanto a zona média mostra grossos feixes oblíquos anisotrópicos, intercalados por feixes com orientação radial (Fig. 20).

Todas as estruturas dentárias observadas entre prismas cruzados, interpondo-se uma placa de gypsum (vermelho de 1ª ordem), exibem os seguintes comportamentos na posição de adição ( $+45^\circ$ ): o cone isotrópico da dentina coronária aparece em vermelho, enquanto as faixas vestibular e lingual assumem coloração azul (azul de IIª ordem - birrefringência positiva). Esse também é o comportamento das zonas interna e superficial da dentina radicular. No capuz, ambos os estratos (interno e externo) aparecem amarelos (amarelo de Iª Ordem - birrefringência negativa). Na zona média da dentina radicular, (cortes descalcificados - fig. 23), os grossos feixes oblíquos são azuis, entre os quais se intercalam faixas amarelas - (amarelo de Iª Ordem).

Em cortes transversais desgastados, ao nível da porção coronária do dente, observa-se diferença de comportamento polariscópico entre a dentina e o capuz. A dentina é fortemente birrefringente, enquanto que, no capuz, uma birrefringência moderada é observada apenas nos bordos correspondentes às vertentes mesial e distal. (Fig. 19).

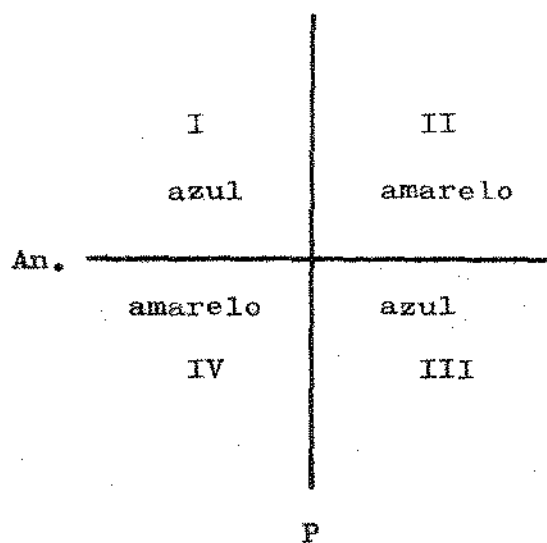
Da mesma forma, cortes transversais desgastados ou descalcificados, realizados em vários níveis da raiz, mostram, na dentina radicular da zona média, um aspecto em paliçada, devido à alternância de faixas anisotrópicas e isotrópicas (Figs. 21 - 22). A dentina da zona interna aparece, na sua maior parte, isotrópica, sulcada por delgadas fibras anisotrópicas radiais. Adjacente à camada pulpar, observa-se uma estreita faixa birrefringente. A dentina coronária (corte transversal), observada com objetiva de pequeno aumento (2,5 X), que permite visualizar toda a seção transversal do dente, mostra uma nítida cruz de polarização. (Fig. 19).

Quando a dentina da porção coronária e radicular são observadas entre nícois cruzados em que se interpôs uma placa de gypsum, (vermelho de I<sup>a</sup> Ordem), verifica-se, na dentina coronária, 2 posições de adição, localizadas nos quadrantes I e III (cruz de polarização negativa), enquanto, na dentina da raiz, as 2 posições de adição estão nos quadrantes II e IV, (cruz de polarização positiva).

Os esquemas abaixo, são dados para facilitar o entendimento do comportamento polariscópico das duas regiões do dente, descritas acima.

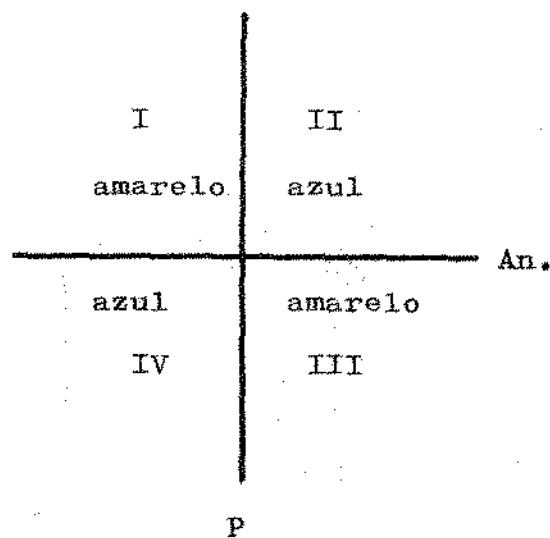
ESQUEMA I

(dentina coronária -  
corte transversal).



ESQUEMA II

(dentina radicular -  
corte transversal).



3.3. Aspectos macro e microscópicos do sistema de implantação.

Destacando-se o dente funcional de sua base de implantação, em material macerado, nota-se, na superfície óssea, uma cavidade côncava de forma circular ou piriforme, relativamente profunda, (Fig. 3). A parede dessa cavidade é dotada de uma série de pilares hemecilíndricos, dispostos verticalmente, similares àqueles observados junto à base do dente, (Fig. 3).

A observação microscópica do sistema de implantação, em material desgastado, (Figs. 10 e 27), ou descalcificado, (Figs. 24 - 25 - 26), revela que os pilares hemecilíndricos e a parede da cavidade são constituídos por um tipo peculiar de tecido duro que apresenta lacunas de diâmetro variável, preenchidas por



vasos e tecido conjuntivo frouxo. A parede interna dessas lacunas é revestida por uma membrana celular.

Em cortes desgastados é possível observar, nesse tecido, uma disposição laminar, localizada na delgada camada da matriz subjacente à membrana celular. Essa camada, em cortes descalcificados, cora-se em vermelho pelo tricrômico de Mallory, o que contrasta com a coloração azul do tecido interlacunar. Na matriz orgânica desse tecido (perilacunar e interlacunar), rica em fibras colágenas, não se observam células incluídas em lacunas e nem canaliculos.

Esse tecido, em material descalcificado ou desgastado, quando observado pela luz polarizada, revela, em torno das lacunas de menor diâmetro, uma nítida cruz de polarização negativa, (Fig. 28).

O tecido interlacunar próximo do dente, (Fig.29), é rico em fibras birrefringentes paralelas ao longo eixo do dente, que ficam restritas ao tecido de suporte na região correspondente à zona interna da dentina. Na região mais externa do tecido de suporte, observa-se a presença de feixes de fibras oblíquas birrefringentes, que atravessam a dentina e se inserem no tecido de suporte de forma semelhante às fibras de Sharpey, (Fig. 29). As áreas do tecido interlacunar, localizadas na porção mais central do tecido de suporte, apresentam fibras anisotrópicas colocadas dentro de um "background" isotrópico.

#### 3.4. Aspectos histológicos do mecanismo de substituição.

Nos animais sacrificados 3 dias após o desgaste da porção incisal da coroa do dente funcional, (Figs. 30 - 31), verifica-se uma mudança radical das células pulpares, notadamente ao nível da membrana odontoblástica. Os odontoblastos são substituídos por células multinucleadas, que se dispõem à maneira de uma membrana, em contato com a parede interna da dentina, (isso se depreende a despeito da retração dessa membrana, devido ao processamento técnico do material). Muitas dessas células apresentam uma de suas superfícies no interior de lacunas escavadas na parede dentinária.

Além dessas células, nota-se, ainda na polpa, a presença de células redondas, com citoplasma relativamente abundan

te. Para o lado do tecido de suporte, observa-se, também, a presença de células multinucleadas localizadas no interior das lacunas. Os odontoclastos e as células multinucleadas reabsorvem ativamente a dentina e o tecido de suporte, de tal forma que, aos 7 dias de experimento, o local, originariamente ocupado pelo dente funcional, é substituído por tecido conjuntivo de granulação, contendo células redondas e células gigantes, estas últimas em ativa fagocitose, (Figs. 32 - 33). Nessa fase, notaram-se, ainda, restos da raiz dentária da porção basal sendo reabsorvida, (Fig. 34). O gérmen mais próximo ao dente, nessa etapa, acha-se inclinado em direção ao espaço anteriormente ocupado pelo dente funcional reabsorvido.

Aos 11 dias, dois detalhes chamam particularmente a atenção. O primeiro é a formação do tecido de suporte entre a porção basal da raiz e o osso mandibular; o segundo refere-se à presença de resto do dente funcional, circundado por odontoclastos, localizado acima da porção coronária do gérmen em erupção, (Figs. 35 - 36 - 37).

No que tange ao tecido de suporte, ele apresenta, nessa fase de desenvolvimento, um aspecto de osso imaturo, trabeculado, cujas células ficam dispostas em uma única camada, formando uma membrana que repousa sobre as paredes das trabéculas - (Fig. 36). Tais células apresentam características morfológicas semelhantes aos osteoblastos do osso dos mamíferos e se originam, provavelmente, de células mesenquimáticas indiferenciadas do tecido conjuntivo inter-ósseo-dentário. Essas células formam a matriz orgânica, porém não ficam inclusas no seu interior, afastando-se centripetamente, de maneira similar aos odontoclastos, quando elaboram matriz dentinária, com a diferença de que não deixam também prolongamentos citoplasmáticos no interior da matriz.

Aos 14 dias, (Fig. 38), além do crescimento longitudinal e em espessura do dente, continua o processo de formação do tecido de suporte para se observar que, aos 21 dias, (Figs. 39 - 40), ele já está totalmente formado e anquilosado ao osso mandibular e ao dente.

Aos 40 dias, (Fig. 41), o dente já se encontra erupcionado e em pleno funcionamento.

LEGENDAS:

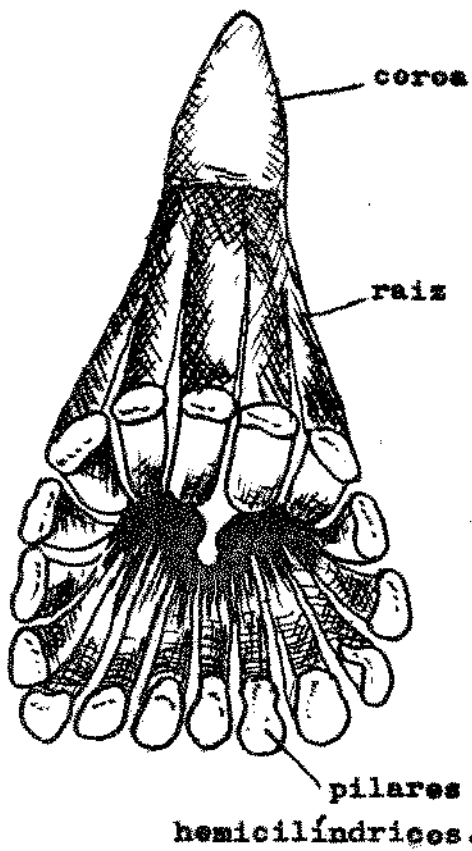
FRANCHAS II a X

- Ge - gengiva
- DF - dente funcional
- TS - tecido de suporte
- G - gérmen
- ei - estrato intermédio
- B - bainha radicular
- A - ameloblastos
- C - capuz
- O - odontoblastos
- P - polpa
- Ec - espaço do capuz (solubilizado)
- MO - material orgânico
- Cid - conjuntivo inter-ósseo-dentário
- Ea - estriações apicais
- D - dentina
- v - vasos
- DCo - dentina coronária
- Dr - dentina radicular
- Pi - pilares hemecilíndricos
- Fa - fusos adamantinos
- Ci - estrato interno do capuz
- Ce - estrato externo do capuz
- Dc - limite dentina-capuz
- CP - cavidade pulpar
- LR - lacunas de reabsorção (Howship)
- PL - prega labial
- PLg - prega lingual
- Ze ou ze - zona externa da dentina
- Zi ou zi - zona interna da dentina
- ZM ou Zm - zona média da dentina
- Li - linhas incrementárias

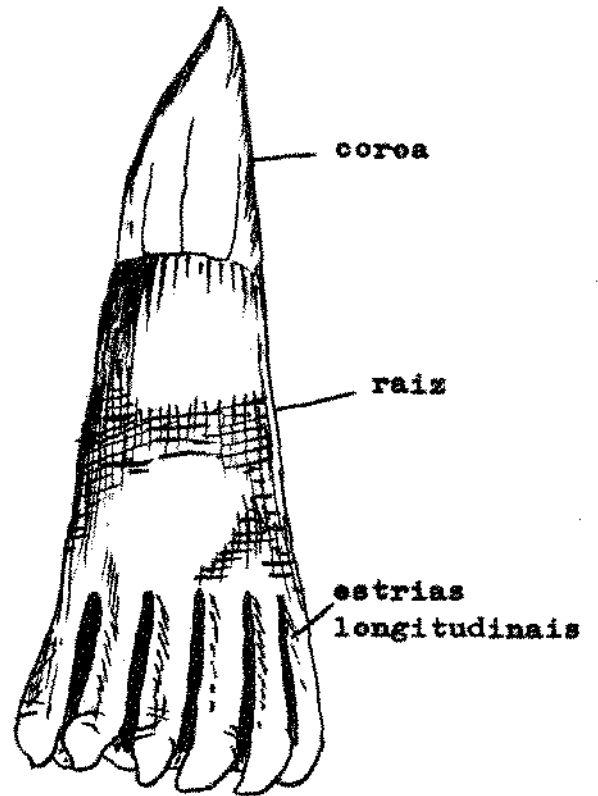
- fc - fibras concêntricas
- fo - fibras oblíquas
- fl - fibras longitudinais
- fr - fibras radiais
- L - lacunas
- S<sub>1</sub> - superfície de soldadura entre dente e tecido de suporte
- S<sub>2</sub> - superfície de soldadura entre o tecido de suporte e o osso mandibular
- OM - osso mandibular
- TIL - tecido interlacunar
- TPL - tecido perilacunar
- CC - camada celular
- TC - tecido conjuntivo
- Oc - odontoclastos
- CV - canais ou túbulos vasculares
- CS - células sanguíneas
- TG - tecido de granulação
- CG - célula gigante
- M - macrófagos
- Ep - epitélio
- R - restos do dente.

Pol + = objeto paralelo à normal dos eixos de polarização.

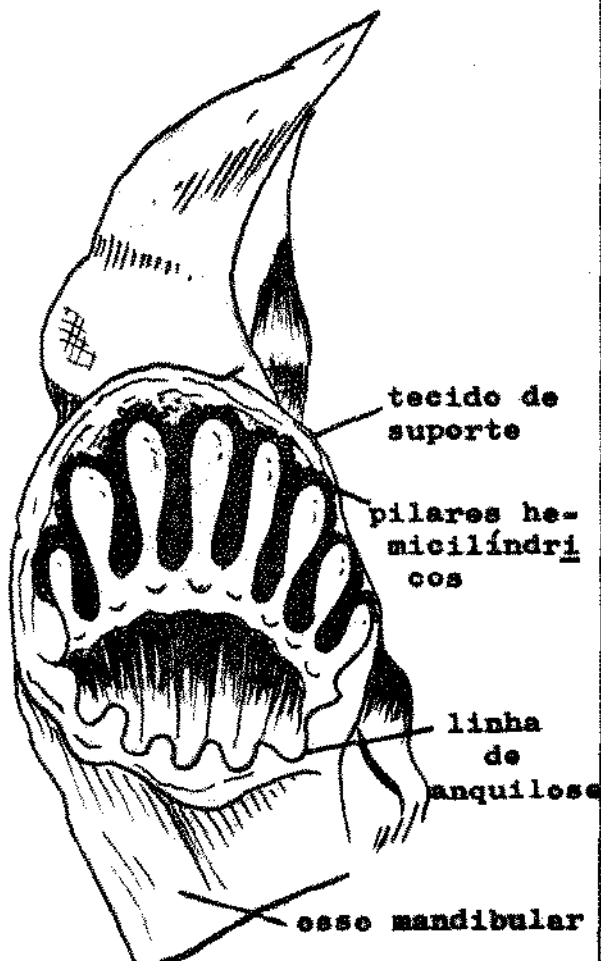
Pol X = objeto em ângulo de 45° aos eixos de polarização.



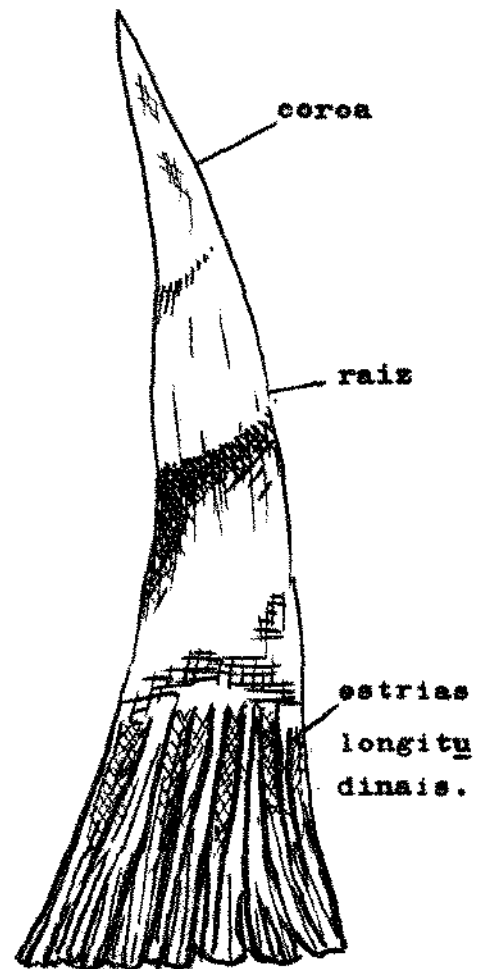
1



2



3



4

P R A N C H A    II

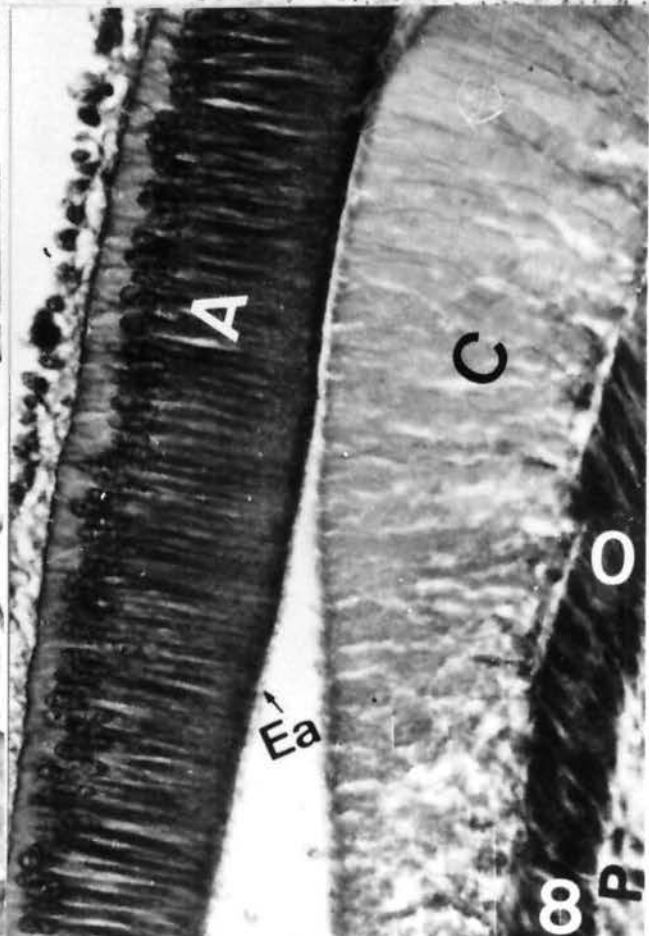
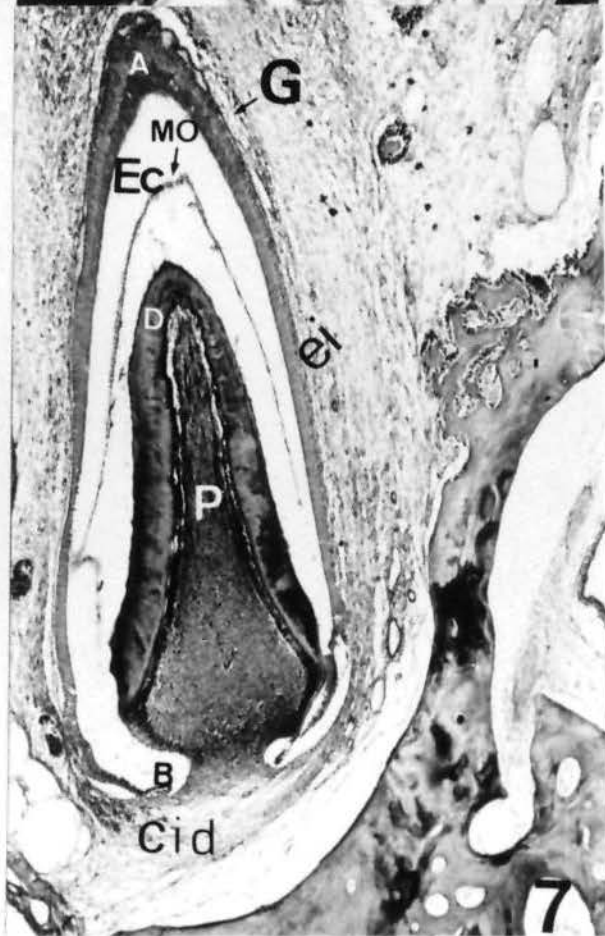
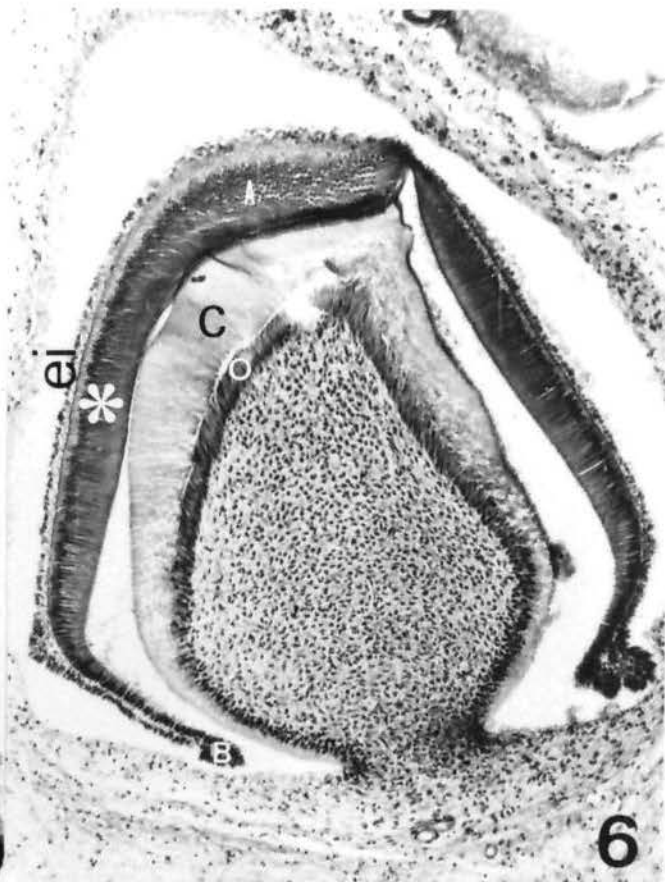
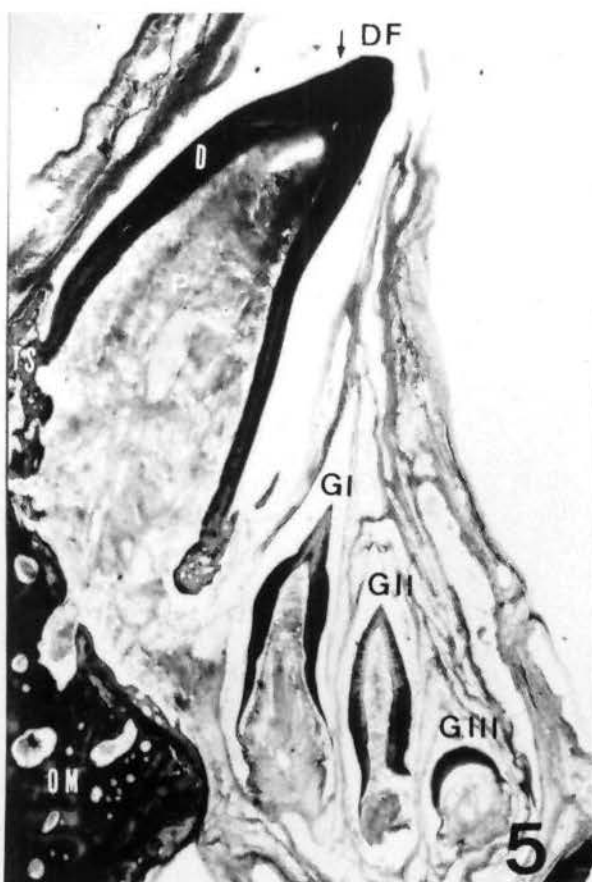
As figuras de 5 a 8 são cortes de dente funcional e gérmenes de traíra, corados pelo tricrômico de Mallory.

Fig. 5: (corte no sentido vestibulo-lingual de mandíbula ou dentário descalcificado de traíra). A seta vertical (DF) assinala o dente funcional ligado ao tecido de suporte (TS) que, por sua vez, liga-se ao osso mandibular (OM). Na mucosa lingual, localizam-se 3 gérmenes (GI, GII e GIII), em diferentes estágios de desenvolvimento. (12 X).

Fig. 6: Gérmen dentário - (corte longitudinal descalcificado de traíra). Este gérmen, numa etapa relativamente precoce de desenvolvimento, apresenta, de fora para dentro: estrato intermédio (ei); camada de ameloblastos (A); matriz do capuz (C); camada de odontoblastos (O) e polpa (P) jovem, nitidamente celular. Em (B), células indiferenciadas da camada ameloblástica estão contíguas a células do estrato intermédio (ei), tomando aspecto similar à bainha radicular de Hertwig dos mamíferos. (120 X).

Fig. 7: Gérmen dentário de traíra - (corte longitudinal descalcificado). Este gérmen está numa etapa bem mais adiantada de desenvolvimento, comparada àquela apresentada na figura precedente. Os ameloblastos (A) apresentam-se com sua altura diminuída (células cuboidais), quando comparadas aos da figura 6 (células colunares). A dentina já está presente e separada dos ameloblastos por um espaço (Ec), que contém restos de material orgânico (MO), indicado pela seta. O espaço provavelmente constitui a matriz inorgânica do capuz dissolvido. Em (B), a bainha e, em (Cid), o tecido conjuntivo inter-ósseodentário. (48 X).

Fig. 8: Gérmen dentário - Esta fotomicrografia é uma ampliação da área marcada com asterisco na figura 6. Os ameloblastos (A) apresentam seus núcleos na porção basal (polarização nuclear), com estriações (Ea), na porção apical. Nota-se que a matriz do capuz (C) não se apresenta separada dos odontoblastos por uma camada de predentina. (480 X).



P R A N C H A    III

As figuras de 9 a 13 são fotomicrografias de corte transversal de gérmen descalcificado e cortes desgastados longitudinais de dentes funcionais de traíra.

Fig. 9: Gérmen dentário de traíra: (corte transversal da porção radicular de um germen corado pela hematoxilina e eosina). Neste corte, nota-se, na polpa (P), a camada periférica de odontoblastos (O), separada da matriz dentinária (D) por uma estreita faixa clara da predentina. A polpa é rica em células e vasos (v) e pobre em elementos fibrosos. Na matriz dentinária denota-se a presença de material fibroso, paralelo ao longo eixo dos odontoblastos e corado mais intensamente. (190 X).

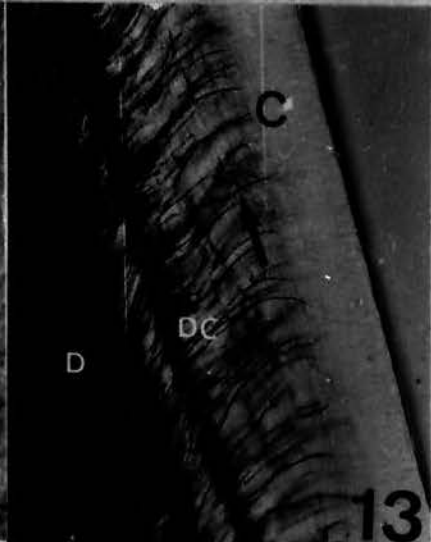
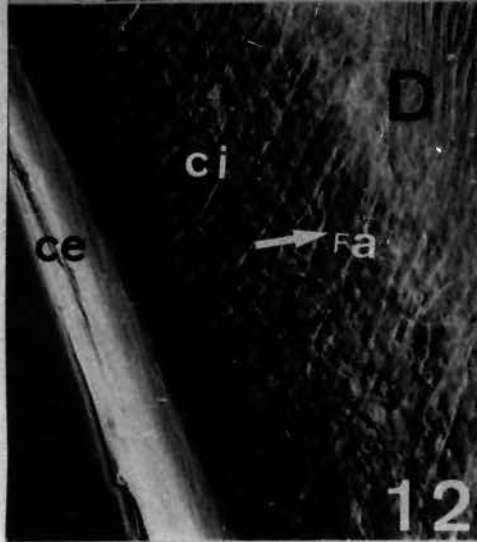
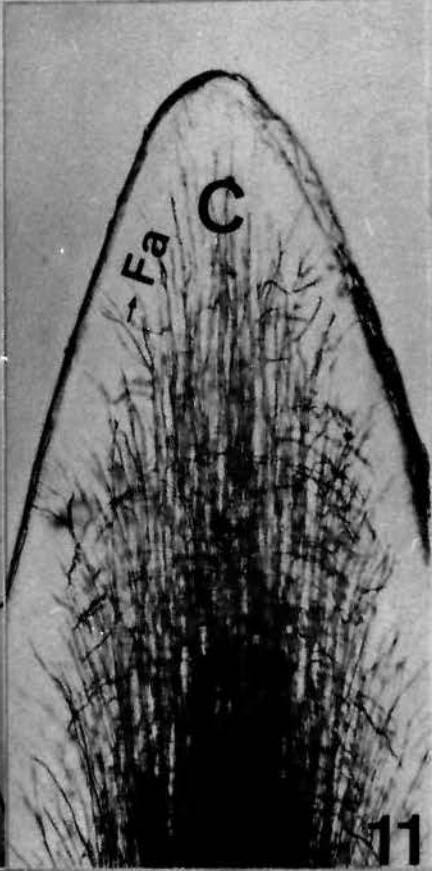
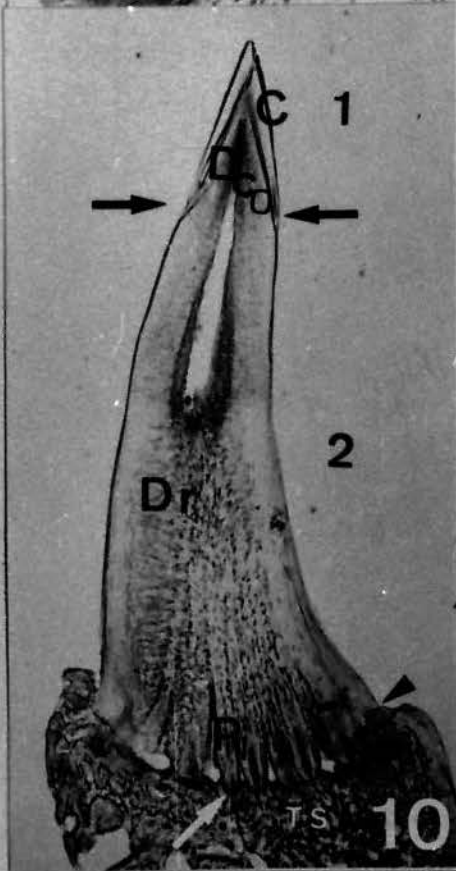
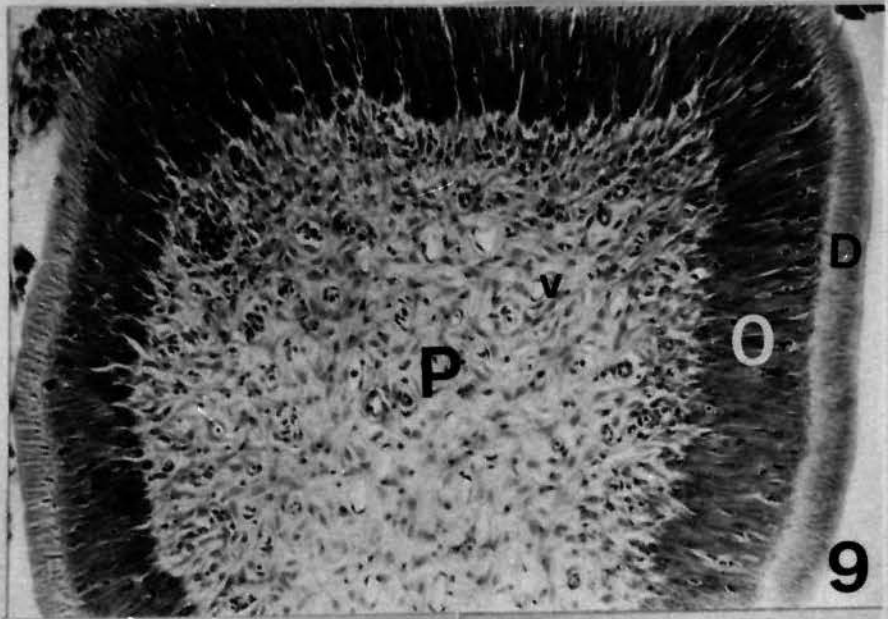
Fig. 10: Dente funcional de traíra: (corte desgastado no sentido vestibulo-lingual, montado em água). O capuz (C), de aspecto claro, não apresenta nenhum detalhe morfológico. A porção coronária do dente está indicada pelas duas setas horizontais; a dentina coronária, por (DCo). A região (2), delimitada pela seta horizontal e pela cabeça da seta, constitui a porção radicular do dente. Nela se distingue a dentina radicular (Dr) e os pilares hemecilíndricos (Pi) da porção basal da raiz, que se anquilosam (seta oblíqua) com o tecido de suporte (TS). (12 X).

Fig. 11: Dente funcional de traíra: (corte desgastado no sentido vestibulo-lingual, montado em breu). No capuz (C), nota-se a presença de canalículos (fusos adamantinos) - (Fa) - que provêm da dentina.

Fig. 12: Dente funcional de traíra: (corte desgastado no sentido vestibulo-lingual, montado em bálsamo e observado com microscopia de contraste de fase). No capuz (C), delimitado da dentina (D) por uma linha escura, observa-se o estrato interno (ci), sulcado por canalículos (fusos adamantinos) brilhantes (seta). O estrato externo (ce), é refringente, de aspecto fibrilar e destituído de canalículos. Uma linha escura separa os dois estratos. (300 X).

Fig. 13: Dente funcional de traíra: (corte desgastado no sentido vestibulo-lingual, montado em breu-xilol, superfície vestibular da coroa). A dentina coronária (D), aparece em negro. No capuz (C), não é possível, neste tipo de montagem, distinguir os dois estratos que o compõem, embora os canalículos (seta) não alcancem a porção periférica. O limite (DC) entre a dentina coronária e o capuz aparece em negro. (190 X).





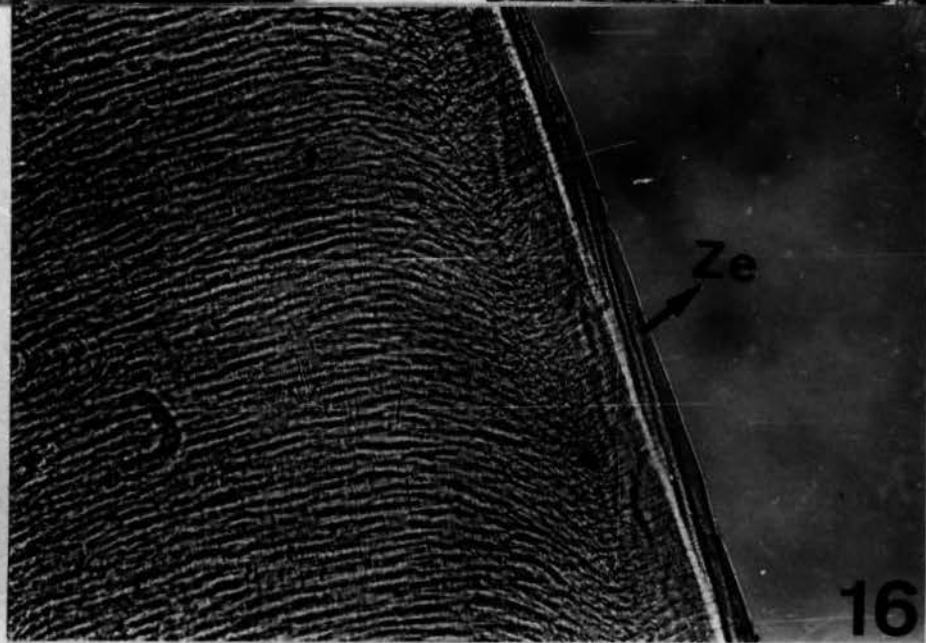
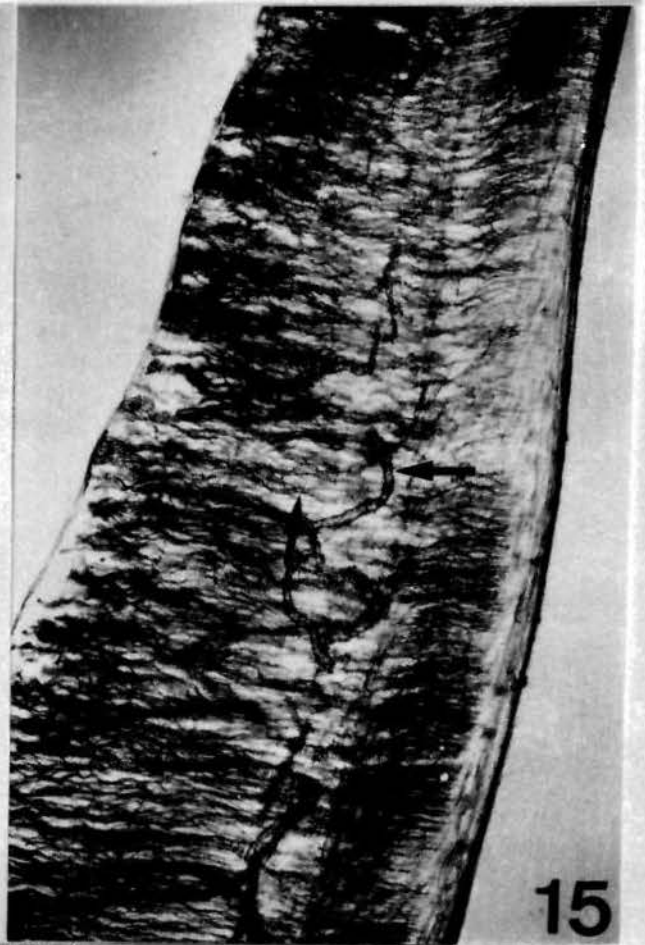
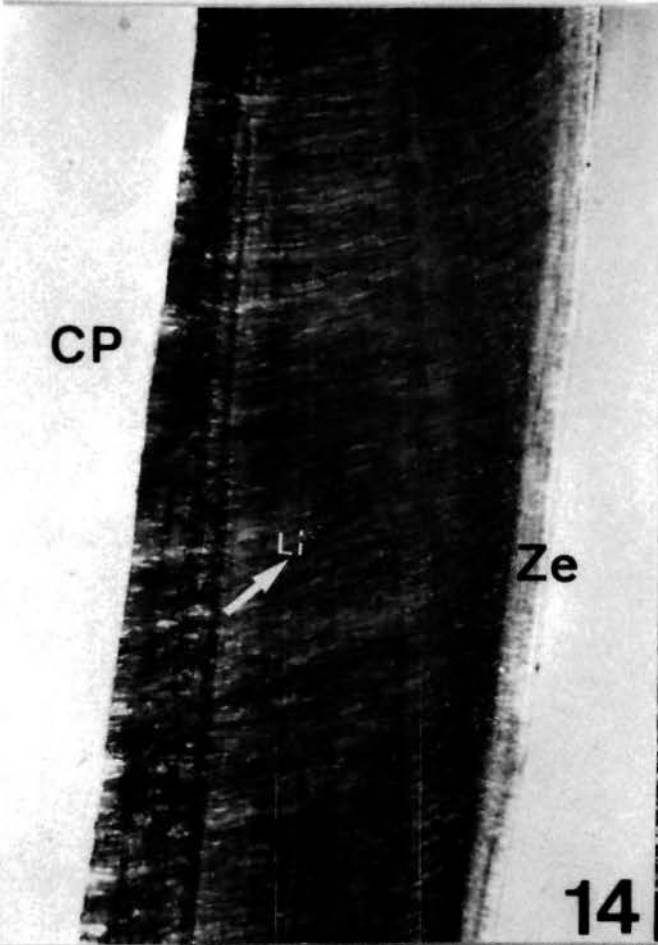
P R A N C H A    I V

As figuras de 14 a 16 são fotomicrografias de cortes desgastados de dente funcional de traíra, montados em breu-xilol ou bálsamo-do-Canadá.

Fig. 14: Dente funcional de traíra: (corte desgastado no sentido vestibulo-lingual, montado em breu-xilol). Nesta figura, nota-se a presença dos canalículos dentinários retilíneos, preenchidos com ar - (em negro) - que partem da cavidade pulpar (CP), em direção à zona externa da dentina (Ze), penetrando-a. São também visíveis as linhas ou bandas incrementárias (Li). (100 X).

Fig. 15 : Dente funcional de traíra: (corte desgastado no sentido vestibulo-lingual, montado em breu-xilol). Nota-se, nesta figura, além dos canalículos dentinários (seta vertical), a presença dos túbulos contornados (seta horizontal), que caracterizam a ortodentina vascularizada. (100 X).

Fig. 16: Dente funcional de traíra: (corte desgastado no sentido vestibulo-lingual, montado em bálsamo-do-Canadá). Nesta figura, pode-se observar, distintamente, a disposição laminar da zona externa da dentina (Ze). (300 X).



As figuras de 17 a 23 são fotomicrografias de cortes desgastados e descalcificados de dente funcional de traíra, observados com microscopia de luz polarizada.

Fig. 17: Dente funcional de traíra: (corte desgastado no sentido vestibulo-lingual). O corte mostra, na porção coronária, o capuz (C), com intensa birrefringência (negativa). Do ápice do capuz até o colo cervical, nota-se o cone isotrópico (Cis) da dentina (D). (30 X). Pol X.

Fig. 18: Dente funcional de traíra: (corte desgastado no sentido vestibulo-lingual). Na dentina radicular, além da forte birrefringência (positiva), observa-se, ainda, a presença das linhas incrementárias (Li). Notar a forte birrefringência (positiva) da zona externa (Ze) da dentina radicular. Na região da coroa, o cone isotrópico (Cis), aparece na porção central, flanqueado por faixas birrefringentes. (30 X). Pol, X.

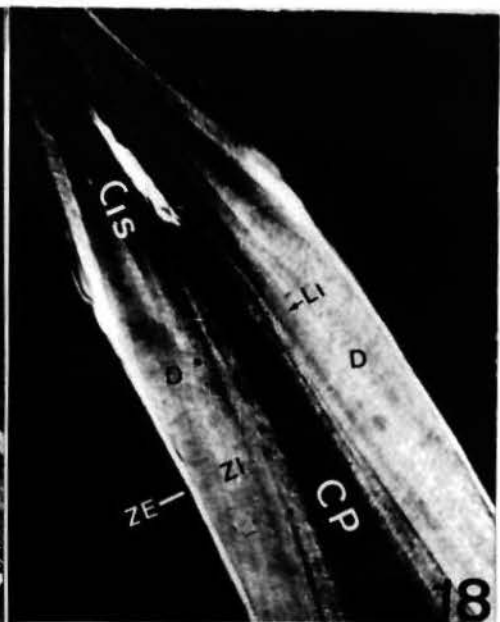
Fig. 19: Dente funcional de traíra: (corte transversal desgastado ao nível da coroa). A dentina coronária (D) mostra estratos concêntricos birrefringentes (fc), separados pelas linhas incrementárias (Li) isotrópicas. A cruz de polarização negativa está indicada pelas setas brancas. O capuz (C) apresenta-se isotrópico, com exceção das áreas correspondentes ao encontro das vertentes. (50 X). Pol. +.

Fig. 20: Dente funcional de traíra: (corte vestibulo-lingual de dente descalcificado). Neste corte, a par da birrefringência da dentina radicular, pode-se distinguir suas três zonas. A zona interna (ZI) é mais espessa e fortemente birrefringentes (positiva). Na zona média (ZM), faixas birrefringentes alternam-se com faixas isotrópicas. A zona externa (ZE) da dentina radicular é fortemente birrefringente (positiva) e a mais delgada delas. (30 X). Pol. +.

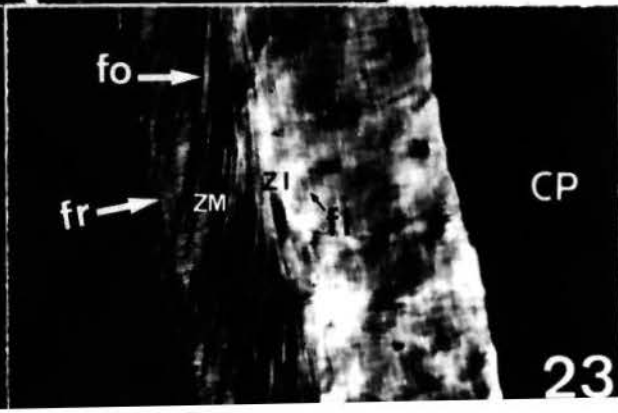
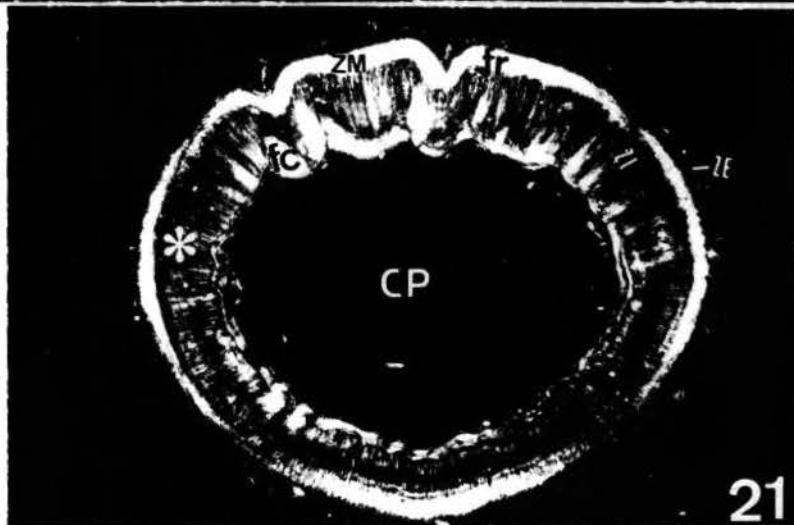
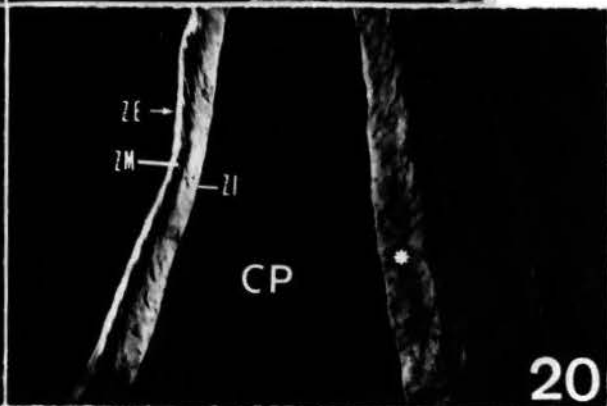
Fig. 21: Dente funcional de traíra: (corte transversal desgastado da porção radicular). A maior parte da zona interna da dentina radicular (ZI) apresenta um "back-ground" isotrópico onde se localizam alguns poucos feixes de fibras radiais; todavia, a porção peripulpar dessa zona caracteriza-se pela presença de fibras birrefringentes concêntricas (fc). As fibras radiais e oblíquas, ou tangenciais da zona média (ZM) da dentina radicular, são responsáveis pela birrefringência observada. A camada mais externa, isotrópica, corresponde à zona externa (ZE) ou superficial da dentina. (30 X). Pol. +.

Fig. 22: Dente funcional de traíra: (corte transversal desgastado). Esta fotomicrografia corresponde à área marcada com um asterisco na figura precedente. Pode-se aqui ver, com detalhes, as fibras radiais (fr) da zona interna (ZI) e da zona média (ZM) da dentina. As áreas isotrópicas pontilhadas na zona média (ZM) e zona externa (ZE) correspondem às fibras oblíquas ou tangenciais (fo) e longitudinais (fl) da dentina radicular. (300 X). Pol. +.

Fig. 23: Dente funcional de traíra: (corte vestibulo-lingual descalcificado). Esta fotomicrografia corresponde à área demarcada com asterisco na figura 20. Mostra detalhes das fibras finas longitudinais (fl), da zona interna (ZI) da dentina e das fibras espessas oblíquas ou tangenciais (fo), e fibras radiais (fr), intercaladas às anteriores na zona média (ZM) da dentina. (120 X). Pol. +.



ze l



P R A N C H A VI

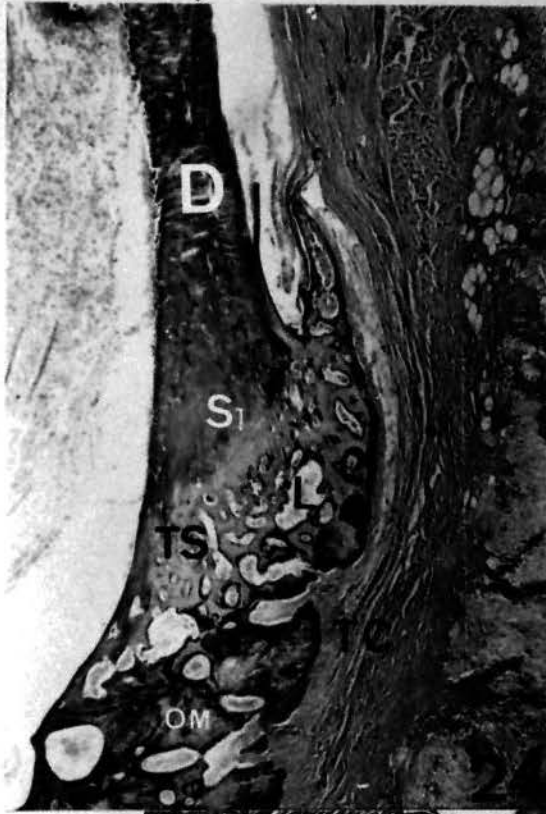
As figuras de 24 a 27 são fotomicrografias de cortes desgastados e/ou descalcificados de dente funcional e gérmen de traíra.

Fig. 24: Dente funcional de traíra: (corte vestibulo-lingual de dente descalcificado, corado com tricrômico de Mallory). Visão panorâmica da porção basal do dente (lado vestibular), ao nível do sistema de implantação. O tecido de suporte (TS), contendo amplas lacunas (L), anquilosando-se (S<sub>1</sub>) na superfície superior com o dente e, na inferior (S<sub>2</sub>), com o osso mandibular (OM). (30 X).

Fig. 25: Gérmen dentário de traíra: (corte vestibulo-lingual do dentário descalcificado, corado com tricrômico de Mallory). Nesta figura observa-se o tecido de suporte (TS) em formação. Na matriz desse tecido distinguem-se zonas mais coradas que constituem o tecido interlacunar (TIL), desprovido de células, e zonas menos coradas, adajacentes à cavidade lacunar, que formam o tecido perilacunar (TPL). Esse tecido é revestido por uma camada celular (CC). A zona entre o gérmen (G) e o osso mandibular (OM), onde se está formando o tecido de suporte, é preenchida pelo tecido conjuntivo inter-ósseo dentário (Cid). (120 X).

Fig. 26: Dente funcional de traíra: (corte vestibulo-lingual do dente descalcificado, corado com tricrômico de Mallory). Porção basal do dente ao nível do sistema de implantação, cortado tangencialmente. Nota-se aqui a presença dos pilares hemicilíndricos do dente (Pi), que se soldam (Si) com o tecido de suporte. A soldadura entre o tecido de suporte (TS) e o osso mandibular (OM) é observada em (S<sub>2</sub>). (30 X).

Fig. 27: Dente funcional de traíra: (corte vestibulo-lingual por desgaste do dente). Porção basal do dente ao nível do sistema de implantação. Nesta fotomicrografia observam-se, mais detalhadamente, os pilares hemicilíndricos do dente e a nítida linha serrilhada de anquilose (Si) entre eles e o tecido de suporte (TS). No tecido de suporte não se observam lacunas celulares. (120 X).



P R A N C H A    VII

As figuras de 28 a 29 são fotomicrografias de cortes descalcificados de dente funcional de traíra, observados com microscopia de luz polarizada.

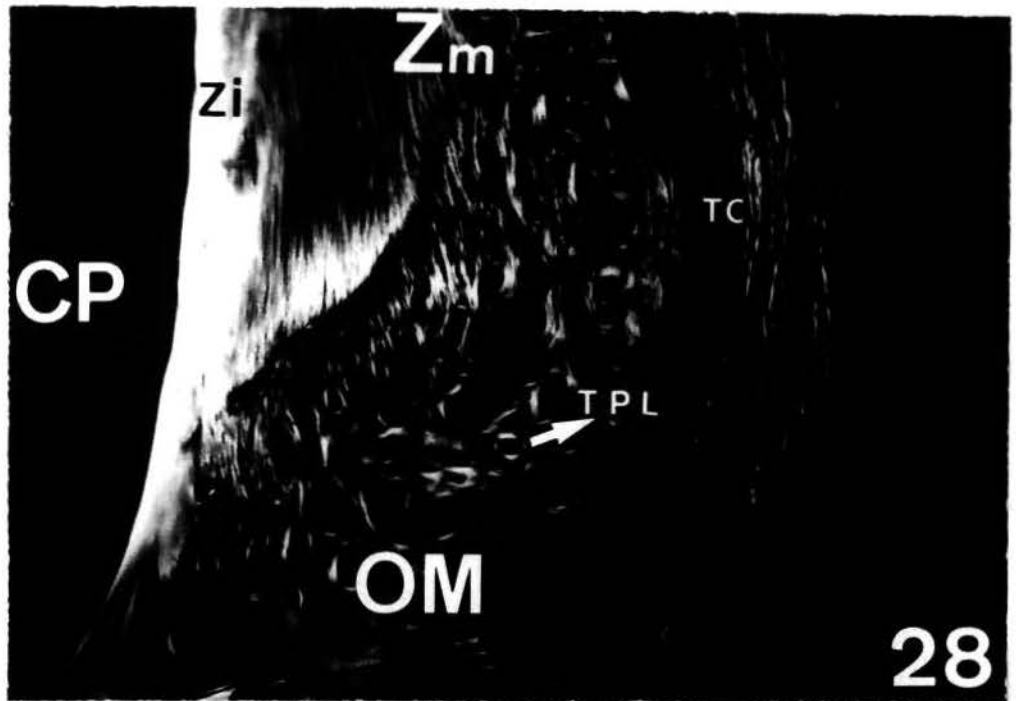
Fig. 28: Dente funcional de traíra: (corte vestibulo-lingual, corado com tricrômico de Mallory). Porção basal do dente ao nível do sistema de implantação. Nesta fotomicrografia observa-se a forte birrefringência da zona interna (Zi) da dentina. A zona média da dentina (Zm) apresenta fibras oblíquas ou tangenciais birrefringentes que atravessam a região de anquilose e se inserem no tecido de suporte. Neste último, é possível reconhecer a cruz de polarização em torno do tecido perilacunar (TPL).

(50 X). Pol. +.

Fig. 29 : Dente funcional de traíra: (corte vestibulo-lingual, corado com tricrômico de Mallory). Porção basal do dente ao nível do sistema de implantação. Esta fotomicrografia é um aumento maior da região vista na figura precedente. Nota-se aqui, com maiores detalhes, os componentes fibrosos da zona interna da dentina, que ficam restritos ao tecido dentário, e dele separados por uma linha isotrópica. Na zona média (Zm), observam-se nitidamente as fibras oblíquas ou tangenciais (fo), atravessando o tecido dentinário e inserindo-se na matriz do tecido de suporte (TS).

(120 X). Pol. +.





P R A N C H A      VIII

As figuras de 30 a 33 são fotomicrografias de dente funcional e gérmen descalcificados de traíras sacrificadas a 3 e 7 dias após o tratamento experimental.

Fig. 30: Dente funcional de traíra: (corte vestibulo-lingual de dente descalcificado, corado com hematoxilina e eosina). Animal sacrificado 3 dias após o tratamento experimental. Nota-se na região da polpa, próxima à dentina, a presença de uma camada de células odontoclásticas (Oc).

(30 X).

Fig. 31: Dente funcional de traíra: (corte vestibulo-lingual de dente descalcificado). Esta fotomicrografia é parte da figura precedente em maior aumento. Notam-se aqui maiores detalhes dos odontoclastos (Oc), que formam uma camada celular afastada da dentina, provavelmente em decorrência dos procedimentos de técnica histológica. Na dentina, observa-se, ainda, a presença dos túbulos vasculares (CV), contendo células sanguíneas (CS), no seu interior.

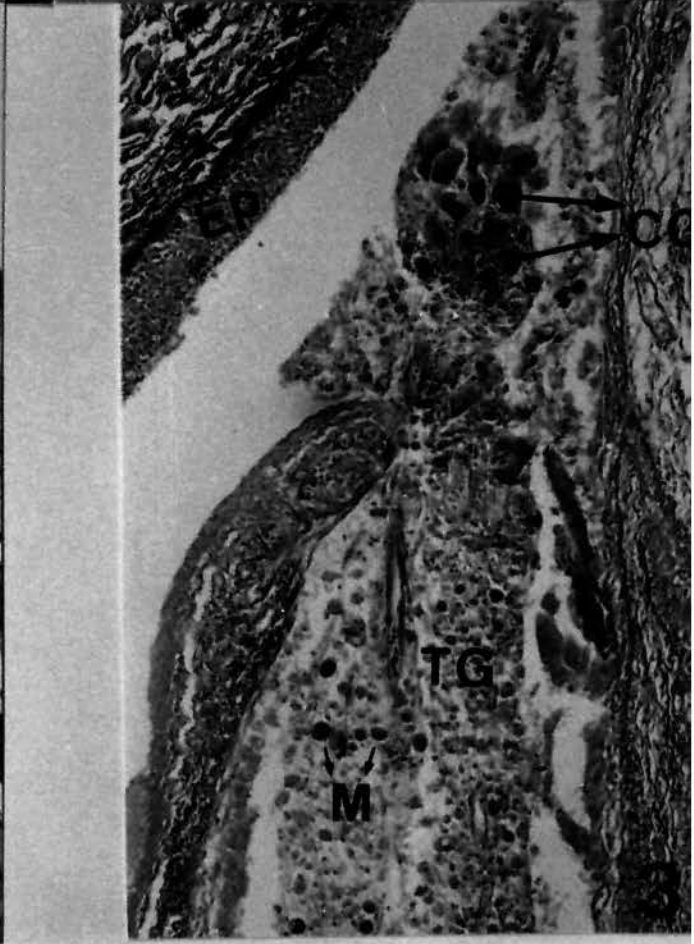
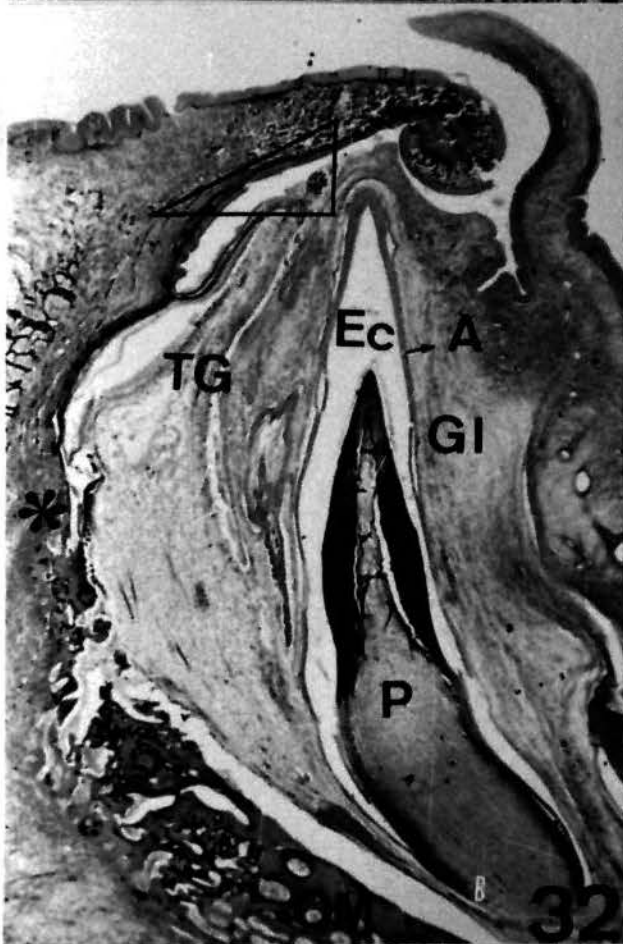
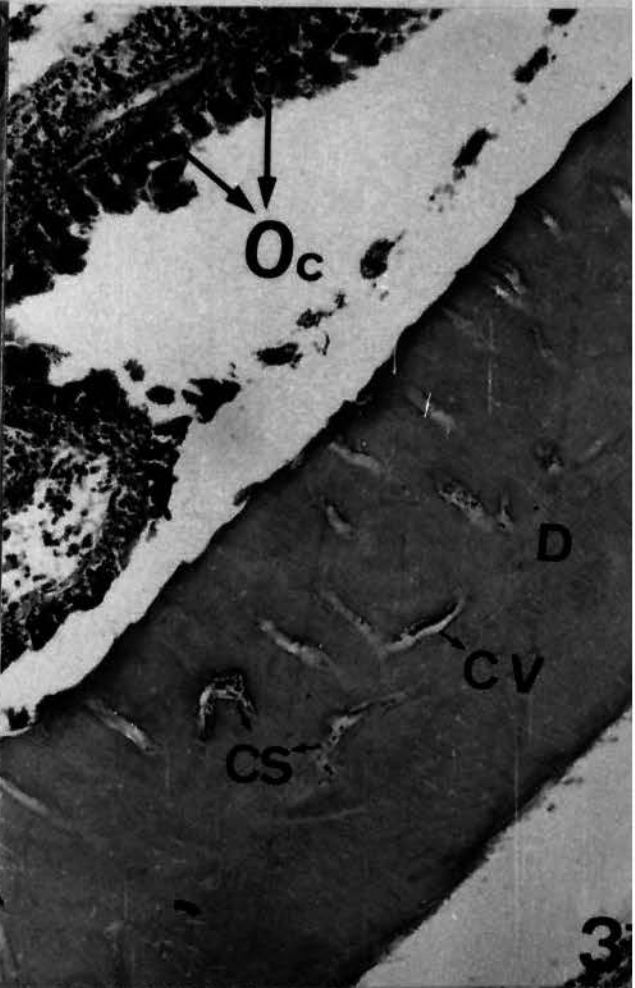
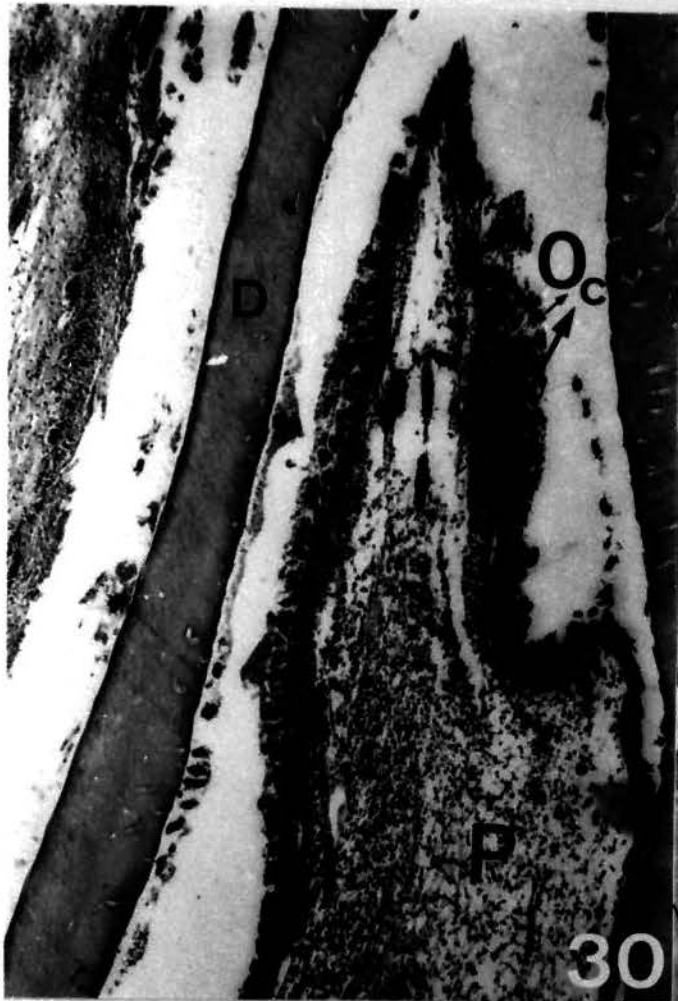
(120 X).

Fig. 32 : Dente de traíra em erupção: (corte vestibulo-lingual de dente descalcificado, corado com tricrômico de Mallory). Animal sacrificado 7 dias após o tratamento experimental. O gérmen (GI) encontra-se em desenvolvimento para substituir o dente funcional reabsorvido. Este e o tecido de suporte, nesta fase, estão quase totalmente substituídos por tecido de granulação (TG), no qual se encontram células redondas ou macrófagos (M) e células gigantes de corpo estranho (CG).

(12 X).

Fig. 33: Tecido de granulação: Esta fotomicrografia corresponde à área triangular demarcada na figura precedente, observada com maior aumento. Nela se distinguem as células redondas ou macrófagos (M) do tecido de granulação e um ninho de células gigantes de corpo estranho (CG).

(120 X).



P R A N C H A IX

As figuras de 34 a 37 são fotomicrografias de dente funcional e gérmen de traíras sacrificadas a 7 e 11 dias após o tratamento experimental.

Fig. 34: Tecido de granulação: Esta fotomicrografia corresponde ao local marcado com asterisco na figura 32. Nesta figura, além do tecido de granulação, nota-se, ainda, a presença de odontoclastos (Oc), removendo restos do dente.

(120 X).

Fig. 35: Gérmen dentário de traíra: (corte vestibulo-lingual de material descalcificado, corado com tricrômico de Mallory). Animal sacrificado 11 dias após o tratamento experimental. Nesta foto observa-se, além do gérmen em desenvolvimento (G), restos do dente funcional em reabsorção (R) e formação do tecido de suporte ao nível do tecido conjuntivo inter-ósseo-dentário (Cid).

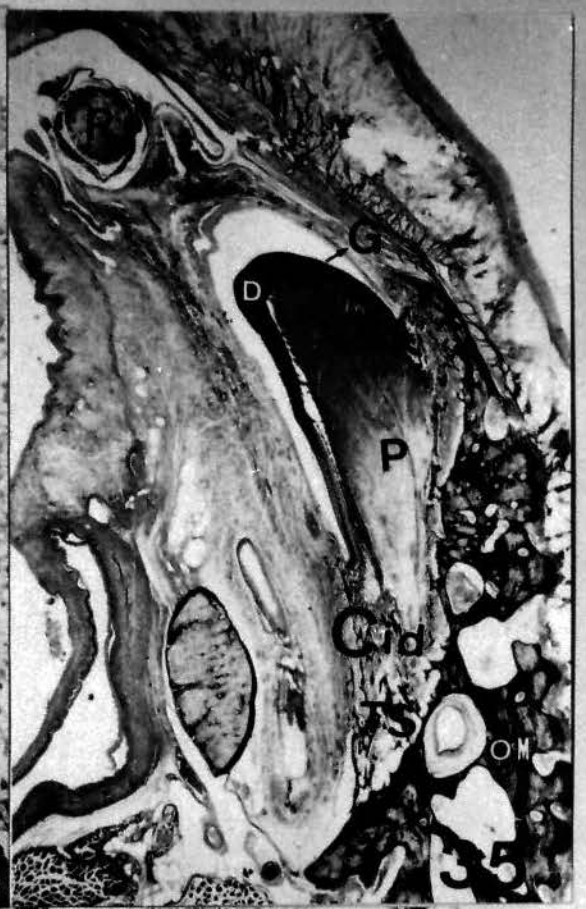
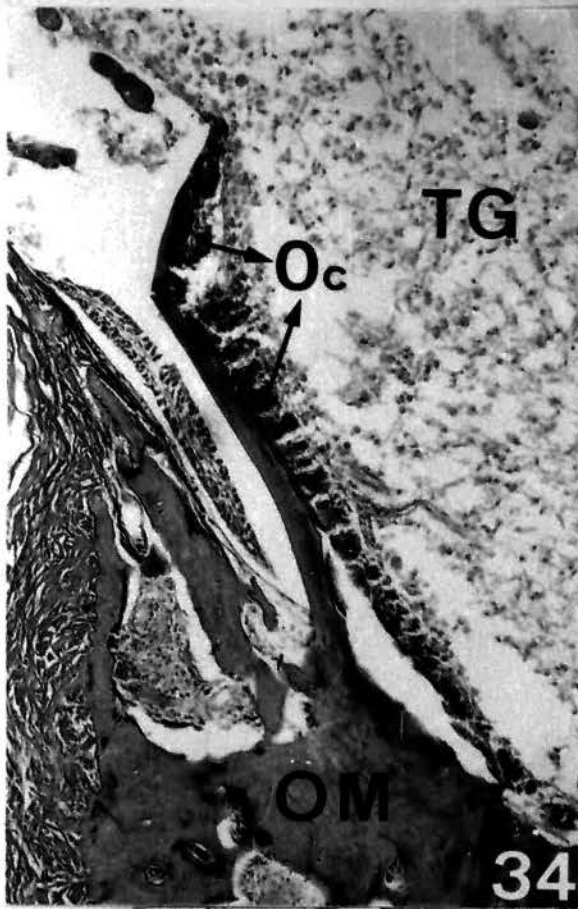
(12 X).

Fig. 36: Gérmen dentário de traíra: (corte vestibulo-lingual de material descalcificado, corado com tricrômico de Mallory). Maior aumento da porção basal do gérmen da figura precedente. Formação do tecido de suporte (TS) no conjuntivo inter-ósseo-dentário (Cid).

(30 X).

Fig. 37: Dente funcional de traíra: Esta fotomicrografia é um maior aumento dos restos do dente funcional (R) em reabsorção, apanhado transversalmente e mostrado na figura 32. Nota-se aqui, com maiores detalhes, as células odontoclasticas (Oc) e a presença, devido à retração das células, de lacunas de reabsorção (LR).

(120 X).



P R A N C H A X

As figuras de 38 a 41 são fotomicrografias de cortes descalcificados de dente funcional em erupção, obtidos de traíras sacrificadas a 14, 21 e 40 dias após o tratamento experimental.

Fig. 38: Dente de traíra em erupção: (corte vestibulo-lingual de dente descalcificado, corado pelo tricrômico de Mallory). Animal sacrificado 14 dias após o tratamento experimental.

Nesta fotomicrografia observa-se o dente já localizado em seu leito definitivo e em processo de erupção, porém sem atingir a cavidade bucal. Os esboços da futura gengiva (Ge) são também observados. Notam-se, ainda, as pregas-labial (PL) e lingual (PLg) - e um gérmen (G) em desenvolvimento, localizado na mucosa da face lingual.

(12 X).

Fig. 39: Dente de traíra em erupção: (corte vestibulo-lingual de dente descalcificado, corado pelo tricrômico de Mallory). Animal sacrificado 21 dias após o tratamento experimental. Nesse período pós-tratamento, o dente separa-se da cavidade bucal por uma estreita faixa de tecido mole da mucosa. Nota-se, também, que a gengiva (Ge) da porção lingual está bem definida. Na porção basal do dente, observa-se o tecido de suporte (TS), completamente formado.

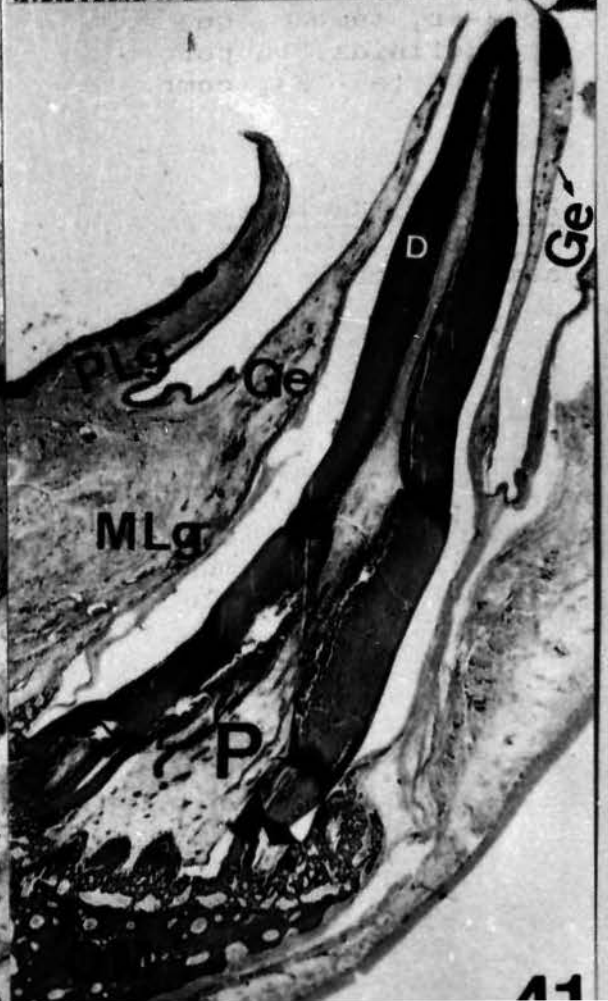
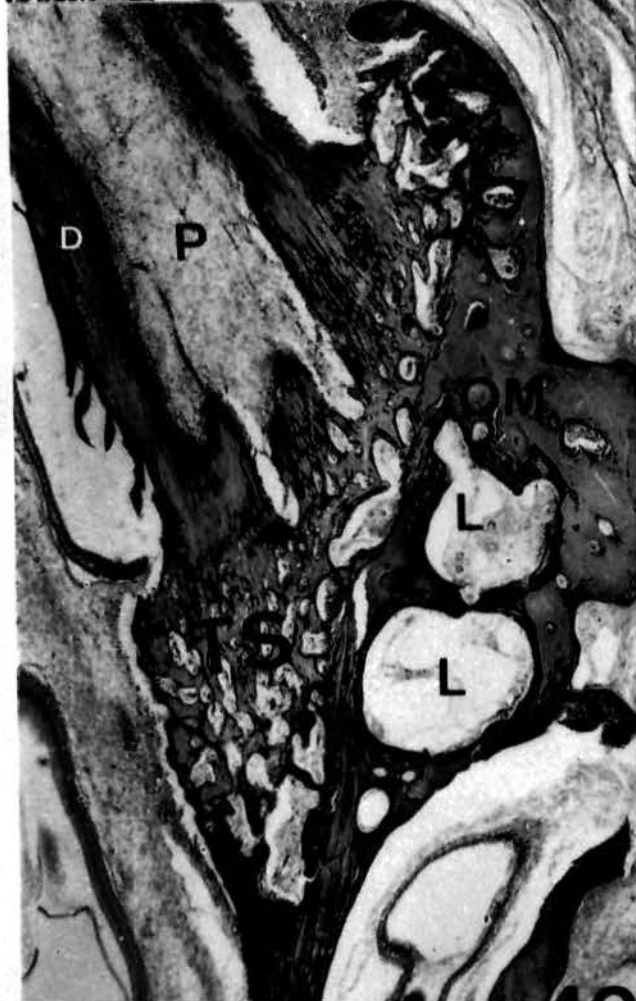
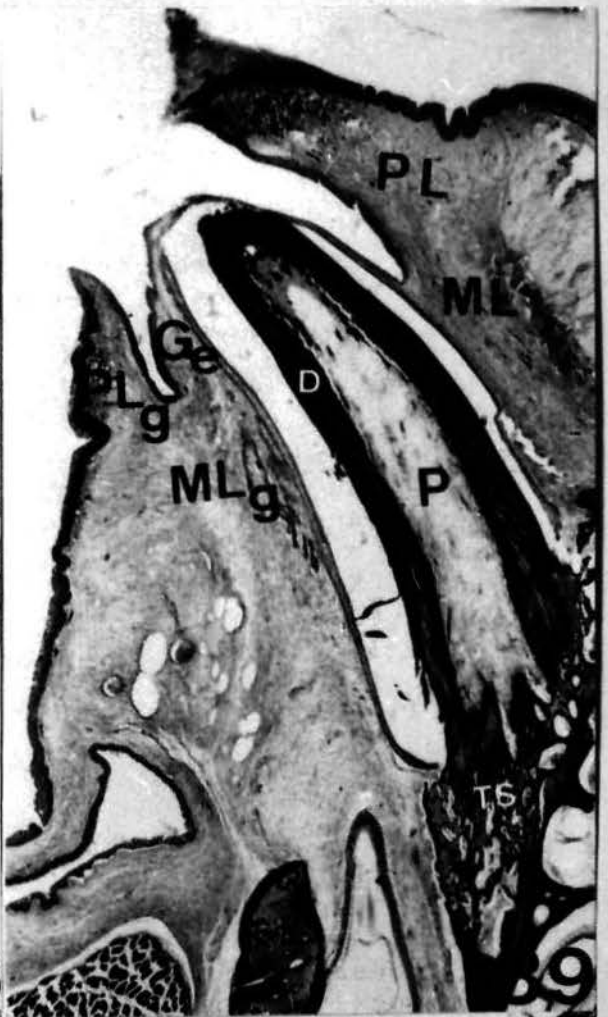
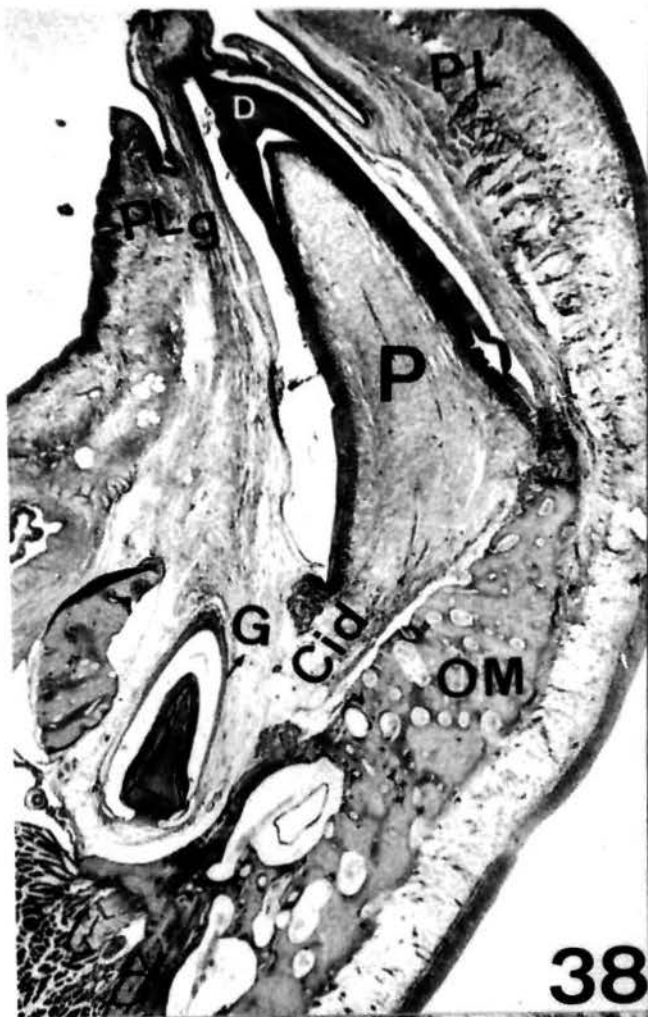
(12 X).

Fig. 40: Dente de traíra em erupção: Esta fotomicrografia responde à área basal da figura precedente, em maior aumento, mostrando detalhes do tecido de suporte (TS).

(30 X).

Fig. 41: Dente funcional de traíra: (corte vestibulo-lingual de dente descalcificado, corado pelo tricrômico de Mallory). Animal sacrificado 40 dias pós-tratamento. Nessa etapa, a porção coronária do dente alcança a cavidade bucal e está em pleno funcionamento. A gengiva (Ge), vestibular e lingual, é nitidamente observada, cobrindo o dente até às imediações da mucosa labial (PL) e lingual (PLg).

(12 X).



#### 4 - DISCUSSÃO

Antes de se discutirem os resultados observados, julgou-se necessário, à vista da falta de informações na literatura, sobre os assuntos abordados neste trabalho, na espécie de peixe selecionada, dar-se uma visão generalizada do que se conhece sobre os dentes, sistema de implantação, bem como do mecanismo de substituição de várias outras espécies de peixe já estudadas. Isso, evidentemente, possibilitará ao leitor um melhor entendimento dos resultados aqui observados e que serão posteriormente discutidos.

##### 4.1. Generalidades sobre os dentes dos peixes.

Os dentes bucais dos peixes apresentam uma complexidade estrutural bastante acentuada. Eles são, regra geral, constituídos por um núcleo de dentina, revestido no topo e, às vezes, no colo, por um material extremamente duro, hipermineralizado e de natureza bastante discutível.

O tipo estrutural da dentina do núcleo é bastante variável e diversificado - orto ou normodentina, osteodentina, vadentina e plicidentina. Estes já haviam sido identificados no século passado através dos trabalhos de OWEN (1868). Daí para frente, muitas investigações foram realizadas, na tentativa de se esclarecerem os tipos de dentina existentes nos dentes de peixes recentes e fósseis e na perspectiva de se ampliarem os conhecimentos no terreno da ontogênese e filogênese.

Aos tipos de dentina reconhecidos por OWEN (1868), nos peixes, foram acrescentados outros, tais como: a vitrodentina de ROSE (1894), a fibro e pseudodentina de THOMASSET (1930), a petrodentina de LISON (1941), as osteodentinas dos tipos trabecular e pseudohaversiana de LISON (1954) e a durodentina de SCHMIDT (1947).

Desses tipos estruturais de dentina descritos, dois ou mais podem estar associados, constituindo o núcleo de um mesmo dente.

Por exemplo, nas espécies Esox lucius (HEROLD &



LANDINO , 1970; SCHMIDT & KEIL, 1971) e Sphyraena vulgaris (SCHMIDT & KEIL, 1971), a dentina trabecular (osteodentina), está associada com a ortodentina. Existem casos, no entanto, em que o núcleo dentinário é constituído de um só tipo de dentina, como no Hippoglossus vulgaris (ortodentina) e no Merluccius merluccius (ortodentina vascularizada), segundo observações de SCHMIDT & KEIL (1971). Por outro lado, associações mais complexas de diferentes tipos de dentina (ortodentina, dentina trabecular, vitrodentina e plicidentina) têm sido descritas, como por exemplo, no Lepidosteus osseus (SCHMIDT & KEIL, 1971) e Anarrhicas lupus (SCHMIDT, 1954).

A natureza do tecido duro que reveste o núcleo dentinário dos dentes dos peixes em geral e que, constitui a estrutura genericamente denominada de esmalte nos mamíferos, tem sido motivo de muitas controvérsias, nos peixes. Segundo LISON(1954), esse tipo de tecido, nos teleósteos, tem sido considerado como esmalte verdadeiro pela maioria dos investigadores, embora alguns tenham-no definido como um tipo de dentina modificada, isto é, vitrodentina (MOY - THOMAS, 1934), no género Belone, e LEVI (1939a e b), em várias espécies.

Nos Dipnóicos, o tecido duro da superfície das placas dentárias tem sido considerado esmalte por TOMES (1897) e por PEYER (1937), que lhe atribuíram, inclusive, uma estrutura prismática. No género Protopterus, o capuz é seguramente constituído por um tipo de dentina modificada - a petrodentina - (LISON 1941).

Em várias espécies de peixes, inclusive seláceos, SCHMIDT & KEIL (1971), usando microscópio de polarização, consideraram o capuz como um tipo especial de dentina - a durodentina - que é uma estrutura hipermineralizada, constituída, nos seus primórdios, de fibras colágenas, que se degeneram à medida que o tecido atinge sua maturidade e se hipercalcifica pela deposição de sais minerais.

O "capuz", nos seláceos e teleósteos, foi considerado por KVAM (1946, 1950 e 1953; KERR, 1960) um tipo especial de esmalte, de origem mesodérmica, e denominado esmalte mesodérmico. A origem mesodérmica do "esmalte" foi também observada nos seláceos (KERR, 1955), e numa série de espécies de teleósteos e actinoptérigeos primitivos (KERR, 1960). Na década de 60, no entanto, a idéia da origem mesodérmica do "capuz" não era uni

versalmente aceita, tanto assim que POOLE (1967) propunha a de nominação de "enamelóide" a qualquer variedade de tecido alta mente mineralizado que cobrisse os dentes e escamas dos verte brados inferiores. Dois anos mais tarde, ANDREUCCI (1969) estu dando os dentes do baiacu (S. testudineus), através de radioau tografia em animais injetados com prolina- $H^3$ , mostrava que o enamelóide é um tecido de origem ectomesodérmica, no qual coe xistem dois tipos de componentes: uns que lembram a dentina (dentino-componentes); outros que se aproximam do esmalte (ame lo-componentes). Mais recentemente, resultados radioautográ ficos semelhantes foram obtidos por SHELLIS and MILES (1974) os quais mostraram, após injeção de prolina- $H^3$ , na espécie Labrus bergylta e prolina- $H^3$  e tirosina- $H^3$ , na enguia, que o enamelói de contém componentes secretados pelos odontoblastos (colágeno), e componentes proteicos (amelogenins), secretados pelo epitélio interno e de natureza semelhante à matriz do esmalte dos mamífe ros. Todavia, apesar desses achados, ISOKAWA et alii (1972) mos traram, baseados em seus resultados, que, na espécie Hoplogna thus fasciatus, o enamelóide é constituído de fibras colágenas elaboradas pelos odontoblastos e, portanto, de origem mesodérmi ca. A presença de colágeno na matriz do enamelóide dessa mesma espécie, foi confirmada ao nível do microscópio eletrônico por INAGE (1975).

#### 4.2. Generalidades sobre o sistema de implantação dos dentes dos peixes.

A maioria dos estudos realizados (vide WIDDOWSON, 1952; LISON, 1954; BERTIN, 1958; NOBLE, 1969), para se determi nar o tipo morfológico de implantação dos dentes dos peixes, tem claramente evidenciado que ele se enquadra em dois tipos funda mentais: Anquilose, na maioria, e Sindesmose, em certo número de espécies.

Embora esses sejam os tipos mais comuns de implanta ção observados nos peixes, a presença de uma articulação alvéo lo-dentária, apanágio dos mamíferos e crocodilos (LISON, 1954), foi descrita nos dentes rostrais do peixe-serra (MUMMERY, 1924), da piranha (PINCHER, 1947) e em algumas espécies da família Ba listidae (SOULE, 1969). Por outro lado, a presença de um tipo de implantação que constitui uma transição entre os tipos mais

simples (anquilose e sindesmose), para um mais complexo - gonfosis - foi observada em peixe do gênero Leporinus (NASCIMENTO, 1965).

Na implantação por anquilose, descreve-se um tipo acrodonte, onde o dente se liga à peça óssea através de seu bordo basal, e um tipo pleurodonte, onde ele se liga por uma de suas faces laterais (LISON, 1954). Em todos os casos, o suporte ósseo sobre o qual se implanta o dente apresenta características especiais, variáveis segundo a espécie, que se distinguem nitidamente do osso esquelético comum e designados "bone of attachment" por TOMES (1897) e por MUMMERY (1924). Para LISON (1954) esse osso constituiria um tecido "paradentário", homólogo do paradêncio dos mamíferos. Para WIDDOWSON (1952) e NOBLE (1969) ele constituiria um homólogo do alvéolo dentário dos dentes articulados por gonfosis.

A implantação por sindesmose se realiza através de um ligamento anular que une o dente a um suporte formado pelo "bone of attachment". Na maior parte dos casos, o ligamento é formado de feixes conjuntivos dispostos ao redor do dente. Esse tipo de implantação é encontrado, por exemplo, na enguia (LISON, 1954), no lambari (VIDAL e VIZIOLI, 1963), dourado (VALDRIGHI e VIZIOLI, 1966) e no Sargus (WIDDOWSON, 1952). Em alguns casos, o ligamento é muito potente e se limita à porção posterior do dente.

Em algumas espécies de teleósteos, como por exemplo no Lophius (WIDDOWSON, 1952) o ligamento é constituído de fibras elásticas colocadas na porção lingual e que permitem a inclinação do dente na direção da faringe, quando ele é comprimido, retornando à posição original após a remoção da força. Por outro lado, no Merluccius e no Esox, o ligamento não é constituído de fibras, mas pela matriz dentinária da face lingual que é contínua com o osso, e que não se mineraliza, mantendo assim sua elasticidade.

#### 4.3. Generalidades sobre o mecanismo de substituição dos dentes dos peixes.

Os peixes, como vertebrados polifiodontes, apresentam dentes que são substituídos constantemente durante toda sua vida.

As informações sobre a forma como ocorre esse processo são bastante esparsas. Todavia, parece que, em linhas gerais, os dentes que sofrerão o processo de substituição são reabsorvidos pela ação de células odontoclásticas. Nesse particular, existem alguns trabalhos relatados na literatura. Por exemplo, na espécie Mormyrus caballus, LISON (1954) verificou que grande parte da raiz é reabsorvida pela ação de osteoclastos, exatamente da mesma maneira como uma boa parte da raiz dos dentes decíduos dos mamíferos é reabsorvida. Da mesma forma, LUHMANN (1954) observou, em espécies da família Anarrhichidae, que o órgão dental de um dente de substituição erupciona em estágios progressivos, após transpor, através de um processo de reabsorção, a base do dente funcional.

No gênero Polypterus, um representante dos actinoptérgicos primitivos - KERR (1960) verificou que a queda do dente funcional inicia-se pela ação de células fagocitárias grandes, com citoplasma granuloso, de aspecto característico, que destrói o osso de ligamento, fibras e uma quantidade variável da base do dente. O fenômeno parece repetir-se na espécie Salmo fario, estudada por BERGOT (1975). Segundo essa investigadora, o primeiro sinal da destruição do dente se caracteriza pela desorganização dos odontoblastos. Essas células perdem sua disposição em paliçada e se desdiferenciam. A cavidade pulpar é invadida por células plurinucleares, que se aplicam contra a parede dos dentes e a reabsorvem.

Após as considerações preliminares acima descritas, passar-se-á à discussão dos resultados observados na traíra, o que será feito em vários itens, de acordo com os propósitos enunciados na introdução, a fim de se ter, em ordem seqüencial, os assuntos investigados neste estudo.

#### 4.4. Morfologia macro e microscópica dos dentes da traíra.

##### 4.4.1. Análise macroscópica dos dentes e suas relações com o regime alimentar.

Os dentes da traíra são todos cônicos, caniniformes, caracterizando uma típica dentição homodonte. Embora nos vertebrados inferiores tenha sido proposta a denominação de capuz dentário para a coroa e haste, para a raiz, (SMITH & MILES,

1971; SHELLIS & MILES, 1974), e vários outros investigadores tenham reconhecido apenas uma superfície coronária em várias espécies de peixes, (VIDAL e VIZIOLI, 1963; VIZIOLI e ABE, 1964; VIZIOLI e VALDRIGHI, 1966), na traíra, dividimos seus dentes em duas superfícies: coronária e radicular, baseados no fato de que, nessa espécie, existe uma nítida separação anatomo-funcional das duas regiões consideradas. Funcionalmente, a superfície coronária, extremamente aguçada, visível na cavidade oral, está diretamente relacionada com a atividade alimentar do animal. Como argumento anatômico, as observações mostraram que ela está separada da raiz através de um sulco nítido, formando o colo cervical, estrutura também encontrada nos mamíferos, e que corresponde ao limite, nesses vertebrados, entre a coroa e a raiz. Além disso, pode-se argumentar também que, tal como nos mamíferos, a coroa está, na traíra, revestida por um tecido hipermineralizado que a caracteriza e a distingue da porção radicular.

No que tange à raiz, ela é diferente da coroa, quer pelo seu tamanho, forma e translucidez. Ela presta-se à implantação do dente no osso, que é feita através de estruturas especializadas - os pilares hemecilíndricos - existentes tanto no dente como no tecido de suporte, ambos soldados topo a topo e que, provavelmente, teriam por função aumentar a área de contato, evitando-se, assim, movimentos de rotação dos dentes.

Além disso, a raiz serve também como suporte para os tecidos moles peridentários que a revestem.

Diante das argumentações apresentadas, é viável inferir que os dentes da traíra são formados por 2 porções: coroa e raiz, que se distinguem anatomo-funcionalmente.

No que concerne à função do dente, a priori, poderíamos, dada a forma pontiaguda da coroa, além do hábito ictiófago do animal adulto, afirmar que ele estaria, morfologicamente adaptado à dilaceração dos alimentos, para posterior deglutição. Na verdade, esse aspecto é ainda reforçado pelo fato de que peixes carnívoros, como por exemplo: a barracuda, o Esox lucius, Chilinus (WIDDOWSON, 1952), Merluccius (SCHMIDT & KEIL, 1971), Salminus brevidens (VIZIOLI e VALDRIGHI, 1966) entre outros, apresentam, também, dentes caniniformes e alimentação carnívora. Embora muitos peixes realmente dilacerem suas presas para degluti-las, como os tubarões (BERTIN, 1958) e as piranhas, a traíra adulta usa-os para a imobilização de suas presas, deglutindo-as inteiras

(GODOY, 1975). Portanto, não parece, também na traíra, haver uma relação direta entre a forma dos dentes e seu regime alimentar. Em relação a esse aspecto, vale acrescentar que BERTIN (1958) admitiu que, forçosamente, não existe nos peixes uma adaptação da dentadura ao tipo de alimentação: muitos predadores preferem deglutir suas presas numa só peça. A traíra enquadra-se nesse grupo.

#### 4.5. Análise microscópica dos dentes da traíra.

##### 4.5.1. Dentina:

Nos dentes da traíra foi possível distinguir duas superfícies dentárias, uma coronária e outra radicular, ambas constituídas por um tecido dentinário, que forma o núcleo do dente. A dentina da porção coronária tem a forma de um cone (com a base voltada para a raiz), revestido por um tecido hipermineralizado, o capuz.

De acordo com os resultados observados, tanto a dentina coronária, quanto a dentina da raiz, apresentaram aspectos histológicos que caracterizam uma ortodentina, a qual, na zona interna da raiz, possui, além dos canaliculos dentinários, amplos canais que alojam vasos sanguíneos. Esse tipo de ortodentina, contendo canais vasculares, é reconhecido também em várias outras espécies de teleósteos estudados: (Tautoga ornitis, ARSUFFI, 1939; lambari, VIDAL e VIZIOLI, 1963; dourado, VIZIOLI e VALDRIGHI, 1966; pacu, VIZIOLI e ABE, 1964; Merluccius merluccius, SCHMIDT & KEIL, 1971), e foi denominada de ortodentina vascularizada (LISON, 1954) ou vaso-normodentina (SCHMIDT & KEIL, 1971) ou ainda de orto-vasodentina (ORVIG, 1967), para diferenciá-la da vasodentina. Além dos vasos sanguíneos, outro aspecto morfológico, bem nítido, evidenciado na porção basal da dentina radicular, é a presença de estruturas hemecilíndricas - aqui denominadas de pilares hemecilíndricos. A dentina que forma esses pilares foi observada em outras espécies de peixes e considerada como um tipo especial de dentina, denominada de plicidentina (OWEN, 1868). No entanto, a plicidentina, observada nos dentes da traíra, apresentou características histológicas que a tornam indistinta da ortodentina, verificada em outras regiões do dente. Esse aspecto, mostra, evidentemente, que a plicidentina não é, senão, uma variante anatômica da ortoden

tina, fato já considerado e discutido por vários investigadores (LISON, 1954; BERTIN, 1958; NOBLE, 1969).

A dentina dos dentes funcionais da traíra, como sói acontecer nos dentes de outros vertebrados, é constituída por uma matriz orgânica impregnada de sais minerais. Essa matriz, de positada centripetamente de forma incrementária, como se pode deduzir pela presença de linhas ou bandas de crescimento, é rica em componentes fibrosos, segundo os resultados polariscópicos observados. Esses resultados mostraram que existem variações topográficas nos planos de orientação das fibras, tanto nas zonas da dentina radicular, quanto na dentina coronária.

Assim, de um lado, os resultados observados em cortes longitudinais (vestíbulo-lingual) dos dentes funcionais, tanto na dentina coronária (faces vestibular e lingual), quanto na zona interna da dentina radicular, são compatíveis com a interpretação de que as fibras colágenas estão orientadas numa direção paralela ao longo eixo do dente. Uma organização dos feixes fibrosos, similar ao observado na traíra, foi descrita na matriz orgânica da dentina, quer de mamíferos (von EBNER, 1906; LEHNER & PLENK, 1936; BRADFORD, 1967; VIDAL, 1971; SCHMIDT & KEIL, 1971; MOSS, 1974), quer de peixes (LEVI, 1940; VIDAL e VIZIOLI, 1963; VIZIOLI e ABE, 1964; VIZIOLI e VALDRIGHI, 1966; SCHMIDT & KEIL, 1971). Essa orientação específica das fibras colágenas tem, inclusive, servido de fundamento para a caracterização de uma parte da dentina usualmente denominada de dentina circumpulpar (WEIDENREICH, 1925), termo usado em contraposição à mantodentina (WEIDENREICH, 1925), ou dentina palial (ORVIG, 1967), cujas fibras apresentariam uma orientação radial. Sem entrar nos detalhes da questão, cabe ressaltar, no entanto, que a caracterização das duas áreas da dentina, baseada na orientação de suas fibras, tem sido refutada por MOSS (1974).

Por outro lado, os resultados observados com a microscopia de luz polarizada, em cortes transversais ao nível da coroa, fornecem evidências para se deduzir que, na dentina coronária dos dentes da traíra, existe um sistema de fibras colágenas orientadas circularmente em torno do eixo do dente. Um comportamento similar foi observado na dentina radicular de duas espécies de teleósteos: Salmo fario e S. gairdneri por BERGOT (1975 a), a qual, em virtude da divergência observada entre os resultados obtidos em cortes longitudinais e transversais, sugeriu a hipóte

se de que as fibras assumem, de fato, uma orientação espiralada ou oblíqua em torno do eixo do dente.

Na traíra, uma orientação em espiral dos feixes fi brosos de forma similar ao que ocorre na truta, pode também ser aventada. Inclusive, isso explicaria a presença do cone isotrópico na porção medial da dentina coronária, observado em cortes longitudinais, e que representaria fibras circulares, cortadas transversalmente (isotrópicas), enquanto as duas áreas birre fringentes que o flanqueiam (vestibular e lingual), corresponde riam a uma inclinação oblíqua dos feixes, ao passarem de um pla no a outro.

No que concerne à zona interna da dentina radicular, além das fibras paralelas ao longo eixo do dente, os resultados polariscópicos, observados em cortes transversais sugerem a pre sença de fibras radiais imersas num "background" isotrópico, e fibras circulares em torno do eixo dentário localizadas numa es treita faixa adjacente à cavidade pulpar.

Poder-se-ia argumentar, como tentativa para explicar a divergência entre os resultados polariscópicos observados, que a zona interna da dentina radicular estaria globalmente consti tuída por um sistema de fibras orientadas obliquamente, conver gentes em direção ao eixo do dente, que se tornariam paralelas aos canaliculos dentinários (fibras radiais) à medida que se aproximam da cavidade pulpar. Esse sistema envolveria toda a pe riferia da cavidade pulpar, dando origem ao sistema de fibras circunferenciais presentes na estreita faixa peripulpar.

No que tange à zona média (usualmente denominada de mantodentina) e à zona externa ou superficial, da dentina radi cular da traíra, os resultados mostraram que elas não sofrem ne nhum processo de remoção de material orgânico, com simultânea hi permineralização, que as transformasse nas estruturas denomina das de vitrodentina (ROSE, 1894; THOMASSET, 1926 a e b) ou fi brodentina (THOMASSET, 1928, 1930) ou ainda durodentina (SCHMIDT 1940, 1947, 1949; ROTT, 1945), conforme tem sido verificado nes sa região dentinária de vários seláceos e teleósteos estudados. Ao contrário, na traíra, essas zonas são bastante ricas em sub stância orgânica, notadamente em fibras colágenas, cuja orienta ção pode ser depreendida através do estudo polariscópico efetua do.



Assim, na zona média, predominam grossos feixes de fibras oblíquas e fibras radiais que se intercalam. Esse sistema de fibras parece constituir um sistema similar à fibrilação radial e aos feixes ou bandas longitudinais observados na dentina da maioria dos teleósteos e seláceos estudados ao nível de microscopia de polarização, por SCHMIDT (1940, 1947, 1949, 1954, 1958) e por SCHMIDT & KEIL (1971). Esse sistema de fibras parece constituir, assim, um elemento estrutural constante de dentina da maioria dos peixes já estudados.

Em algumas espécies de peixes, fibras colágenas mais espessas, com disposição radial ou não, têm sido consideradas como homólogas às fibras de von Korff (HEROLD, 1970; HEROLD & LANDINO, 1970; HEROLD, 1971 a e b; BERGOT, 1975 a).

No entanto, SCHMIDT & KEIL (1971), referindo-se às fibras radiais da dentina dos peixes acham ser essa homologia duvidosa. Conquanto na dentina da traíra tenha-se observado que os feixes de fibras radiais e das bandas oblíquas da zona média (mantodentina) são, aparentemente, mais espessos que as fibras da dentina interna, os dados não são suficientes para se emitir uma opinião mais definitiva, no sentido de considerá-las ou não homólogas às fibras de von Korff. Deve-se ter em mente, ainda, que a existência, origem e natureza das fibras de Korff é objeto extremamente controverso. (Vide LESTER & BOYDE, 1968; TEN CATE et alii, 1970; MOSS, 1974).

Quanto aos feixes de fibras, ou bandas oblíquas, parece-nos que eles desempenham um importante papel na implantação do dente no tecido de suporte, segundo pode ser depreendido pelos resultados observados. Essas fibras, provavelmente, têm uma função similar às fibras de Sharpey do cemento e do osso alveolar dos dentes implantados por gonfosis.

Na zona externa ou superficial, os resultados observados com a microscopia de polarização revelaram que ela é rica em fibras colágenas orientadas paralelamente ao longo eixo do dente. Nesta camada não houve nenhum contraste entre os resultados observados em cortes transversais ou longitudinais. Na superfície externa da dentina de teleósteos e seláceos, e entre a dentina e cemento dos dentes dos mamíferos, SCHMIDT & KEIL (1971) têm descrito uma delgada camada dentinária, denominada de dentina terminal, originada da membrana terminal ou preformativa, cu

já substância orgânica, contém colágeno, que se hipermineraliza, especialmente nos seláceos.

A predominância de substância orgânica (colágeno) na camada externa da dentina radicular da traíra, como provado pela sua resistência aos processos de descalcificação, além da presença de canalículos, são dados indicadores de que ela é uma estrutura diferente da dentina terminal descrita em outros peixes. Essa zona parece-nos desempenhar uma função de suporte dos tecidos moles peridentários, de maneira análoga ao cimento dos dentes dos mamíferos.

Depreende-se dos resultados analisados e discutidos que as interpretações em relação à orientação das fibras colágenas da matriz orgânica da dentina da traíra, baseadas nos dados polariscópicos, longe estão de serem definitivas. Certamente, a organização da matriz fibrosa da dentina é muito mais complexa do que se pode deduzir através de observações com a óptica de polarização. Nesse particular, identificamo-nos com a observação de MOSS (1974), ao afirmar "What is observed is the optical resultant of far more complexly textured tissues".

#### 4.5.2. Capuz - Natureza e Origem.

Já tivemos anteriormente a oportunidade de nos referir a que o núcleo dentinário do dente da traíra, na região coronária, é revestido por um tecido hipermineralizado, como sói acontecer nos dentes de várias outras espécies de peixes estudadas, (MOY-THOMAS, 1934; LEVI, 1939 a,b,c; LISON, 1949, 1954; SCHMIDT, 1940, 1947, 1949, 1954; ROTT, 1945; KERR, 1960) e denominado de capuz.

Esse capuz (ambos estratos), nos dentes funcionais da traíra, foi completamente solubilizado pela solução ácida usada durante o processo de desmineralização, o que sugere seu alto conteúdo em substâncias de natureza inorgânica, sob a forma cristalina, cujos cristais se orientam paralelos a um plano tangente à sua superfície, conforme se pode deduzir do seu comportamento polariscópico (birrefringência negativa em cortes vestibulo-lingual e isotropia em cortes transversais).

Depreende-se, assim, que o capuz coronário dos dentes funcionais da traíra é constituído por uma matriz pobre em substâncias de natureza orgânica e rica em sais minerais, com

estruturaco cristalina, possivelmente relacionada à hidroxiapata. Conquanto esses aspectos sugiram uma similitude de comportamento entre o capuz dos dentes funcionais da traira e o esmalte dos dentes dos vertebrados superiores, entre os quais os mamiferos, nenhuma homologia pode, por ora, ser aventada entre essas duas estruturas (esmalte e capuz), tendo-se em conta a grande divergência que existe entre os investigadores, ao considerarem a natureza e a origem do capuz nos dentes dos peixes. Uns classificam-no como esmalte verdadeiro (FRIEDMANN, 1897; THOMASSET, 1930; GUTTORMSEN, 1937; KAMPSCHULTE, 1939; ARSUFFI, 1939; MOLLER, 1940; APPLEBAUN, 1942; JACOBSHAGEN & WINKLER, 1950; LISON, 1949, 1954; VIDAL & VIZIOLI, 1963; VIZIOLI & ABE, 1964; VIZIOLI & VALDRIGHI, 1966; SASSO et alii, 1961 a e b; GARANT, 1970), outros, como um tipo modificado de dentina (OWEN, 1868; ROSE, 1894; LEVI, 1939 a e b; SCHMIDT, 1940, 1947, 1949, 1954, 1958; ROTT, 1945; SCHMIDT & KEIL, 1971) e ainda outros (KVAM, 1946, 1950, 1953; KERR, 1960), como um tipo especial de esmalte denominado esmalte mesodérmico.

A mesma problemática surge no que diz respeito à origem da matriz orgânica do capuz. Muitos investigadores (WEIDENREICH, 1925; LEVI, 1939; KVAM, 1946, 1950, 1953; KERR, 1960; ISOKAWA et alii, 1972) atribuiram-lhe, baseados em seus estudos ao nível do microscópio óptico, origem mesodérmica. Esses resultados foram confirmados mais recentemente ao nível do microscópio eletrônico, quando INAGE (1975) demonstrou, na matriz do capuz dos dentes da espécie Hoplognatus fasciatus, a presença de fibras colágenas típicas e, segundo o autor, elaboradas pelos odontoblastos. Contrariamente a essas opiniões, LISON (1946, 1949) e MOSS et alii, (1964); MOSS (1968, 1970) constataram evidências de que o esmalte de tubarões  de origem ectodérmica e elaborado pelos ameloblastos. Segundo ainda MOSS et alii (1964) existem fortes indícios de que a matriz do esmalte seria um tipo de colágeno de origem ectodérmica, semelhante ao colágeno dos invertebrados. Por outro lado, a possibilidade de que a matriz do capuz poderia ter origem mista (ecto-mesodérmica), inicialmente aventada por TOMES (1900); KVAM (1953) e MOSS et alii (1964), foi confirmada radioautograficamente por ANDREUCCI (1969); ANDREUCCI & BLUMEN (1971) e por SHELLIS & MILES (1974).

Nesse aspecto, temos a referir que, na traira, os re

sultados observados na matriz do capuz de um gérmen em desenvolvimento, após descalcificação, através da microscopia de polarização, sugerem a presença de componentes fibrosos dispostos radialmente, imersos numa substância de natureza amorfa. Não foi possível, no entanto, dada à fase relativamente adiantada de desenvolvimento do gérmen, verificar se foram os ameloblastos ou odontoblastos, as células responsáveis pela elaboração dessa matriz. Portanto, os nossos resultados não permitem fazer qualquer consideração mais detalhada a respeito da origem da matriz orgânica do capuz da traíra.

Mostraram os resultados que o capuz maduro dos dentes da traíra é pobre em substâncias orgânicas. Isto, evidentemente, implica na necessidade de um mecanismo responsável pela remoção dos componentes orgânicos. Nesse aspecto, existem evidências histológicas apresentadas pelos ameloblastos (bordadura apical), que sugerem sua participação nesse processo. Essa possibilidade foi aventada também em mamíferos (REITH, 1961, 1963) e em anfíbios (M. SMITH & MILES, 1971), nos quais os ameloblastos, observados ao nível do microscópio eletrônico, apresentam especializações do bordo apical (ruffled border), compatíveis com a interpretação de que essas células agiriam na remoção e transporte da matriz orgânica do esmalte (mamíferos), ou enamelóide (anfíbios). Todavia, a hipótese de que essas células possam estar relacionadas simultaneamente a ambos os processos - (secreção e reabsorção) - não pode ser afastada. Evidências que sugerem a participação dessas células na formação e reabsorção da matriz orgânica do esmalte de mamíferos (cobaia) têm sido obtidas (BLUMEN & MERZEL, 1972, 1976).

Por fim, deve também ser considerada a participação dos ameloblastos no processo de calcificação, conforme foi aventado por vários investigadores (LEVI, 1939; FOSSE et alii, 1974; KEREBEL et DACULSI, 1975), talvez de uma forma indireta, bombeando íons de cálcio e fosfato para a área de calcificação, de acordo com o sugerido, nos incisivos de ratos, por MUNHOZ & LEBLOND (1974). Na verdade, os resultados radioautográficos, ao nível do microscópio eletrônico, observados, no rato, por NAGAI et FRANK (1975), reforçam essa possibilidade, uma vez que demonstraram, nos ameloblastos, o transporte inter e intracelular de cálcio radioativo, provavelmente, segundo nossa interpreta

ção, ligados a compostos orgânicos.

Diante do exposto, parece-nos que a conclusão lógica é que os dentes funcionais da traíra são revestidos por um capuz, constituído exclusiva, ou quase exclusivamente, de substância inorgânica.

Se os ameloblastos participam ou não da secreção ou da remoção do material orgânico, ou ainda da calcificação, os resultados obtidos não fornecem subsídios suficientes para uma análise mais definitiva. Assim, somente estudos futuros, empregando-se técnicas mais sofisticadas, poderão dar os meios necessários para se esclarecerem a natureza e origem da matriz orgânica do capuz dos dentes da traíra.

#### 4.6. Análise do sistema de implantação.

As observações realizadas no sistema de implantação da traíra revelaram que se trata de uma anquilose, portanto, um tipo de sustentação dentária característica da maioria dos vertebrados inferiores. Nesse tipo de implantação, variações morfológicas foram reconhecidas (MOY-THOMAS, 1934) principalmente no que tange à maneira pela qual dente e suporte ósseo se conectam. Assim se descrevem, segundo MOY-THOMAS, quatro tipos de anquiloses ou seja:

1. soldadura do dente sobre um cilindro ósseo compacto.
2. soldadura do dente sobre as cristas de um cilindro ósseo oco.
3. soldadura do dente sobre as cristas de um cilindro ósseo oco, formado independentemente do osso dentário.
4. soldadura do dente em paredes alveolares, através de trabéculas ósseas.

Na traíra, o tipo de anquilose se assemelha ao tipo descrito no item 3, onde o tecido duro de suporte, intermediário entre o dente e os ossos mandibulares ou maxilares, apresenta características morfológicas peculiares, que o diferenciam nitidamente do osso esquelético comum subjacente.

Esse tipo de tecido duro de suporte, de características estruturais variáveis segundo a espécie (LISON, 1954) tem sido designado sob o nome de "bone of attachment" por (TOMES ,

1876; MUMMERY, 1924), ou zahnsöckel (WEIDENREICH, 1926).

A origem e a natureza desse tecido duro é muito discutida, embora os autores acima citados, já o tenham considerado uma estrutura óssea diferente do osso esquelético. Para TOMES (1876), seria um homólogo do cimento, enquanto WIDDOWSON (1952) e NOBLE (1969) atribuíram-lhe uma homologia com o processo alveolar dos dentes implantados por gonfosis.

No que se refere à sua origem, as opiniões são também variáveis e, segundo GOODRICH (1907), SEWERTZOFF (1926) e WEIDENREICH (1926), seria um tecido estritamente relacionado com o dente. Essa opinião, todavia, não é compartilhada por MOY THOMAS (1934) que o considerou parte do osso esquelético subjacente, sem nenhuma relação com o dente. Esse mesmo investigador, baseado em seus dados embriológicos, sugeriu ainda que a estreita associação ontogenética e filogenética entre dente e osso, embora formações embriologicamente distintas, surgiu devido à necessidade do dente adquirir uma base sólida. Isso não implicaria, de forma alguma, que eles fossem partes, secundariamente separadas, de um órgão primitivo.

Por outro lado, BERNER (1945), ao tentar explicar os diversos tipos de implantação (fibrosa e anquilose) nos teleosteos, sugeriu que sempre haveria união do dente ao osso subjacente, através de fibras colágenas, análogas às fibras de Sharpey e passíveis de se calcificarem. Assim, segundo esse autor, se as fibras são longas, elas permanecem como tal, e o dente é móvel; se curtas, elas se calcificam e dão origem a um osso de ligamento. A conclusão semelhante chegou BERGOT (1975-b), ao estudar a implantação dos dentes na truta.

Na traíra, segundo sugerem nossos resultados, o tecido de suporte se origina, provavelmente, de células mesenquimáticas do conjuntivo inter-ósseo-dentário, formando, destarte, uma estrutura independente do dente e do osso esquelético subjacente. Além disso, a descontinuidade entre o dente e o tecido de suporte, revela que as fibras dentárias são independentes das fibras colágenas da matriz do tecido de suporte. O que realmente nos parece ocorrer é que fibras dentinárias ficam inseridas no interior do tecido de suporte durante o desenvolvimento de ambos. Assim, nos dentes da traíra, o processo de formação da implantação por anquilose parece ser diferente daquele sugerido

por BERNER (1945), nos teleósteos, e por BERGOT (1975 b), na traíta.

Parece-nos assim, baseados na origem do tecido de suporte, que ele constitui uma estrutura independente do dente e osso e, por isso, um tipo de tecido periodontal de sustentação análogo ao osso alveolar, como já anteriormente proposto por WIDDOWSON (1952) e NOELE (1969). A sua natureza estrutural não pode ser definida, embora pareça tratar-se de um tecido ósseo acelular.

#### 4.7. Mecanismo de substituição dos dentes da traíra.

Os resultados experimentais observados nos dentes funcionais da traíra mostraram cabalmente que, nas circunstâncias utilizadas neste estudo, a remoção dos dentes efetua-se através de um processo de reabsorção, levado a cabo pela ação de células multinucleadas - os odontoclastos - que, presumivelmente, se originam da fusão de células redondas - os macrófagos. Todavia, não se pode afastar a possibilidade de que células pulpares indiferenciadas, que têm potencialidade para dar origem a odontoclastos, sejam responsáveis pela formação dos odontoclastos, de uma forma similar à formação dos osteoclastos, as quais, segundo CORWIN & MOREHEAD (1971), se originariam da fusão de células osteogênicas. No entanto, se as células multinucleadas que removem o tecido de suporte se originam ou dos macrófagos ou das células de revestimento da parede interna das lacunas, não se pode precisar neste trabalho.

O processo de reabsorção, observado nas condições experimentais usadas, não se mostrou diferente daquele que ocorre naturalmente e descrito em outros teleósteos (LISON, 1954; LUHMANN, 1954, 1955; KERR, 1960; BERGOT, 1975-b). Assim, parece ser permitido concluir, por ora, que os dentes e o tecido de suporte da traíra são, durante o processo de substituição, eliminados pela ação de células multinucleadas. A determinação da origem dessas células demanda, todavia, futuros estudos.

## 5 - CONCLUSÕES

5.1. Os dentes funcionais da traíra são homodontes , cônicos, pontiagudos e caniniformes, apresentando duas porções bem definidas: coroa e raiz.

5.2. A coroa apresenta um núcleo dentinário (ortodentina), revestido por um capuz ácido solúvel, hipermineralizado, cujos cristais se orientam paralelamente à sua superfície.

5.3. A raiz é constituída por um núcleo dentinário formado por uma ortodentina vascularizada.

5.4. A matriz orgânica da dentina, na porção coronária, é constituída de fibras colágenas, orientadas concentricamente.

5.5. A dentina radicular apresenta 3 zonas: interna, média e externa.

5.5.1. A matriz orgânica da zona interna é constituída predominantemente de fibras colágenas finas, orientadas perpendicularmente aos canaliculos dentinários e por fibras concêntricas localizadas na camada peripulpar.

5.5.2. A matriz orgânica da zona média é constituída de fibras colágenas espessas com orientação radial e oblíqua. As fibras oblíquas, na porção basal do dente, penetram no tecido de suporte, de forma análoga às fibras de Sharpey do cimento e osso alveolar dos mamíferos.

5.5.3. A matriz orgânica da zona externa é formada de fibras colágenas finas, orientadas paralelamente ao longo eixo do dente.

5.6. O dente funcional da traíra implanta-se nos ossos mandibulares através de um tecido duro de suporte, intermediário entre o dente e o osso.



5.7. A implantação entre o dente e o tecido de suporte e, entre este e o osso, é rígida e efetua-se através de um processo de anquilose.

5.8. Na base de implantação da raiz do tecido duro de suporte existem estruturas especializadas - os pilares hemi cilíndricos - que aumentam a superfície de contato entre ambos.

5.9. Na traíra, o dente funcional é eliminado através de reabsorção dentinária, realizada pela ação de células multinucleadas - os odontoclastos.

5.10. O tecido duro de suporte é também reabsorvido por células multinucleadas.

5.11. O processo de reabsorção do dente funcional e do tecido de suporte dura cerca de 7 dias, quando, então, se inicia a erupção do dente de substituição, que, gradativamente, migra em direção à cavidade bucal. Aos 40 dias completa-se o processo e o dente de substituição torna-se funcional.

6 - RESUMO

Os estudos macro e microscópicos (microscopia de luz comum e polarizada) realizados nesta investigação tiveram por objetivo analisar os dentes, o sistema de implantação e o mecanismo de substituição dentária de uma espécie de peixe teleosteo existente em nossa fauna: a traíra - (Hoplias malabaricus malabaricus).

Os resultados observados permitiram deduzir que os dentes dessa espécie são cônicos e caniniformes, apresentando duas superfícies bem características: coroa e raiz. A coroa é constituída por um núcleo dentinário (ortodentina), sobre o qual se assenta um capuz hipermineralizado, cujos cristais se orientam paralelamente a um plano tangente à sua superfície. Nesse capuz não se distinguiu a presença de prismas, tufo ou lamelas.

A raiz, constituída por um núcleo de ortodentina vascularizada, apresenta 3 zonas bem definidas: interna, média e externa. A matriz orgânica das zonas interna e externa é constituída por fibras colágenas finas, perpendiculares aos canalículos dentinários, enquanto, na zona média, coexistem fibras colágenas mais espessas, umas com orientação radial, outras com orientação oblíqua, alternadas entre si. As fibras oblíquas, na porção basal da raiz, atravessam o tecido de suporte, nele se inserindo de maneira similar às fibras de Sharpey, observadas no cimento e no osso alveolar dos dentes dos mamíferos.

No que se refere ao sistema de implantação, as observações mostraram que se trata de uma soldadura entre o dente e o tecido duro especial de suporte e entre este e o osso mandibular, caracterizando típicas anquiloses.

Na superfície basal da raiz dentária e na superfície do tecido de suporte, existem especializações de forma hemilíndrica - por isso denominadas pilares hemilíndricos - que conferem aos bordos de ambas as estruturas (raiz dentária e tecido de suporte) um aspecto franjado. Essas estruturas possivelmente servem para aumentar a superfície de contato, evitando a

rotação dos dentes.

Finalmente, o estudo para se determinar o mecanismo de substituição dos dentes de traíra vieram mostrar que estes são eliminados por um processo de reabsorção, realizado por células multinucleares que ativamente eliminam a dentina e o tecido duro de suporte.

7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 01 - ANDREUCCI, R.D. Dos dentes de Spheroides testudineus (L., 1735) - (Baiacu-mirim), Estudo autoradiográfico e à luz polarizada. S. José dos Campos, 1969. [Tese (Livre Do cência) F.F.O.]
- 02 - ANDREUCCI, R.D. & BLUMEN, G. Radioautographic study of Spheroides testudineus denticles (checkered puffer), Acta anat., 79: 76-83, 1971.
- 03 - APPLEBAUN, E. Enamel of shark's teeth. J. dent. Res., 21: 251-7, 1942.
- 04 - ARSUFFI, E. Beitrage zur verglieheneden histologie und histogenese der zahne (Untersuchungen am GebiB von Labridae, Sparidae und Gymnodontes). Z. Zellforsch. mikrosk. Anat., 29: 670-93, 1939. Apud SCHMIDT & KEIL, op. cit. ref. 68.
- 05 - BERGOT, C. Mise en évidence d'un type particulier de dentine chez la truite (Salmo sp. Salmoidés, Téléostéens). Bull. Soc. Zool. France, 100: 587-94, 1975a.
- 06 - \_\_\_\_\_ Morphogenèse et structure des dents d'un téléostéen (Salmo fario, L.). J. Biol. Buccale, 3:301-24, 1975b.
- 07 - BERNER, L. Le ligament dentaire des Téléostéens, Bull. Soc. Zool. France, 70: 26-7, 1945. Apud BERTIN, L. op. cit. ref. 8.
- 08 - BERTIN, L. Denticules cutanés et dents. In: GRASSÉ, P.P. Traité de Zoologie - Anatomie, Systematique, Biologie. Paris, Masson, 1958. t. 13, p.
- 09 - BLUMEN, G. & MERZEL, J. The decrease in the concentration of organic material in the course of formation of the enamel matrix. Experientia, 28: 545-8, 1972.

- 10 - BLUMEN, G. & MERZEL, J. Autoradiographic study with ( $^{35}\text{S}$ )-sodium sulphate of loss of sulphated glycosaminoglycans during amelogenesis in the guinea pig. Archs. oral Biol., 21: 513-21, 1976.
- 11 - BRADFORD, E.W. Microanatomy and histochemistry of dentine. In: MILES, A.E.W., ed. Structural and chemical organization of teeth. New York, Academic press, 1967. v.2, p. 3-34.
- 12 - CORWIN, J.A. & MOREHEAD, J.R. The origin of osteoclasts in estrogen-stimulated bone resorption of the pubic symphysis of the mouse. Anat. Rec., 171: 509-16, 1971.
- 13 - FOSSE, G.; RISNES, S.; HOLMBAKKEN, N. Mineral distribution and mineralization pattern in the enameloid of certain elasmobranchs. Archs. oral Biol., 19: 771-80, 1974.
- 14 - FRIEDMANN, E. Beitrage zur zahnentwicklung der knochen fische. Schwalbes morph. Arb., 7: 545-82. Apud SCHMIDT & KEIL, op. cit. ref. 71.
- 15 - GARANT, PH. R. An electron microscopic study of the crystal-matrix relationship in the teeth of the dogfish Squalus acanthias L. J. Ultrastruct. Res., 30: 441-9, 1970.
- 16 - GODOY, M.P. de Estudos osteológicos da traíra - Hoplias malabaricus malabaricus (Bloch, 1974). (Pisces, Cyprini formes, Erythrinidae). Rev. Bras. Biol., 30: 447-60, 1970.
- 17 - \_\_\_\_\_ Peixes do Brasil - Sub-Ordem Characoidei - Bacia do Rio Mogi-Guassu, Piracicaba. Ed. Franciscana, 1975. v. 3, p. 401-444.
- 18 - GOODRICH, E.S. On the scales of fish, living and extinct, and their importance in classification. Proc. Zool. Soc., 751-74, 1907. Apud BERTIN, op. cit. ref. 8.
- 19 - GUTTORMSEN, S.E. Beitrage zur kenntnis des ganoidengebisses, insbesondere des Gebisses von Colobodus. Abh. Schweiz. pal. Ges., 40: 1-41. Apud SCHMIDT & KEIL, op. cit. ref. 71.

- 20 - HEROLD, R.C. Vasodentine and mantle dentine in teleost fish teeth. A comparative microradiographic analysis. Arch. oral biol., 15: 71-85, 1970.
- 21 - \_\_\_\_\_ Osteodentinogenesis: An ultrastructural study of tooth formation in the pike, Esox lucius. Z. Zellforsch. mikrosk. Anat., 112: 1-14, 1971a.
- 22 - \_\_\_\_\_ The development and mature structure of dentine in the pike, Esox lucius, analysed by microradiography. Arch. oral biol., 16: 29-41, 1971b.
- 23 - \_\_\_\_\_ & LANDINO, L. The development and mature structure of dentine in the pike, Esox lucius, analyzed by bright field, phase and polarization microscopy. Archs. oral biol., 15: 747-60, 1970.
- 24 - INAGE, T. Electron microscopy study of early formation of the tooth enameloid of a fish (Hoplognathus fasciatus). I - Odontoblasts and matrix fibers. Arch. histol. japon., 38: 209-29, 1975.
- 25 - ISOKAWA, S.; YOSHIDA, M.; IKEDA, K.; YAMAGUCHI, K.; CHIKAZAWA, N.; FUJIOKA, S. Tooth enameloid formation of a fish (Hoplognathus fasciatus). Chronological relationship of matrix formation and mineralization of the enameloid and dentin. J. Nihon Un. Sch. Dent., 14: 1-11, 1972.
- 26 - JACOBSHAGEN, E. & WINKLER, A. Zur vergleichenden Morphologie der ganoidenzähne. Z. mikr. Anat. Forsch., 6: 559-601, 1950. Apud SCHMIDT & KEIL, op. cit. ref. 71.
- 27 - KAMPSCHULTE, F. Zur Kenntnis von aufbau und struktur der knochenfischzähne. Z. mikr. Anat. Forsch., 46: 350-74, 1939. Apud SCHMIDT & KEIL, op. cit. ref. 71.
- 28 - KEREBEL, B. & DACULSI, G., Ultrastruture de l'émailloide des dents de "Prionace glauca" (L.). J. Biol. Buccale, 3: 3-12, 1975.
- 29 - KERR, T. Development and structure of the teeth in the dogfish, Squalus acanthias, (L.) and Scyliorhynchus caniculus (L.). Proc. Zool. Soc., 125: 95-114, 1955.
- 30 - \_\_\_\_\_ Development and structure of some actinopterygian and urodele teeth. Proc. Zool. Soc., 133: 401-22, 1960.

- 31 - KVAM, Th. Comparative study of ontogenetic and phylogenetic development of dental enamel. Norske Tandlaegeforen. Tid., Oslo, Suppl. 56, 1946. Apud SCHMIDT & KEIL, op. cit. ref. 71.
- 32 - \_\_\_\_\_ The development of mesodermal enamel on piscine teeth. K. Norske Vidensk. Selsk., Trondheim, 1950. Apud SCHMIDT & KEIL, op. cit. ref. 71.
- 33 - \_\_\_\_\_ On the development of dentin in fish. I - Squalus acanthias - Linnaeus. J. dent. Res., 32: 280-6, 1953a.
- 34 - \_\_\_\_\_ On the development of dentin in fish. II - Teleostei. J. dent. Res., 32: 411-9, 1953b.
- 35 - LEHNER, J. & PLENK, H. Die zähne. In: von MOLLENDORFFS. Handb. der Mikr. Anatomie der Menschen v. 5, p. 449-708, 1936. Apud MOSS et alii, op. cit. ref. 47.
- 36 - LESTER, K.S. & BOYDE, A. The question of von Körff fibers in mammalian dentine. Calc. Tiss. Res., 1: 273-87, 1968.
- 37 - LEVI, G. Études sur le développement des dents chez les téléostéens. I - Les dents de substitution chez les genres: Ophidium, Trigla, Rhombus, Belone. Arch. Anat. micr., 35: 101-46, 1939a. II - Développement des dents pourvues de dentine trabéculaire (Esox, Sphyraena, Cepola, Lophius. Arch. Anat. micr., 35: 415-55, 1939b. III - Développement des dents de substitution de Merlucius, Chrysophrys, Cepola, Lophius. Arch. Anat. micr., 35: 415-55, 1939c.
- 38 - LISON, L. Sur la structure des dents des Poissons Dipneustes. La pétrodentine. C. R. Soc. Biol., 135: 431-2, 1941.
- 39 - \_\_\_\_\_ Recherches sur l'histogenèse de l'émail dentaire chez les sélaciens. Arch. Biol., 60: 111-35, 1949.
- 40 - \_\_\_\_\_ Les dents. In: GRASSÉ, P.P. Traité de Zoologie - Anatomie, Systematique, Biologie. Paris, Masson, 1954. t. 12, p. 791-849.
- 41 - LUHMANN, M. Die histogenetischen grundlagen des periodischen zahnwechsels der katfische und wasserkatzen (Fam. Anarrhichidae, Teleostei). Z. Zellforsch. mikrosk. Anat., 40: 470-509, 1954. Apud SCHMIDT & KEIL, op. cit. ref. 71.

- 42 - LUHMANN, M. Die histogenetischen grundlagen des zahnwechsels der nordeuropaischen pleurenectes - Arten (Heterosomata, Teleostei). Z. Zellforsch. mikrosk. Anat., 42: 443-80, 1955. Apud SCHMIDT & KEIL, op. cit. ref.71.
- 43 - MOLLER, W. Zur kenntnis des kiefergebisses und der Zahne von Lepidosteus und Amia. Z. mikr. Anat. Forsch., 48: 607-30, 1940. Apud SCHMIDT & KEIL, op. cit. ref. 68.
- 44 - MOSS, M.L. Comparative anatomy of vertebrate dermal bone and teeth. I - The epidermal co-participation hypothesis. Acta anat., 71: 178-208, 1968.
- 45 - \_\_\_\_\_ Enamel and bone in shark teeth: with a note on fibrous enamel in fishes. Acta anat., 77: 161-87, 1970.
- 46 - \_\_\_\_\_ Studies on dentin. I - Mantle dentin. Acta Anat., 87: 481-507, 1974.
- 47 - \_\_\_\_\_; JONES, S.J.; PIEZ, K.A. Calcified ectodermal collagens of shark tooth enamel and teleost scale. Science, 145: 940-2, 1964.
- 48 - MOY-THOMAS, J.A. On the teeth of the larval Belone vulgaris and attachment of teeth in fishes. Quart. J. micr. Sci., 76: 481-98, 1934.
- 49 - MUMMERY, J.H. The microscopic and general anatomy of the teeth. 2 ed. Oxford, H. Milford, 1924. Apud NASCIMENTO TO, A., op. cit. ref. 52.
- 50 - MUNHOZ, C.O.G. & LEBLOND, C.P. Deposition of calcium phosphate into dentin and enamel as shown by radioautography of sections of incisor teeth following injection of <sup>45</sup>Ca into rats. Calc. Tiss. Res., 15: 221-35, 1974.
- 51 - NAGAI, N. & FRANK, R.M. Transfert du <sup>45</sup>Ca par autoradiographie en microscopie életronique au cours de l'amélogénèse. Calc. Tiss. Res. 19: 211 - 21, 1975.
- 52 - NASCIMENTO, A. Estudo macroscópico e microscópico do periodnto de sustentação de peixes do gênero Leporinus (Piavas). Piracicaba, 1965. [Tese (Doutoramento). FOP.]
- 53 - NOBLE, H.W. The evolution of the mammalian periodontium. In: MELCHER, A.H. & BOWEN, W.H., eds. Biology of the periodontium. London, Academic press, 1969.



- 54 - ORVIG, T. Phylogeny of tooth tissues: Evolution of some calcified tissues in early vertebrates. In: MILES, A.E.W., ed. Structural and chemical organization of teeth. New York, Academic press, 1967. v.1., p. 45-110.
- 55 - OWEN, R. Teeth of fishes. In: On anatomy of vertebrates. London, Longmans Green, 1868. v. 1, p. 368-85.
- 56 - PAIVA, M.P. Crescimento, alimentação e reprodução da traíra - Hoplias malabaricus (Bloch), no nordeste brasileiro, 1974. [(Tese Doutorado) Inst. Biociencias USP.]
- 57 - PEYER, B. Zahne und gebiss. Handb. vgl. Anat., 3: 49-114, 1937, Berlin u. Wien. Apud SCHMIDT & KEIL, op. cit.ref. 71.
- 58 - PINCHER, Ch. A study of fishes. London, Herbert Jenkins, 1947. p. 139. Apud NASCIMENTO, A., op. cit. ref. 52.
- 59 - POOLE, D.F.G. Phylogeny of tooth tissues: Enameloid and enamel in recent vertebrates, with a note a the history of cementum. In: MILES, A.E.W., ed. Structural and chemical organization of teeth. New York, Academic press 1967. v.1, p. 111-49.
- 60 - REITH, E.J. The ultrastructure of ameloblasts during matrix formation and the maturation of enamel. J. biophys. biochem. Cytol., 9: 825-39, 1961.
- 61 - \_\_\_\_\_ Ultrastructre of ameloblasts during early stages of maturation of enamel. J. Cell. biol., 18: 691-6, 1963.
- 62 - ROSE, C. Ueber zahnentwicklung der fische. Anat. Anz., 2: 653-62, 1894.
- 63 - ROTT, L.L. Zur vergleichenden histologie der zahnhartsubstangen. Z. Zellforsch. mikrosk. Anat., 33: 374-88, 1945.
- 64 - SASSO, W.S.; SOUZA SANTOS, H.; SERRA, O. DELLA. Observações sobre as estruturas mineralizadas do dente de cação, do gênero "Odontaspis" (Selachii, Pisces), Rev. Bras. Biol., 21: 79-95, 1961a.
- 65 - \_\_\_\_\_ & SOUZA SANTOS, H. Electron microscopy of enamel and dentin of teeth of the Odontaspis (Selachii). J. dent. Res., 40: 49-55, 1961b.

- 66 - SCHMIDT, W.J. Polarisationsoptische untersuchung schmelz  
zartiger außenschichten des zahnbeines von fischen.  
II - Das porzellan artige dentin (Durodentin) der  
Selachier. Z.Zellforsch. mikrosk. Anat., 30: 235-72.  
Apud SCHMIDT & KEIL, op. cit. ref. 71.
- 67 - \_\_\_\_\_ Polarisationsoptische untersuchung schmelz  
zartiger aussenschichten des zahnbeins von fischen.  
III - Das durodentin von Myliobatis. Z. Zellforsch.  
mikrosk. Anat., 34: 165-78, 1947.
- 68 - \_\_\_\_\_ Einige neuere erkenntnisse au den  
zahnsubstanzen. Dt. zahnärzte Z., 4: 913-24, 1949.
- 69 - \_\_\_\_\_ Über bau und entwicklung der zahne des  
knochenfisches Anarrhichas lupus (L.) und Ihren Befall  
mit. "Mycelites ossifragus". Z. Zellforsch. mikrosk.  
Anat., 40: 25-48, 1959.
- 70 - \_\_\_\_\_ Faserung und durodentin metaplasie bei  
fischzähnen. Anat. Anz., 105: 349-59, 1958.
- 71 - \_\_\_\_\_ & KEIL, A. Polarizing microscopy of dental tissues.  
Oxford, Pergamon press, 1971. p. 584.
- 72 - SEWERTZOFF, A.N. Studies on the bony skull of fishes.  
Quart. J. micr. Sci., 70: 451-540, 1926.
- 73 - SHELLIS, R.P. & MILES, A.E.W. Autoradiographic study of  
the formation of enameloid and dentine matrices in  
teleost fishes using tritiated amino acids. Proc. R.  
Soc. London, 185: 51-72, 1974.
- 74 - SMITH, M.M. & MILES, A.E.W. The ultrastructure of  
odontogenesis in larval and adult urodeles; Differentia  
tion of the dental epithelial cells. Z. Zellforsch.  
mikrosk. Anat., 121: 470-98, 1971.
- 75 - SOULE, J.D. Tooth attachment by means of a periodontium in  
the trigger-fish (Balistidae). J. Morph., 127: 1-6, 1969.
- 76 - TEN CATE, A.R.; MELCHER, A.H.; PUDY, G.; WAGNER, D. The  
non-fibrous nature of the von Korff fibers in developing  
dentine. A light and electron microscopic study.  
Anat. Rec., 168: 491-524, 1970.

- 77 - THOMASSET, J.J. Un caractère distinctif des dents de squales. C.R.Soc.Geol., 1926: 114-5, 1926a.
- 78 - \_\_\_\_\_ Sur la structure des dents de Lepidotus. C.R.Soc.Geol., 1926: 123-4, 1926b.
- 79 - \_\_\_\_\_ Essai de classification des variétés de dentine chez les Poissons. C.R.Acad.Sci., 187: 1075-6, 1928.
- 80 - \_\_\_\_\_ Recherches sur les tissus dentaires des Poissons fossiles. Arch. Anat. micr., 11: 6-153, 1930.
- 81 - TOMES, C.S. Manual of dental anatomy human and comparative. London, 1876. Apud LISON, op. cit. ref. 40.
- 82 - \_\_\_\_\_ On the development of marsupial and other tubular enamels, with notes upon the development of enamel in general. Phil. Trans. A., 189: 107-22, 1897. Apud LISON, op. cit. ref. 40.
- 83 - \_\_\_\_\_ Upon the development of the enamel in certain osseous fish. Phil. Trans. Roy. Soc. London, 193: 35-46, 1900. Apud MOSS, et alii, op. cit. ref. 47.
- 84 - VALDRIGHI, L. & VIZIOLI, M.R. Estudo macroscópico e microscópico do periodonto do dente do "Salminus brevidens" (dourado). Bol. Fac. Farm. Odont. Piracicaba, 2: 10-7, 1966.
- 85 - VIDAL, B.C. Qualitative und quantitative interferometrische untersuchung des menschlichen dentins. Acta anat., 78: 32-9, 1971.
- 86 - VIDAL, B.C. & VIZIOLI, M.R. Estudo macroscópico e microscópico do dente de "Tetragonopterus rutilus" - Jenys (lambari). Rev. Biol. Oral, 1: 44-58, 1963.
- 87 - VIZIOLI, M.R. & ABE, A. Dente do "Myeletes edulis" (pacu-guaçu). Anatomia e Histologia. Rev. Biol. Oral, 2: 49-61, 1964.
- 88 - \_\_\_\_\_ & VALDRIGHI, L. Estudo macroscópico e microscópico do dente do "Salminus brevidens" (dourado). Bol. Fac. Farm. Odont. Piracicaba, 2: 19-33, 1966.

- 89 - von EBNER, E. Uber die entwicklung der leimgebenden fibrillen, insbesondere im zahnbein. Sitz. d. Wiener Akad. Math. Naturw., 115: 281-346, 1906. Apud ERAUSQUIN, J. Histologia dentária humana. Buenos Aires, Progrental 1953.
- 90 - WEIDENREICH, F. Ueber den bau und die entwicklung des zahnbeins in der reihe der wirbeltiere. (Knochenstudien IV Teil). Zeitschr. f. Anat., 76: 218-60, 1925. Apud MOSS, op. cit. ref. 46.
- 91 - \_\_\_\_\_ Uber den schmelz der wirbeltiere und seine beziehungen zum zahnbein (Knochenstudien V. Teil). Z. Anat., 79: 292-351, 1926. Apud SCHMIDT & KEIL, op. cit. ref. 71.
- 92 - WIDDOWSON, T.W. Special or dental anatomy and physiology and dental histology. 7 ed. London, Staples press, 1952. v. 2.