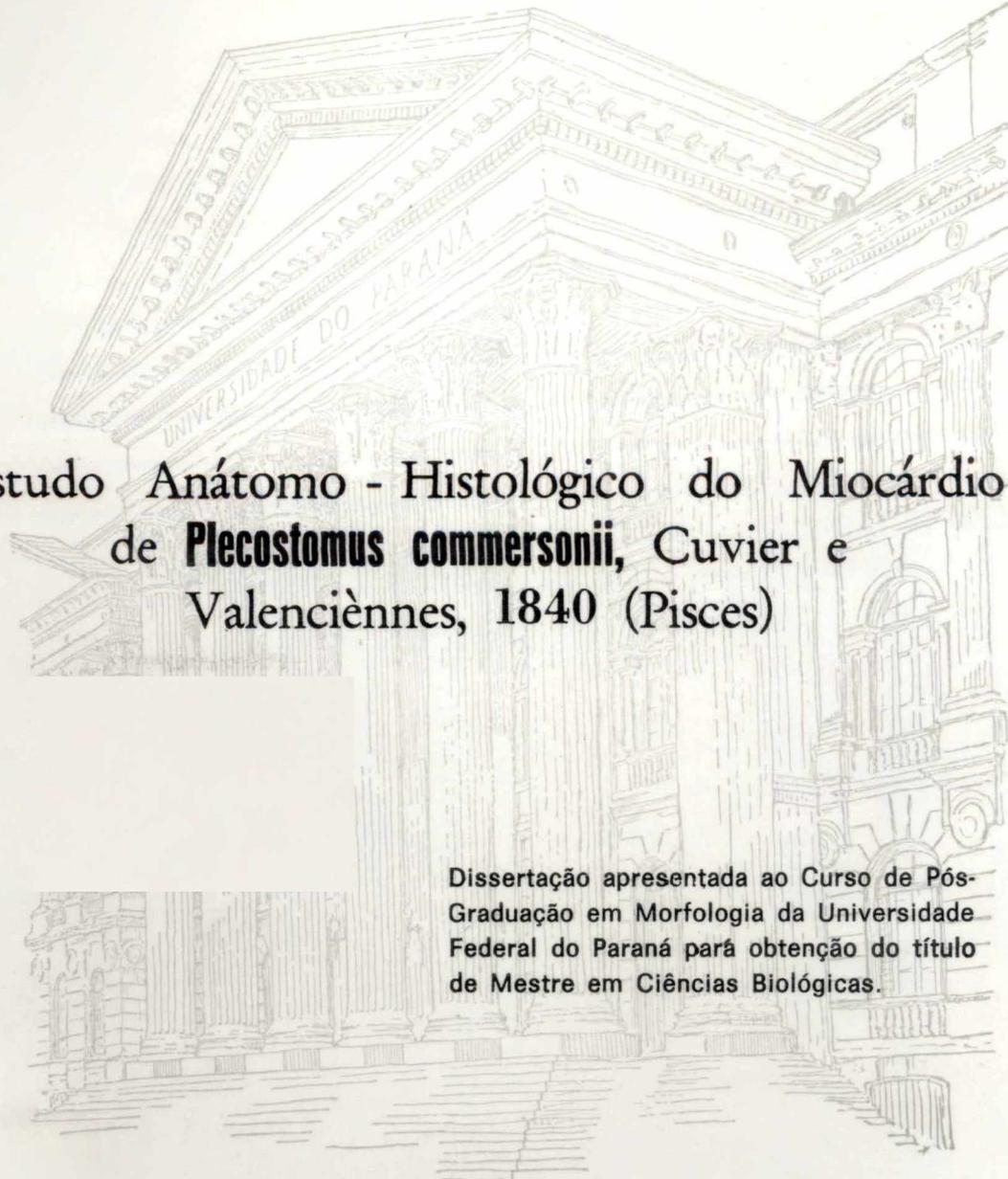


PABLINA CABALLERO DE RECHE GARCIA



Estudo Anátomo - Histológico do Miocárdio
de **Plecostomus commersonii**, Cuvier e
Valenciènnnes, 1840 (Pisces)

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-
Graduação em Morfologia da Universidade
Federal do Paraná para obtenção do título
de Mestre em Ciências Biológicas.

CURITIBA
1988

PABLINA CABALLERO DE RECHE GARCIA

Estudo Anátomo - Histológico do Miocárdio
de **Plecostomus commersonii**, Cuvier e
Valenciennes, 1840 (Pisces)

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-
Graduação em Morfologia da Universidade
Federal do Paraná para obtenção do título
de Mestre em Ciências Biológicas.

CURITIBA
1988

ORIENTADOR:

Prof. Dr. Waldemiro Gremski

CO-ORIENTADORA:

Prof^a. Marilene Terezinha D.
Gonçalves

À Profª MARILENE TEREZINHA D.
GONÇALVES, exemplo de amor e
dedicação à Universidade, a quem
devemos a iniciação na docência
e pesquisa, nossa gratidão
perene e sincera.

Ao Prof. WALDEMIRO GREMSKI, pela valiosa orientação científica, sugestões, apoio e amizade que contribuíram irrestrictamente para a elaboração deste trabalho.

Ao JUAN, pelo incentivo e
compreensão durante a
realização do curso.

AGRADECIMENTOS

À Prof^a Maria Celia Jamur, coordenadora do curso, pelo apoio, cordialidade e compreensão.

À minha mãe, irmãos e sobrinhos, pelo incentivo e dedicação durante todas as fases dos meus estudos.

Aos colegas de turma, pelo companherismo, ajuda e agradável relacionamento humano durante o curso.

As colegas e amigas Dorly Bucchi e Maria Ligia Franco Guedes, pelo apoio e incentivo constante.

À Prof^a e amiga Maria Eugenia Lopata, pela confecção dos desenhos ilustrativos.

Ao Prof. Albino Morimasa Sakakibara e Sr. Antonio Manuel Rodriguez, pela documentação fotográfica.

As Sr^{as} Lucilia Eulalia Bass, Matilde M. de Oliveira e Sr. Rubens Simões Gayer, pela colaboração prestada.

Ao Sr Roberto Sprengel, que gentilmente nos cedeu os espécimes utilizados neste trabalho.

Aos Profs. Robin Mario Hoffmeister, Vânia Beatriz V. de Souza e Daura Regina de Brito Eiras, do Centro de Microscopia

Eletrônica da Universidade Federal do Paraná, que sempre se dispuseram a auxiliar no desenvolvimento deste trabalho.

As bibliotecárias do Setor de Ciências Biológicas, pelo auxílio no setor de bibliografia.

A CAPES - Coordenação para aperfeiçoamento de pessoal de Nível superior pela concessão de bolsa de estudo.

Ao CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pelo apoio financeiro ao projeto do orientador deste trabalho, possibilitando assim a sua realização. (Processo Nº 407767/85-BM e 407119/86-BM).

Aos professores do curso de Pós-graduação em Morfologia, pelo aprendizado que nos proporcionaram.

A Universidade Federal do Paraná, funcionários e amigos do Departamento de Ciências Morfológicas e a todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para que este trabalho se tornasse realidade.

SUMÁRIO

	<u>LISTA DE ILUSTRAÇÕES</u>	x
	<u>RESUMO</u>	xii
I	- <u>INTRODUÇÃO</u>	1
II	- <u>REVISÃO DA LITERATURA</u>	3
III	- <u>MATERIAL E MÉTODOS</u>	8
IV	- <u>RESULTADOS</u>	11
	<u>ANATOMIA</u>	11
	Bulbo arterial.....	11
	Ventrículo.....	12
	Átrio.....	12
	<u>HISTOLOGIA</u>	13
	Bulbo arterial	13
	Ventrículo	13
	Átrio.....	15
	<u>MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA</u>	16
	Bulbo arterial	16
	Ventrículo.....	16
	Átrio	17
V	- <u>ILUSTRAÇÕES</u>	18
Vi	- <u>DISCUSSÃO</u>	39
	<u>ANATOMIA</u>	39
	Bulbo arterial	40
	Ventrículo	42
	Átrio.....	43
		45
		45

	<u>HISTOLOGIA</u>	45
	Bulbo arterial.....	45
	Ventrículo.....	46
	Átrio.....	49
	<u>ULTRAESTRUTURA</u>	51
VII	- <u>CONCLUSÕES</u>	53
III	- <u>SUMMARY</u>	54
X	- <u>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u>	55

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA		PÁGINA
01	Vista externa de Plecostomus commersonii	19
02	Coração de Plecostomus commersonii	20
03	Aspecto anatômico do coração de Plecostomus commersonii	21
04	Coração de Plecostomus commersonii . Presença de bulbo arterial (B) com trabéculas (T), ventrículo (V) e átrio (A)	21
05	Válvulas ventrículo-bulbares (VB) e átrio-ventriculares (AV)	22
06	Ventrículo (V) e átrio (A)	22
07	Corte transversal do bulbo arterial	23
08	Corte transversal do ventrículo	24
09	Ventrículo. Corte longitudinal	25
10	Região de passagem bulbo-ventricular	26
11	Átrio. Corte longitudinal	27
12	Bulbo arterial	28
13	Bulbo arterial	29
14	Bulbo arterial	30
15	Ventrículo	31
16	Ventrículo	32
17	Ventrículo	33
18	Ventrículo	34
19	Ventrículo	35

FIGURA		PÁGINA
20	Válvula ventrículo-bulbar	36
21	Átrio	37
22	Válvulas átrio-ventriculares (VAV)	38

RESUMO

No presente trabalho estudou-se o coração de **Plecostomus commersonii** CUVIER E VALENCIÈNNES, 1840 (PISCES), sob o aspecto anatômico, histológico e ultraestrutural de varredura.

Anátomo-estruturalmente o sistema propulsor do sangue de **Plecostomus commersonii** apresenta-se constituído por três câmaras: bulbo arterial, ventrículo e átrio. Não foi observado o seio venoso.

O bulbo arterial não possui estrutura muscular, sendo sua parede formada por tecido conjuntivo elástico, cujas fibras dispõem-se em vários planos formando três camadas. Na cortical, abaixo do tecido conjuntivo, dispõem-se paralelas ao maior eixo; na mediana são perpendiculares e na interna novamente estão dispostas paralelas ao eixo maior do órgão.

Não há válvulas entre o bulbo e a aorta.

O ventrículo é o que possui paredes mais desenvolvidas, quando comparado com as outras duas câmaras. Apresenta uma cavidade central revestida por uma parede espessa, com numerosas fossetas, originando a camada esponjosa. Revestindo-a, há uma camada cortical ou compacta que é envolta por um tecido conjuntivo e externamente nota-se um epitélio formado por células pavimentosas. As fibras musculares apresentam estrias e esporadicamente discos intercalares.

O átrio apresenta-se externamente de contorno irregular. Possui cinco lóbulos sendo, histologicamente, sua parede constituída por um epicárdio muito delgado, revestido por uma única camada de células bem achatadas. O miocárdio é formado

por trabéculas pouco desenvolvidas, que conferem à parede miocardial grandes espaços que confluem para uma grande cavidade central. A câmara possui só uma camada - a esponjosa. As células musculares cardíacas apresentam estriações transversais nítidas, ramificações, anastomoses e discos intercalares.

O órgão possui duas válvulas átrio-ventriculares em forma de concha e duas ventrículo-bulbares com o formato de dobras.

I - INTRODUÇÃO

Embora o tecido muscular em geral seja objeto da atenção de muitos pesquisadores, em relação à musculatura dos peixes, e em especial àquela que forma o seu órgão propulsor de sangue, ainda existem muitas questões aguardando resposta, tanto sob o ponto de vista anatômico como estrutural e ultra-estrutural. Além disso, os peixes em geral são dotados de pressão baixa e circulação lenta, o que origina uma situação especial para o tecido muscular do coração, indo necessariamente afetar o tipo de fibra predominante, organização miofibrilar, sistema energético, citofisiologia da fibra, etc. Como pode-se depreender, trata-se de padrões de funcionamento que terão como resultado, características estruturais e ultra-estruturais diversas daquelas exibidas pelas fibras musculares dos vertebrados mais superiores. E a procura de respostas que satisfaçam esses questionamentos é uma etapa fundamental para o estabelecimento de uma compreensão filogenética mais acurada dos vertebrados, desde que os peixes constituem-se nos primeiros vertebrados surgidos na terra.

Além disso, **Plecostomus commersonii**, vulgarmente denominado "cascudo", escolhido como objeto do presente estudo, apresenta-se como um peixe que fornece abundante quantidade de carne de excelente qualidade. Sua cultura no entanto, é pouco incentivada, sendo raros os dados referentes à sua constituição anatômica.

O presente trabalho tem por objetivo contribuir para o conhecimento anatômico e histológico do coração deste animal, o

qual, em virtude do seu hábito sedentário de vida e do seu tipo alimentar, certamente deve exibir um órgão propulsor com características estruturais peculiares.

II - REVISÃO DA LITERATURA

A bibliografia referente à anatomia e histologia das câmaras que constituem o coração de peixe é escassa, como se verá a seguir.

GEGENBAUR (1866), estudando a anatomia do coração de teleósteos e ganóides, observou nestes últimos e em um número limitado de teleósteos, duas regiões topograficamente bem distintas, a cranial e caudal, entre o ventrículo e o tronco arterial e denominadas respectivamente, bulbo arterial e cone arterial, este último também denominado **bulbus cordis**.

McWILLIAM (1885), pesquisando sob o ponto de vista histofisiológico o coração de alguns teleósteos, entre eles o salmão, o bacalhau e a enguia, chamou a atenção para a variação no tipo de fibra muscular, de acordo com a região do órgão.

SENIOR (1907), investigando a anatomia do coração de **Tarpon atlanticus**, notou a presença do cone arterial, enfatizando o número e a disposição das válvulas aí presentes. Menciona também vários aspectos anatômicos do ventrículo e átrio.

DANFORTH (1912), pesquisou a anatomia do coração e o sistema arterial do ganóide *Polyodon*, no qual observou um cone arterial bem desenvolvido. Relata o aspecto, localização e número de válvulas do cone e das outras câmaras constituintes do coração.

SMITH (1919), estudou a anatomia interna do coração de várias espécies de teleósteos, relacionando o desaparecimento do cone arterial com a fisiologia do órgão.

PARSON (1929) desenvolveu um minucioso trabalho sobre o cone arterial, descrevendo seu desenvolvimento, aspecto e número de válvulas em várias classes de peixes, inclusive teleósteos.

AZEVEDO (1938), estudando **Plecostomus plecostomus**, fez uma rápida descrição sobre seu hábitat, hábito alimentar e anatomia interna. Este mesmo autor apresenta de modo claro a evolução do coração e do sistema circulatório na espécie por ele descrita.

MOTT (1950), pesquisando o sistema vascular sanguíneo de **Anguilla anguilla**, faz uma breve referência à anatomia do coração dessa espécie.

PRAKASH (1953) descreve a estrutura e o sistema condutor do coração de **Heteropneustes fossilis**.

THOMAS trabalhou com **Clarias magur** (1963), **Ophiocephalus striatus** (1967) e **Anabas testudineus** (1976). O autor fez um estudo sobre a anatomia interna e externa do coração de **Clarias magur** e **Anabas testudineus**. Com relação à **Ophiocephalus striatus**, a sua pesquisa visou determinar o número e forma das válvulas cardíacas.

SRIVASTAVA (1965 e 1966) investigou a anatomia e fisiologia do coração de **Clarias batrachus** (Linn.) bem como a anatomia cardíaca de **Labeo calbasu** (Ham.), **Punctius sarana** e **Oxygaster gora**.

AGRAWAL e DALELA (1966), investigando o coração de **Macrornathus aculestus**, concluíram que o seu cone arterial fora substituído por uma aorta bulbar elástica.

MAHESHWARI (1966), pesquisando a anatomia do coração da enguia **Mastacembelus armatus** (Lacep.), determinou o número de válvulas presentes em cada câmara do coração.

SAXENA e BAKHSI (1966) fizeram um estudo comparativo entre duas espécies de teleósteos de água doce (**Garra mullya** e

Schizothorax niger) e relacionaram a diminuição do seio venoso com a condição do meio ambiente.

SING (1967), fazendo um estudo anatômico comparativo entre o coração de duas espécies de teleósteos (**Channa punctatus** e **Amphipnous cuchia**), determinou o número de válvulas presentes.

SAHAI e CHAWLA (1970), estudaram a anatomia e histologia do coração do ciprinóide **Puntius ticto** (Ham.), estabelecendo o número de válvulas nas diferentes câmaras do coração.

OSTADAL e SCHIEBLER (1971), estudando minuciosamente o arranjo e o suprimento sanguíneo do músculo cardíaco em várias espécies de ciclóstomos, elasmobrânquios e teleósteos concluíram que as diferenças entre estruturas e suprimento sanguíneo nas diferentes espécies de peixes estão mais relacionadas ao peso do coração e do corpo do que com a posição filogenética dos mesmos.

BASS et al. (1973), investigando o ventrículo do teleósteo **Cyprinus carpio** e da tartaruga **Testudo horsfieldi**, chamam a atenção para diferenças histoquímicas entre as camadas compacta e esponjosa, correlacionando-as com a fisiologia do órgão.

LICHT e HARRIS (1973), utilizando métodos histológicos, histoquímicos e outras técnicas apropriadas, descrevem a estrutura, composição e propriedades elásticas do bulbo arterial da carpa **Cyprinus carpio** comparando-o com os mamíferos.

CHATURVEDI (1974) estudou a anatomia interna do coração de **Rita rita**, determinando o número de válvulas que o mesmo apresenta.

MUNSHI e MISHRA (1974), pesquisando a anatomia do coração de **Amphipnous cuchia** (Ham.) chama a atenção para a localização do mesmo, que no caso deste peixe situa-se longe das guelras, relacionando este fato com a forma do corpo.

Internamente observou que o seio venoso é parcialmente dividido em duas câmaras por uma elevação mediana.

SYBERS e ASHRAF (1974), utilizando técnica de criofratura e microscopia eletrônica de varredura, verificaram a relação existente entre as organelas intracelulares no músculo cardíaco de cão. Demonstraram a existência de comunicação entre mitocôndria, retículo sarcoplasmático e o envelope nuclear, sugerindo a presença de uma comunicação direta entre mitocôndria e núcleo para o transporte de ATP e talvez de outras substâncias. Os mesmos pesquisadores, em 1975, estudaram as alterações ultraestruturais após isquemia miocárdial em ratos e compararam os resultados obtidos através da microscopia eletrônica de varredura com os de transmissão.

KUMAR, (1974) determinou a presença de um funil sino-atrial no coração de **Labeo rohita** que funciona como um sistema de controle de pressão do sangue no coração.

LEMANSKI et al. (1975), fizeram um minucioso estudo ultra-estrutural do coração do pequeno teleósteo **Oryzias latipes**, fazendo rápida referência à anatomia e histologia do órgão.

PRIEDE (1976) descreveu a morfologia funcional do bulbo arterial da truta **Salmo gairdneri**.

CIMINI et al. (1977), trabalhando com miocárdio ventricular de dois elasmobrânquios (**Scyliorhinus canicula** e **Alopias vulpinus**) e dois teleósteos (**Xiphias gladius** e **Thunnus thynnus**) descrevem diferenças estruturais entre os mesmos e as relacionam com a fisiologia do órgão.

MISHRA et al. (1978), pesquisaram a organização estrutural do coração, da aorta ventral e dorsal de **Amphipnous cuchia** e correlacionaram a histoquímica com a fisiologia do órgão.

KLITGAARD (1979), estudando a anatomia e histologia do

coração do peixe pulmonado **Neoceratodus forsteri** (Kreffft), observou a falta do septo horizontal na parte distal do bulbo.

MYKLEBUST, DALEN e SAETERSDAL (1980), fizeram um estudo comparativo com o miocárdio ventricular de pombos, utilizando o microscópio eletrônico de transmissão e de varredura.

SANTER e WALKER (1980), realizaram uma minuciosa investigação, utilizando inclusive a microscopia eletrônica de varredura, sobre a estrutura do miocárdio ventricular de 93 espécies de teleósteos e 14 espécies de elasmobrânquios.

TOTA et al. (1983), fizeram um estudo comparativo entre o miocárdio ventricular de elasmobrânquios e teleósteos.

DALEN et al. (1983), estudaram a ultra-estrutura de células miocárdias criofraturadas e a relação entre mitocôndria e retículo sarcoplasmático.

MIDTTUN (1983), pesquisando o miocárdio ventricular de **Esox lucius**, observou através de estudo ultra-estrutural, uma pequena quantidade de tecido conjuntivo separando a camada compacta da esponjosa.

KITOH e OGURI (1984), estudaram o desenvolvimento embrionário da camada compacta do coração da truta, **Salmo gairdneri**.

LEKNES (1985), pesquisando o coração e a aorta ventral de um teleósteo, com auxílio da microscopia eletrônica de varredura, observou que a parede muscular do átrio e ventrículo é totalmente dividida em trabéculas.

WALKER et al. (1985), em estudo histológico e histoquímico das câmaras cardíacas de 29 espécies de teleósteos, chamam a atenção para as camadas compacta e esponjosa do miocárdio, relacionando-as com a fisiologia do órgão.

III - MATERIAL E MÉTODOS

Na realização do presente trabalho, foram utilizados 40 animais adultos, de ambos os sexos, da espécie **Plecostomus commersonii**, (Fig.01) capturados no rio Capivarí, município de Campina Grande do Sul, Paraná, a 60 Km de Curitiba e a uma altitude de 845 metros. Os peixes foram transportados em sacos plásticos contendo água e oxigênio para o laboratório do Departamento de Ciências Morfológicas da UFPR, onde eram mantidos em tanque apropriado à temperatura ambiente, com a água sendo oxigenada continuamente.

Os espécimes, antes de se efetuar a exposição dos órgãos de interesse, eram anestesiados colocando-se éter sulfúrico em contacto com suas brânquias, por um período que variou de 15 a 20 minutos, no interior de uma câmara fechada.

Para o estudo anatômico o animal era colocado em decúbito dorsal e, por meio de uma incisão mediana, era efetuada a exposição do coração. Após retirado o pericárdio, empregou-se uma solução de NaCl a 0,7% para retardar a morte do animal e conseqüentemente manter o batimento cardíaco. Esse procedimento facilitava a identificação das três câmaras do coração. Como algumas regiões do mesmo são muito delicadas, passíveis de rompimento ao serem retiradas, os exemplares, estando o órgão completamente exposto, foram mergulhados em formol à 10% por três a cinco dias.

A seguir, o coração era cuidadosamente removido e imerso em uma solução de formol a 10% onde permanecia por um período adicional de um a três dias.

O material assim fixado permitiu a observação dos seguintes aspectos anatômicos: forma e aspecto das câmaras, número e disposição das válvulas, disposição e orientação das fibras musculares e disposição e orientação das trabéculas. Todas essas observações foram efetuadas utilizando-se uma lupa PZO Warszawa 20061.

Para a obtenção dos resultados histológicos, foram aplicados métodos rotineiros. O coração, em presença da solução fisiológica citada anteriormente, era cuidadosamente retirado e imediatamente imerso em formol salino a 10%. Inicialmente todo o órgão foi ali mantido por um período de 30 minutos, para um prévio endurecimento, facilitando assim a obtenção de amostras das partes constituintes do mesmo. As peças assim obtidas, com dimensões aproximadas de 5 mm X 5 mm, foram a seguir fixadas na solução fixadora supracitada por um período de 54 horas. Na sequência, procedeu-se à desidratação das amostras em séries crescentes de álcool, diafanização em benzol e inclusão em parafina. Cortes longitudinais e transversais foram obtidos em micrótomo tipo Minot, com espessura média de 5 a 7 μ m.

As colorações empregadas foram Hematoxilina-Eosina, Mallory, Gomori, Orceína e Weighert, e a montagem foi efetuada com bálsamo do Canadá.

Para a análise ultra-estrutural de varredura, imediatamente após a dissecação do animal, o coração foi rapidamente retirado e suas câmaras isoladas. Amostras foram obtidas de cada uma delas, dispostas em placa de Petri, sobre as quais gotejou-se aldeído glutárico, enquanto eram recortadas em porções menores.

A fixação foi feita em aldeído glutárico a 2%, em tampão cacodilato 0,15 M à pH 7,2 durante 24 horas. Posteriormente as amostras foram lavadas em uma solução de tampão cacodilato 0,15 M durante 15 minutos. A desidratação foi feita passando-se inicialmente o material em uma série crescente de álcoois,

aplicando-se a seguir o ponto crítico. Após metalizado com ouro e secado em estufa a 37°C por aproximadamente 15 minutos as amostras foram observadas e fotografadas no microscópio eletrônico de varredura Phillips SE - 505 do Centro de microscopia eletrônica da UFPR.

IV - RESULTADOS

ANATOMIA

O coração de **Plecostomus commersonii** encontra-se disposto dorsalmente no interior da cavidade torácica, a qual constitui-se num invólucro cuja forma adapta-se perfeitamente ao órgão. Revestida por uma membrana pericardial, esta cavidade acha-se formada por um material bastante resistente que permite a passagem da aorta ventral na porção anterior, enquanto na sua parte posterior encontra-se ocluída pela membrana pericárdica, que nesta região apresenta coloração escura.

Anátomo-estruturalmente o sistema propulsor de sangue de **Plecostomus comersonii** apresenta-se constituído por três câmaras, descritas a seguir: bulbo arterial, ventrículo e átrio.

Bulbo arterial

Situado na porção anterior, apresenta-se abaulado (Fig. 02 e 03) e com uma coloração branca; sua porção anterior é afilada e continua-se com a aorta ventral que posteriormente se ramifica formando os arcos aórticos que penetram nas brânquias. Nesta transição não há válvulas ou qualquer elemento que marque a passagem entre as duas estruturas. A porção posterior do bulbo, muito dilatada, apresenta uma sensível constrição no ponto de contato com o ventrículo onde se observam duas válvulas bastante desenvolvidas denominadas válvulas ventrículo-bulbares (Fig. 05, 10 e 20).

Internamente a parede do bulbo possui rugas ou trabéculas dispostas longitudinalmente (Fig. 04).

Ventrículo

É de cor vermelho-escura e forma irregular, aproximadamente trapezoide (Figs. 03 e 15). Na sua porção ventral, em direção ao átrio, apresenta um sensível declive o qual determina que a região mediana torne-se mais elevada. Na porção dorsal mostra-se achatado, provavelmente por estar repousando na cavidade pericardial.

Das três câmaras que constituem o coração, o ventrículo é o que possui paredes mais desenvolvidas. Apresenta uma cavidade central revestida por uma parede espessa, com numerosas fossetas (Fig. 06) o que lhe confere um aspecto esponjoso.

Átrio

Sua parede exibe um aspecto extremamente delicado, sendo constituída por feixes de fibras musculares entrecruzadas (Fig. 06), originando um aspecto geral reticulado. Tais fibras revestem uma cavidade central muito pronunciada, maior que a observada no ventrículo.

Duas válvulas bem desenvolvidas limitam o contato entre o átrio e o ventrículo, denominadas átrio-ventriculares (Fig. 05). Observando-se externamente, essa câmara exibe 05 lóbulos (Fig. 02).

Na região posterior do coração não foi observada a quarta câmara denominada na literatura como seio venoso. Nota-se com nitidez, que a veia hepática e os ductos de Cuvier abrem-se dentro do átrio.

Cortes longitudinais ao longo da mesma permitem a constatação da ausência de válvulas nessa região.

HISTOLOGIA

Bulbo arterial

Externamente apresenta-se revestido por um epitélio simples pavimentoso, abaixo do qual encontra-se um tecido conjuntivo frouxo, bastante vascularizado, onde pode-se perceber a presença de vasos, seguindo-se um tecido conjuntivo denso, rico em fibras colágenas. A região anterior do bulbo apresenta uma constrição, onde se observa internamente uma dobra formada por grande quantidade de fibras colágenas constituindo um tecido conjuntivo mais denso nesta região.

A parede propriamente dita do bulbo é formada por tecido conjuntivo elástico, cujas fibras dispõem-se em vários planos formando aparentemente três camadas. Na cortical, logo abaixo do tecido conjuntivo, dispõem-se paralelas ao eixo maior; na mediana são perpendiculares e na interna novamente estão dispostas paralelas ao eixo maior (Fig. 07). A parede do bulbo é pobremente vascularizada. Não foi observada válvula entre o bulbo e a aorta.

Ventrículo

O ventrículo de *Plecostomus commersonii* apresenta externamente um epitélio formado por células pavimentosas, o que torna essa camada muito delgada. Subjacente a esta, nota-se um tecido conjuntivo frouxo, de espessura variável, mais desenvolvido na região anterior e posterior que na mediana. Além disso é muito vascularizado e na maior parte da sua extensão é rico em células adiposas de grandes dimensões.

Na sua porção mais externa, o miocárdio ventricular mostra-se constituído por fibras musculares estriadas formando feixes com uma orientação perpendicular às fibras da camada mais interna. Tais feixes estão separados por um tecido conjuntivo frouxo de espessura muito reduzida (Figs. 08). Essa região miocardial é denominada camada compacta. A camada muscular a seguir apresenta suas fibras dispostas em vários planos, separadas por quantidade moderada de tecido conjuntivo bastante vascularizado, formando espaços que conferem a esta região um aspecto esponjoso (Fig. 09).

Em virtude da espessura do miocárdio, o ventrículo apresenta, na sua região central, uma cavidade de diâmetro reduzido.

As fibras musculares cardíacas apresentam núcleos alongados, claros e com cromatina frouxa e nucleólo evidente. A posição do núcleo é variável, ora aparecendo central ora perifericamente, embora perceba-se uma tendência de se localizarem mais no centro das fibras. Estas são de pequeno diâmetro e ao longo do seu percurso ramificam-se e anastomosam-se de forma semelhante como ocorre com os mamíferos (Fig. 09). Apresentam estrias típicas e bastante evidentes, notando-se esporadicamente a presença dos discos intercalares (Fig. 09), cuja frequência poderia ser maior não fosse a disposição das fibras musculares em feixes, formando trabéculas, as quais se entrelaçam, conferindo um aspecto característico à parede do miocárdio ventricular (Fig. 08). A válvula ventriculo-bulbar está formada por tecido conjuntivo rico em fibras colágenas (Fig. 10). Na região entre o ventrículo e o bulbo, tais fibras dispõem-se de maneira mais desordenada originando dobras. Nesse local nota-se também que as fibras musculares ligam-se às fibras colágenas. Continuando a observação em direção ao bulbo, percebe-se que as fibras colágenas estão dispostas mais paralelas umas às outras,

aparecendo como um típico conjuntivo modelado.

Átrio

A delicada textura apresentada pelo átrio deve-se às características da sua parede (Fig. 11). Essa consta de um epicárdio muito delgado, constituído por uma fina camada de tecido conjuntivo frouxo, pobremente vascularizado, recoberto por uma única camada de células bem achatadas. Este epicárdio envolve um miocárdio formado por trabéculas pouco desenvolvidas, as quais formam na parede miocardial grandes espaços que confluem para uma grande cavidade central.

As células musculares cardíacas do miocárdio atrial apresentam as mesmas características morfológicas observadas naquelas que constituem o miocárdio ventricular, ou seja, estriações transversais nítidas, ramificações, anastomoses e discos intercalares de visualização difícil.

A observação do corte longitudinal do átrio, mostra na sua porção caudal a abertura da veia hepática, a qual veio confirmar a observação anatômica relativa à ausência de um seio venoso como uma câmara separada. Percebe-se nitidamente nessa região a continuidade da estrutura histológica, visível na porção anterior do átrio, bem como a ausência de válvulas

A válvula átrio-ventricular é formada por um tecido conjuntivo frouxo, o qual é ligado às fibras musculares cardíacas. Trata-se de um tecido conjuntivo de vascularização média, onde podem ser observados vasos sanguíneos, assim como outras células próprias deste local: fibroblastos, plasmócitos, macrófagos.

MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA

Bulbo arterial

Através da Microscopia Eletrônica de Varredura, pode-se perceber que o bulbo arterial apresenta a sua região posterior dilatada, enquanto que a anterior é afilada (Figs. 12 e 13).

A grossa parede bulbar está constituída por feixes de fibras elásticas com diferentes orientações. Nas Figs. 12 e 13, observa-se de fora para dentro, fibras perpendicularers, oblíquas e paralelas ao maior eixo. Os feixes de fibras elásticas são de grande diâmetro e dispõem-se paralelamente entre si. Na superfície de cada feixe pode-se notar fileiras de fibroblastos (Fig. 14). Além disso na superfície aparecem células esferoidais. No ponto de ligação do bulbo com a aorta não há ocorrência de válvulas (Fig. 13).

Ventrículo

O ventrículo de *Plecostomus commersonii* tem uma forma aproximadamente trapezóide. O miocárdio mostra estar formado por duas camadas: uma delas apresenta-se compacta e de espessura não uniforme e a outra, ocupando a maior parte do órgão, constitui uma camada esponjosa (Figs. 15 e 16). Pode-se perceber que a camada esponjosa apresenta maior espessura na sua porção anterior (Fig. 15). Envolvendo a parede miocardial, existe um epicárdio evidente e, ligadas a ele, esporadicamente, grandes células adiposas (Figs. 18 e 19). Também são visíveis no epicárdio vasos de diâmetro e espessura variáveis (Fig. 15 e 18). Avançando-se a observação para o interior do órgão, verifica-se a formação de

trabéculas, originadas pela fusão das fibras cardíacas intensamente entrelaçadas, o que forma numerosas fossetas ou cavidades, responsáveis pelo aspecto esponjoso da região (Figs. 15 e 16). Nas Fig. 16 e 17 é evidente a ramificação e a anastomose das trabéculas; em alguns locais surgem regiões onde se observam discos intercalares e fibras responsáveis pela ligação de trabéculas adjacentes.

Na região mais central do ventrículo, próximo da abertura átrio-ventricular, as trabéculas exibem um maior diâmetro, destacando-se também ali as grandes fossetas por elas formadas (Fig. 16). Na superfície das trabéculas nota-se a presença de formações esferoidais, as quais podem ser relacionadas com células do conjuntivo envolvente (Fig. 17). Ali também pode-se vislumbrar a presença de fibras muito delgadas, provavelmente de origem conjuntiva (Figs. 16 e 17).

As válvulas átrio-ventriculares têm a forma de uma concha (Fig. 22), enquanto que as ventrículo-bulbares são semelhantes a dobras (Fig. 20).

Átrio

Apresenta uma forma irregular. Sua parede, bastante delgada, está constituída por trabéculas de reduzido comprimento e de menor diâmetro que aquelas do ventrículo. As trabéculas também se entrelaçam frouxamente, formando grandes espaços (fossetas) que convergem para uma cavidade central muito ampla (Fig. 21). As delgadas fibras musculares que compõem os feixes das trabéculas são evidentes; o mesmo pode-se mencionar em relação às fibras de ligação das trabéculas adjacentes.

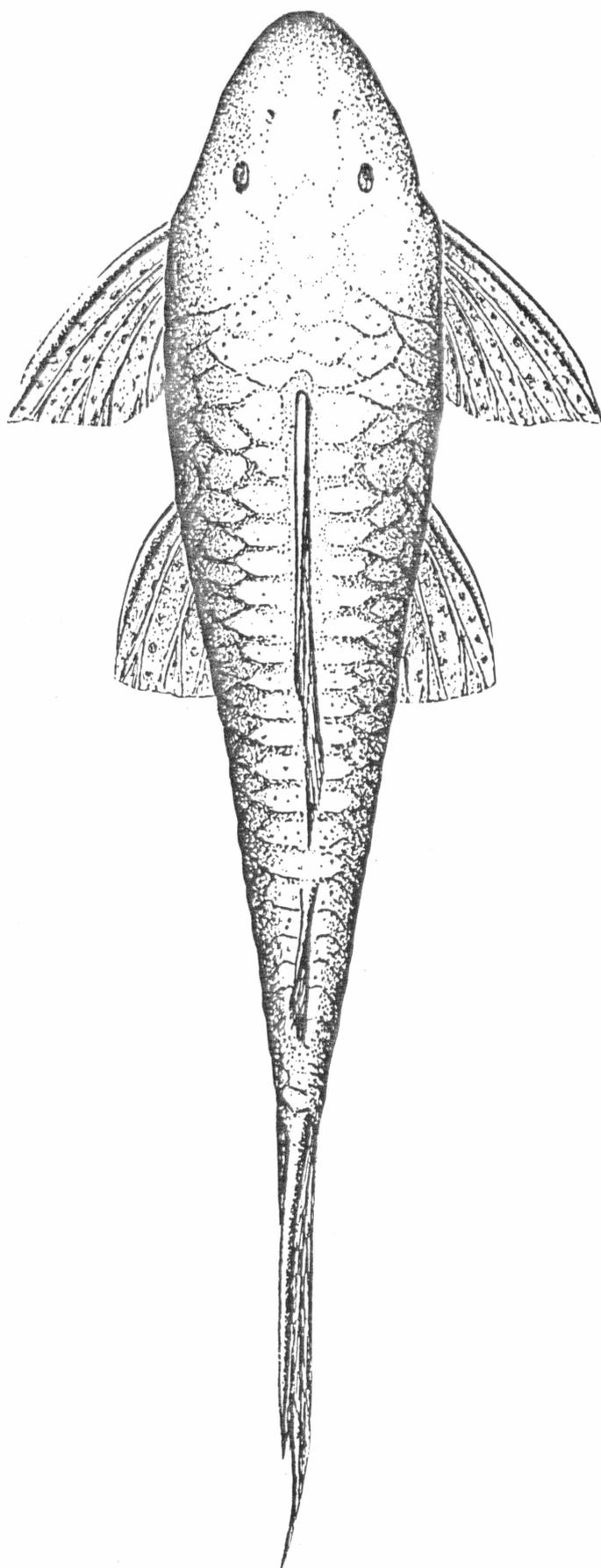


Fig. 1 - Vista externa de **Plecostomus commersonii**.
Aspecto dorsal.

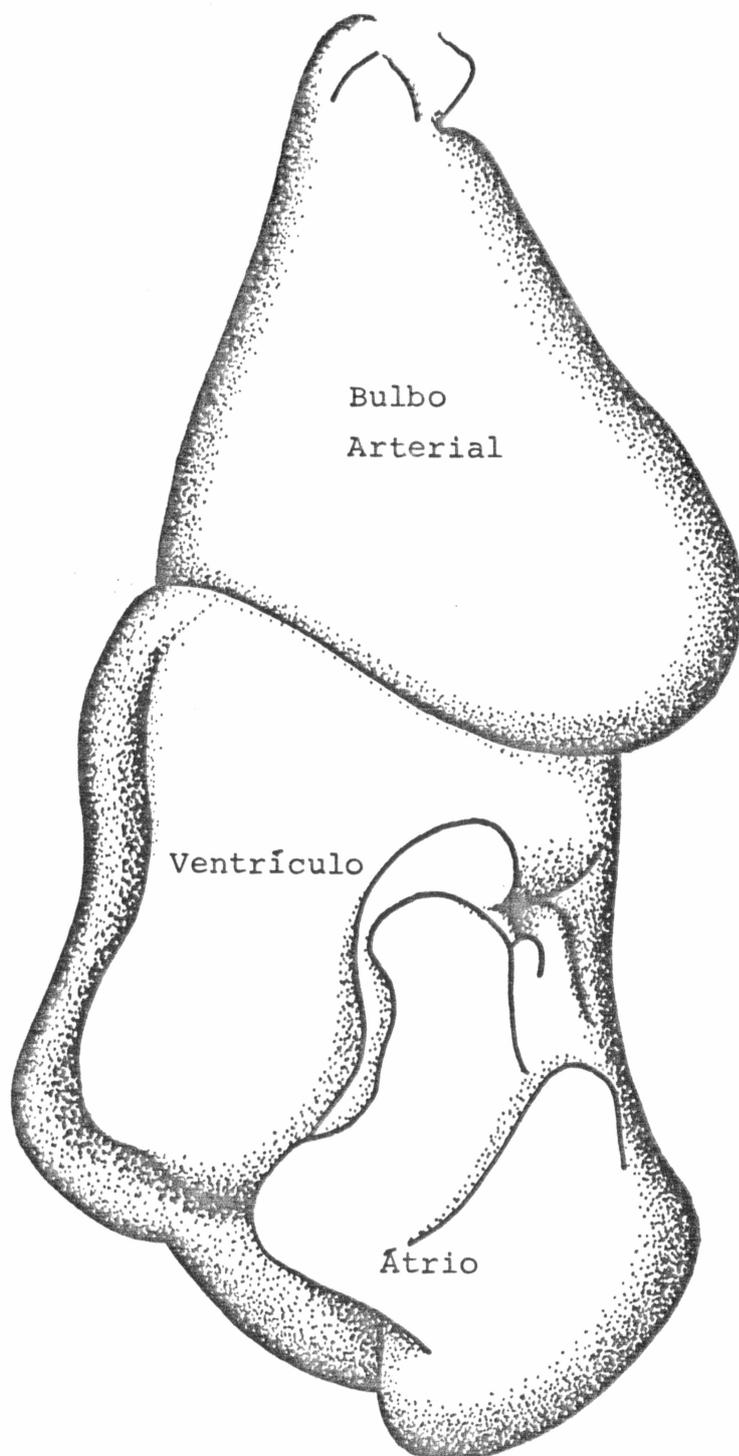


Fig. 2 - Coração de *Plecostomus commersonii*.

Aspecto Ventral.

Aumento 18 X.



Fig. 3 - Aspecto anatômico do coração de **Plecostomus commersonii**.

Notar a sua disposição no interior da cavidade torácica. bulbo arterial (B), ventrículo (V) ' átrio (A).

Aumento: 1 X



Fig. 4 - Coração de **Plecostomus commersonii**. Presença de bulbo arterial (B) com trabéculas (T), ventrículo (V) e átrio (A).

Observar a porção anterior afilada e posterior dilatada do bulbo arterial.

Aumento: 6,6 X

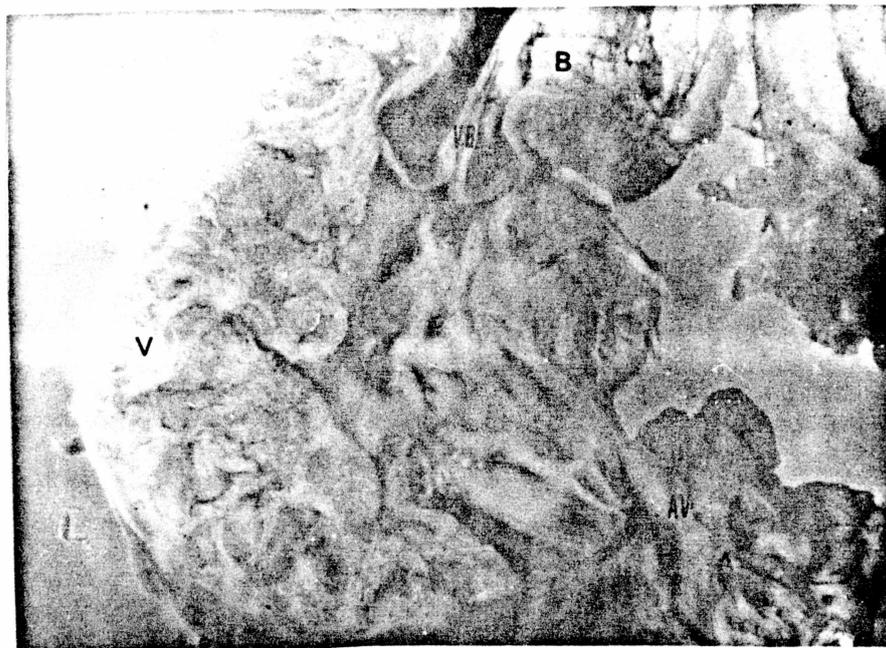


Fig. 5 - Válvulas ventrículo-bulbares (VB) e átrio-ventriculares (AV). V: ventrículo; B: bulbo arterial; A: átrio.
Aumento: 10 X



Fig. 6 - Ventrículo (V) e átrio (A). Notar a presença de fossetas (f) em ambas as estruturas, além da parede espessa do ventrículo.
Aumento: 11 X

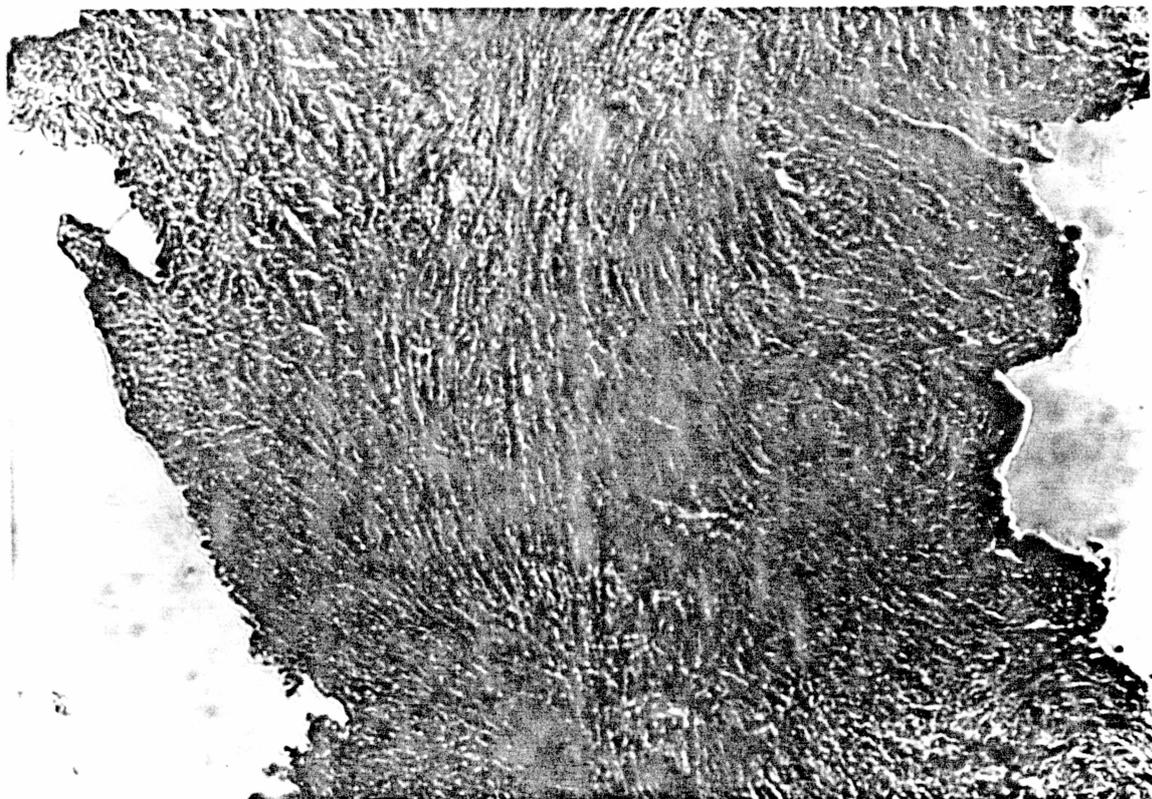


Fig. 7 - Corte transversal do bulbo arterial. Notar que a parede é formada por tecido conjuntivo elástico com as fibras em vários planos formando aparentemente três camadas.

Coloração: Gomori

Aumento: 800 X

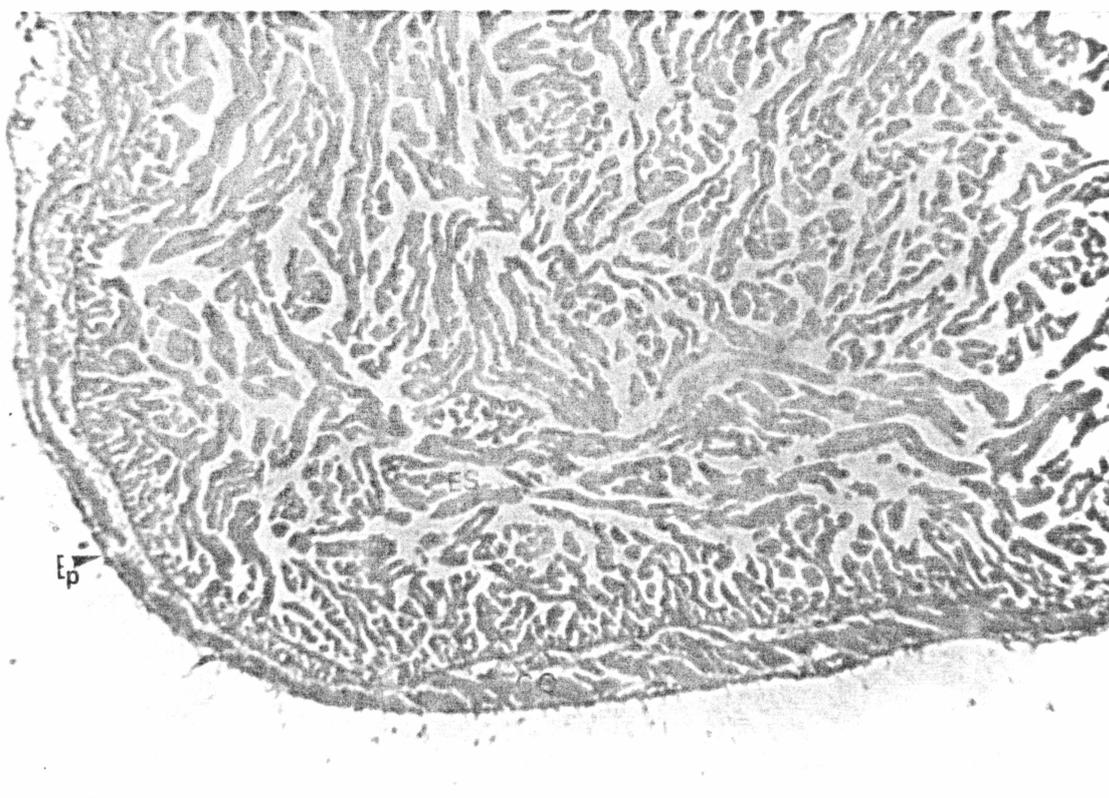


Fig. 8 - Corte transversal do ventrículo. Notar a camada compacta (CO) e a esponjosa (ES); Epicárdio (Ep). Observar também que a camada muscular apresenta suas fibras dispostas em vários planos.

Coloração: Hematoxilina-eosina.

Aumento: 800 X



Fig. 9 - Ventrículo. Corte longitudinal. Notar que as fibras apresentam estrias (SETAS) e alguns discos intercalares (DI).

Coloração: Gomori

Aumento: 1000 X.



Fig. 10 - Região de passagem bulbo-ventricular. Corte longitudinal. Válvula - ventrículo bulbar (VVB), Ventrículo (V) e Bulbo Arterial (B).
Coloração: Mallory.
Aumento: 800 X.

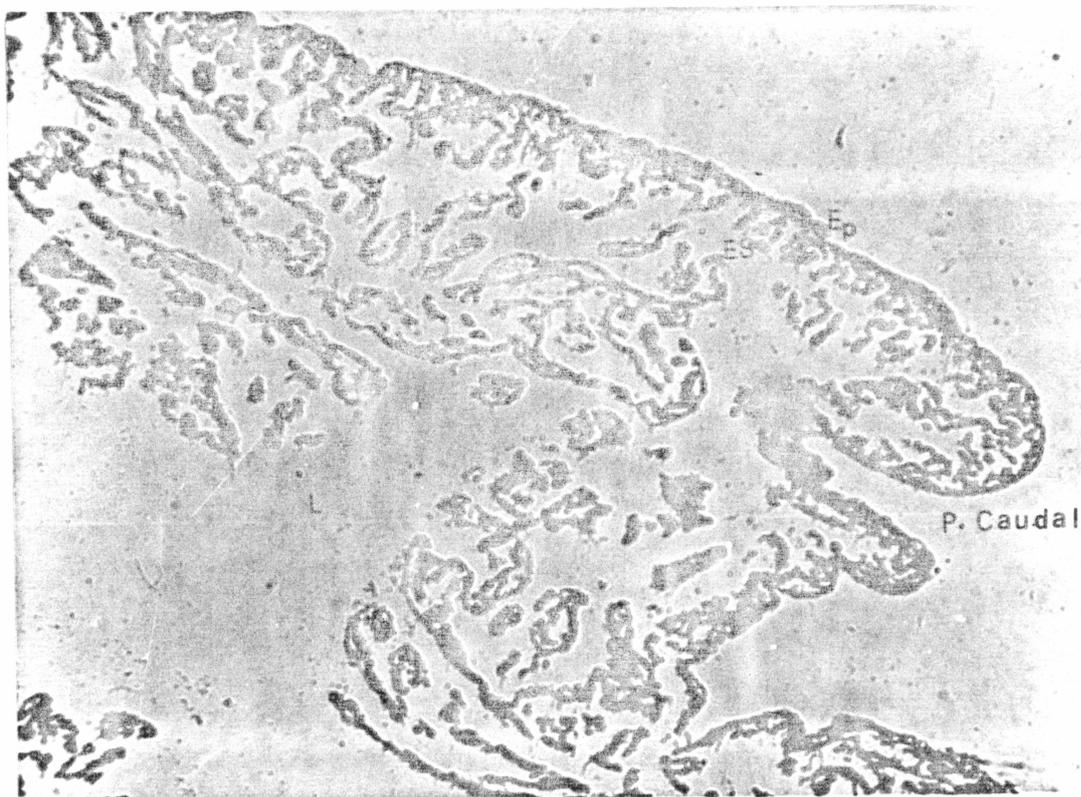


Fig. 11 - Átrio. Corte longitudinal. Observar o miocárdio formado por trabéculas pouco desenvolvidas. As fibras musculares apresentam ramificações que se anastomosam, formando a camada esponjosa (ES). Não possui a compacta. Notar também que existe uma continuidade histológica na sua porção caudal. Chama atenção a ausência de válvulas. Epicárdio (Ep), Lúmem (L).
Coloração: Gomori.
Aumento: 800 X.

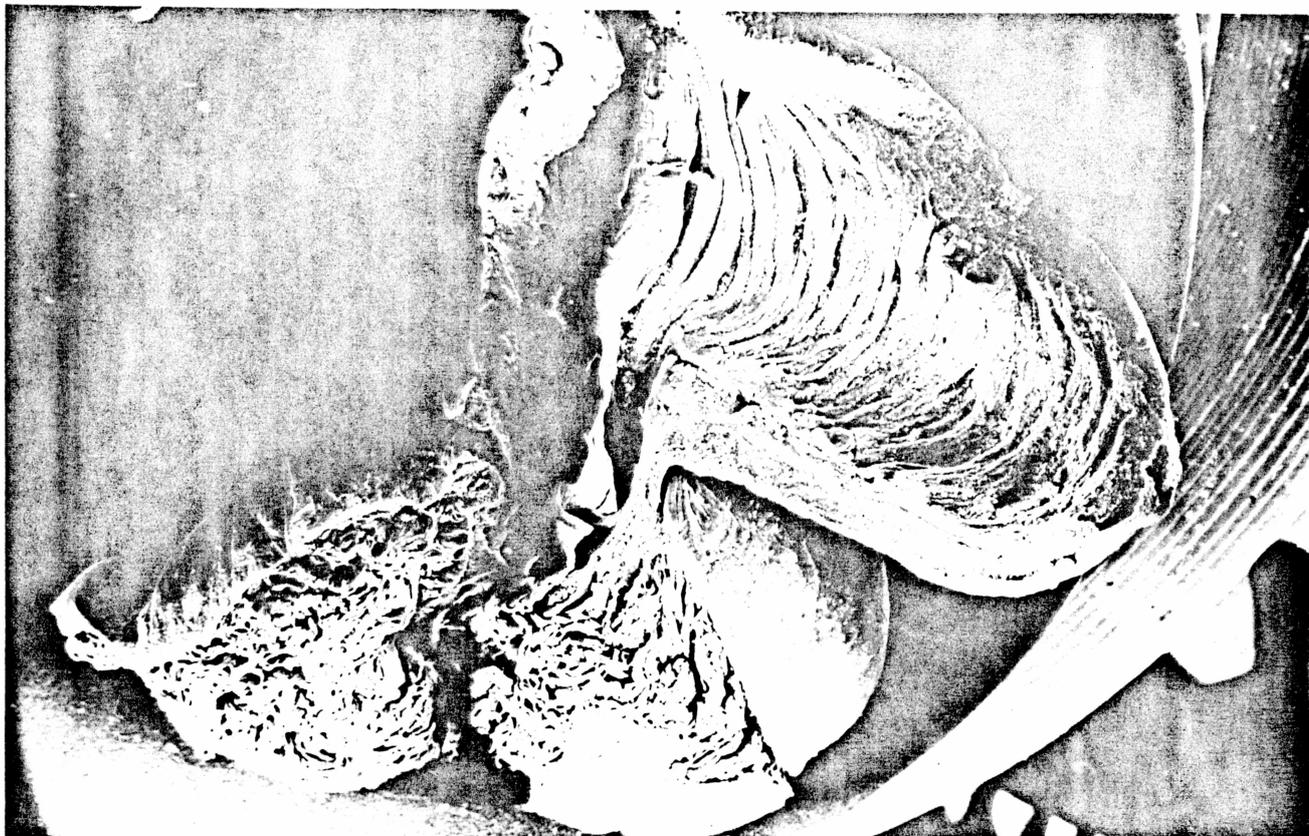


Fig. 12 - Bulbo arterial. Notar que sua região anterior é afilada, enquanto que a posterior é dilatada.

Seta : indica fibras elásticas.

Aumento: 23 X.

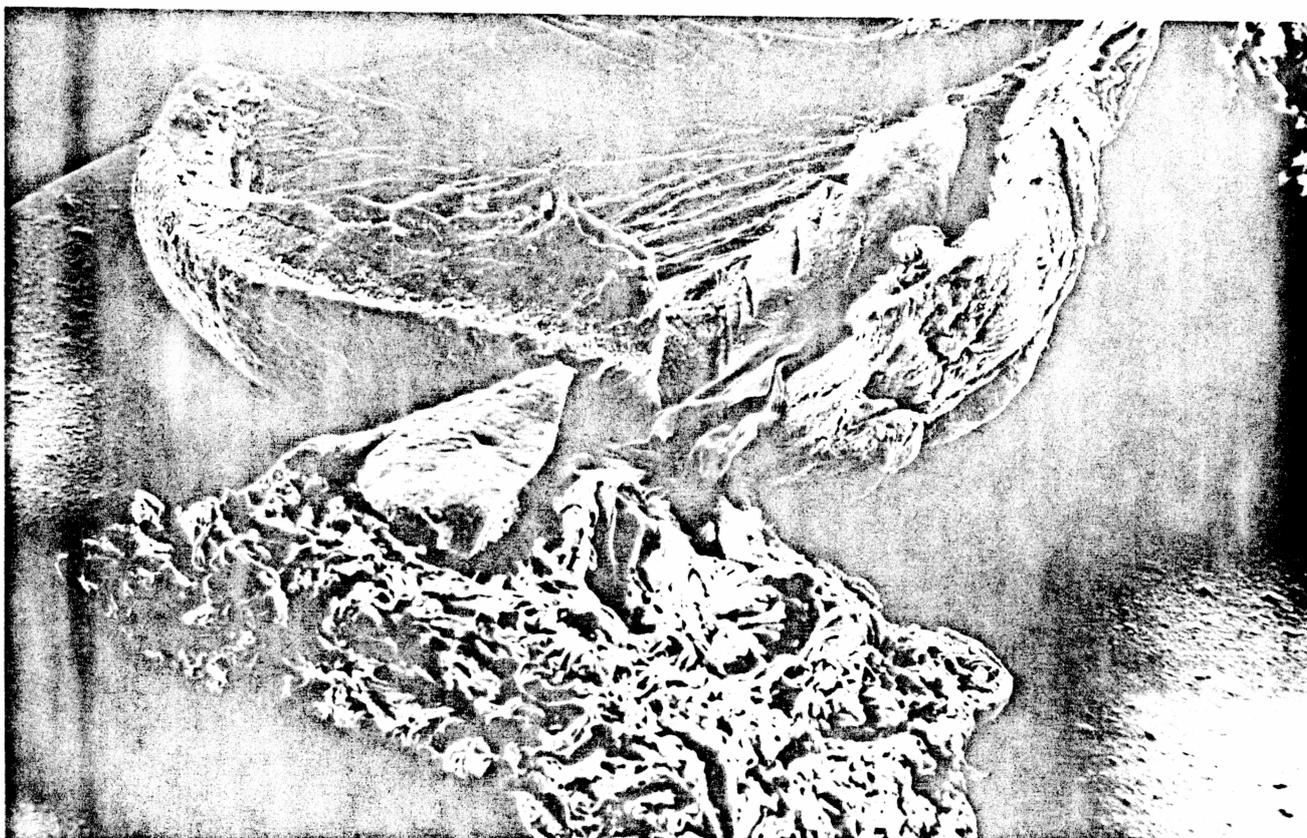


Fig. 13 - Bulbo arterial. Observar a disposição das fibras elásticas. (Setas)

Aumento: 204 X.

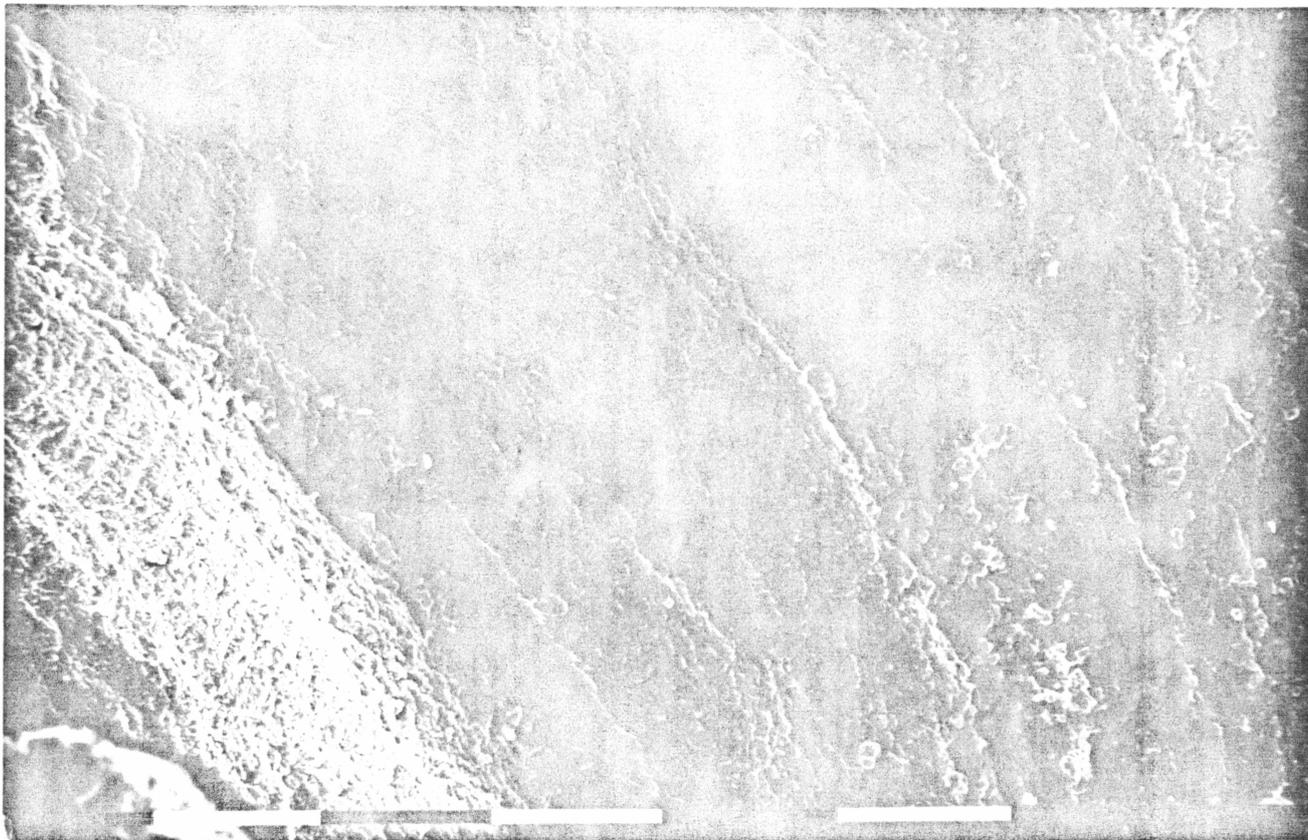


Fig. 14 - Bulbo arterial. Presença de feixes de fibras elásticas, na superfície das quais podem ser observadas fileiras de fibroblastos (FI) e células esferoidais (Ce).
Aumento: 225 X



Fig. 15 - Ventrículo. Observar a forma aproximadamente trapezoidal. Camada esponjosa (ES), compacta (CO), epicárdio (Ep), trabéculas (TRA), fossetas (FO). Porção anterior (seta longa). Aumento: 258 X.

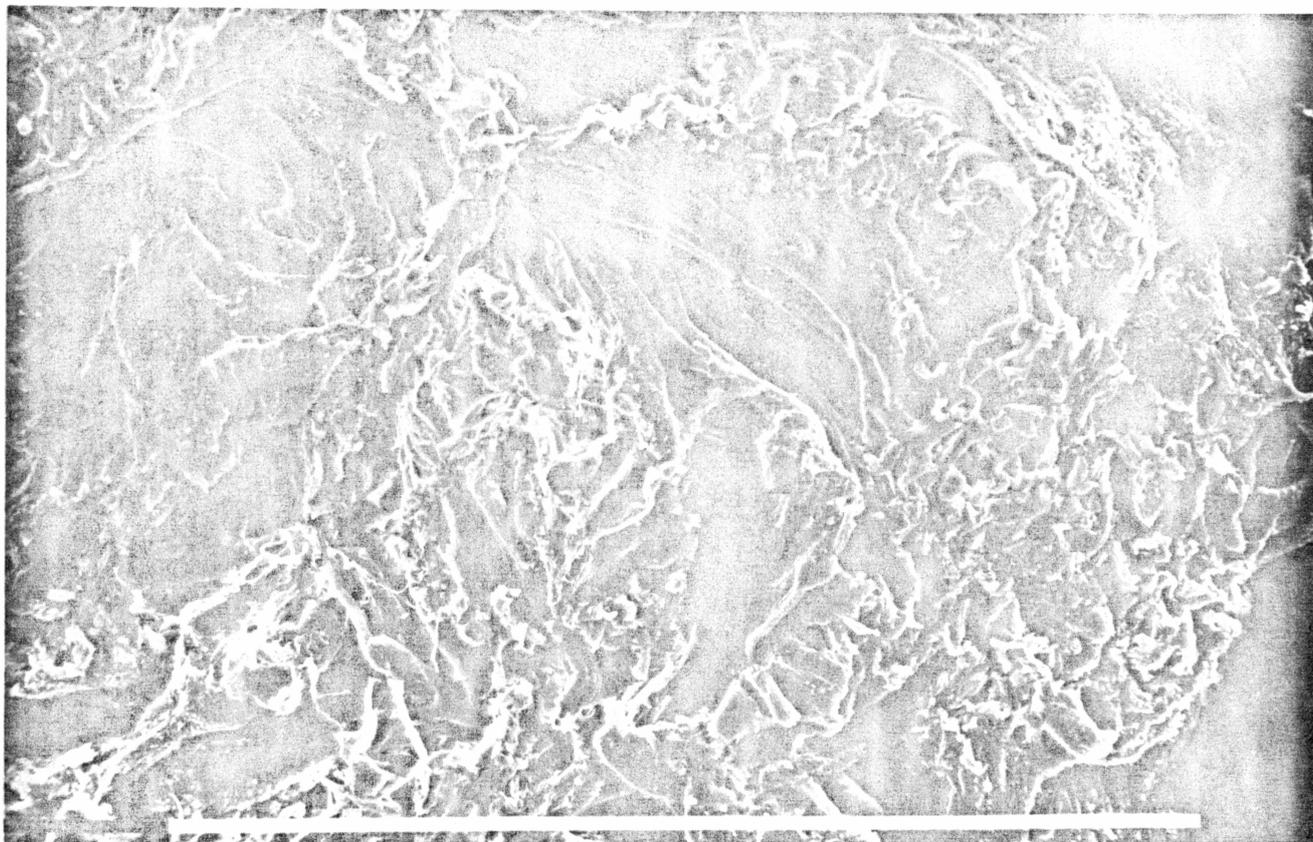


Fig. 16 - Ventrículo. Observar a formação de trabéculas, originadas pela fusão das fibras cardíacas, intensamente entrelaçadas, originando numerosas fossetas (FO).

Aumento: 140 X.

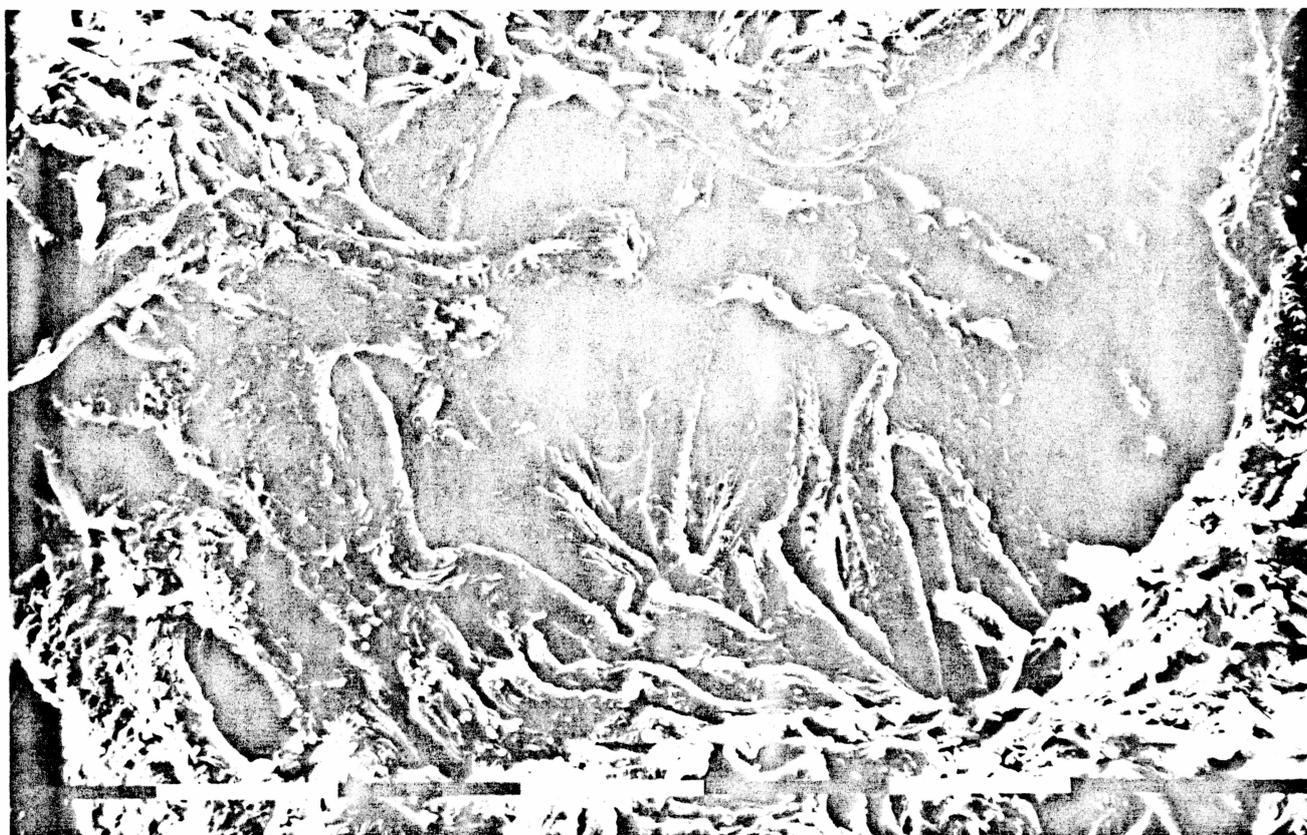


Fig. 17 - Ventrículo. Notar a ramificação das trabéculas.

Aumento: 245 X

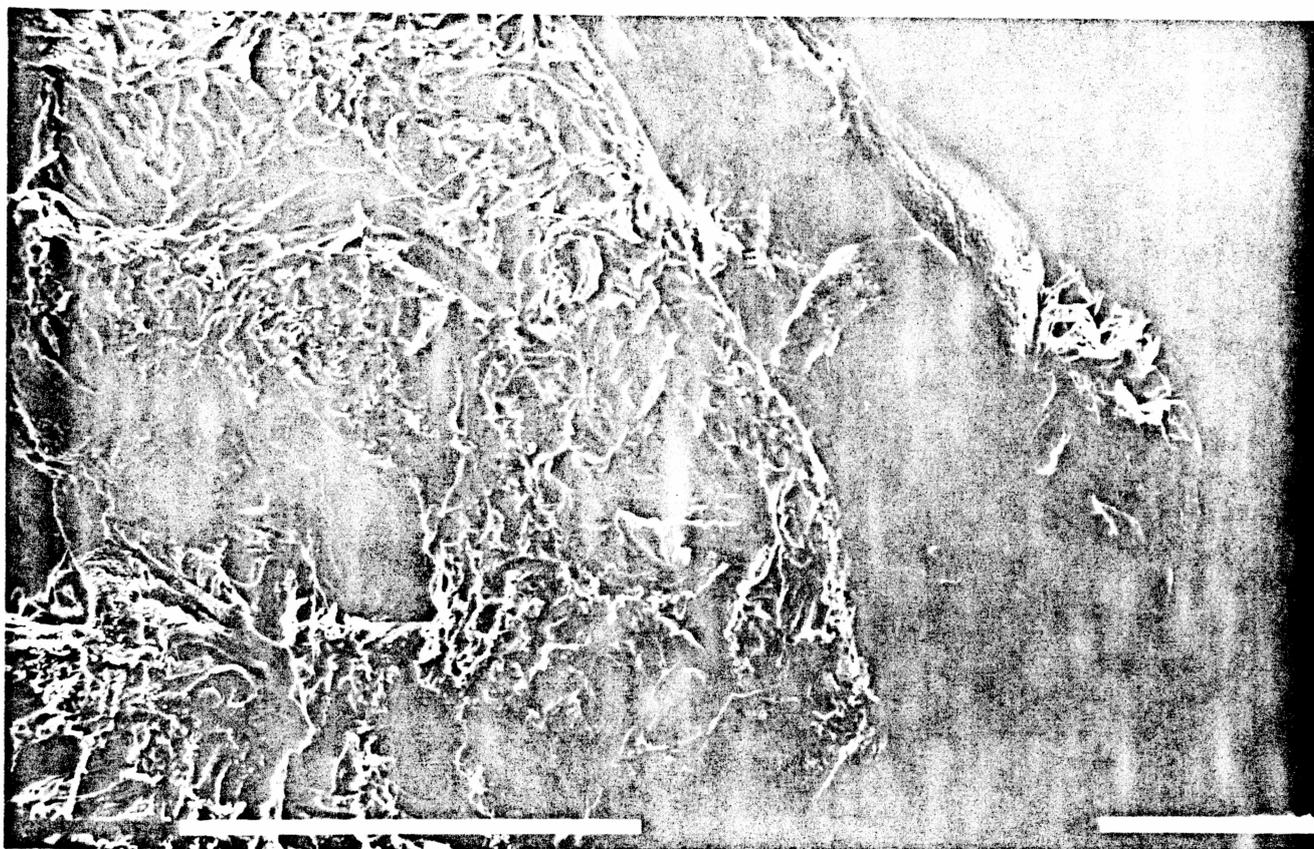


Fig. 18 - Ventrículo. Epicárdio com vasos sanguíneos *
(Ep); Células adiposas (Ad).

Aumento: 612 X.



Fig. 19 - Ventrículo. Notar as trabéculas (TRA), originadas pela fusão das fibras cardíacas intensamente entrelaçadas. Células adiposas (Ad.).

Aumento: 696 X.



Fig. 20 - Válvula ventrículo-bulbar (VVB). Notar que seu aspecto é semelhante a dobras.
Aumento. 113 X.

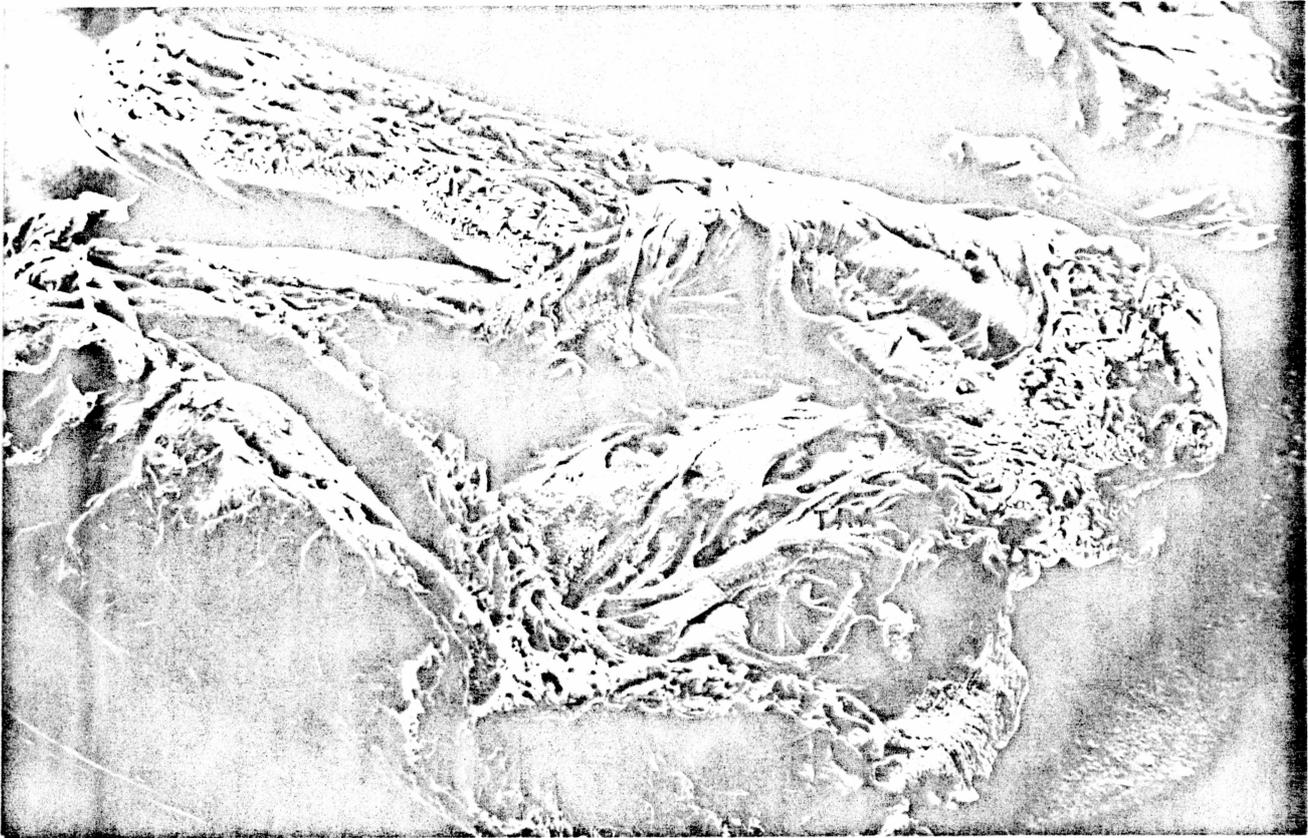


Fig. 21 - Átrio. Notar a forma irregular da parede delgada, constituída por trabéculas (TRA) de reduzido comprimento e menor diâmetro que as do ventrículo.

Aumento: 246 X.

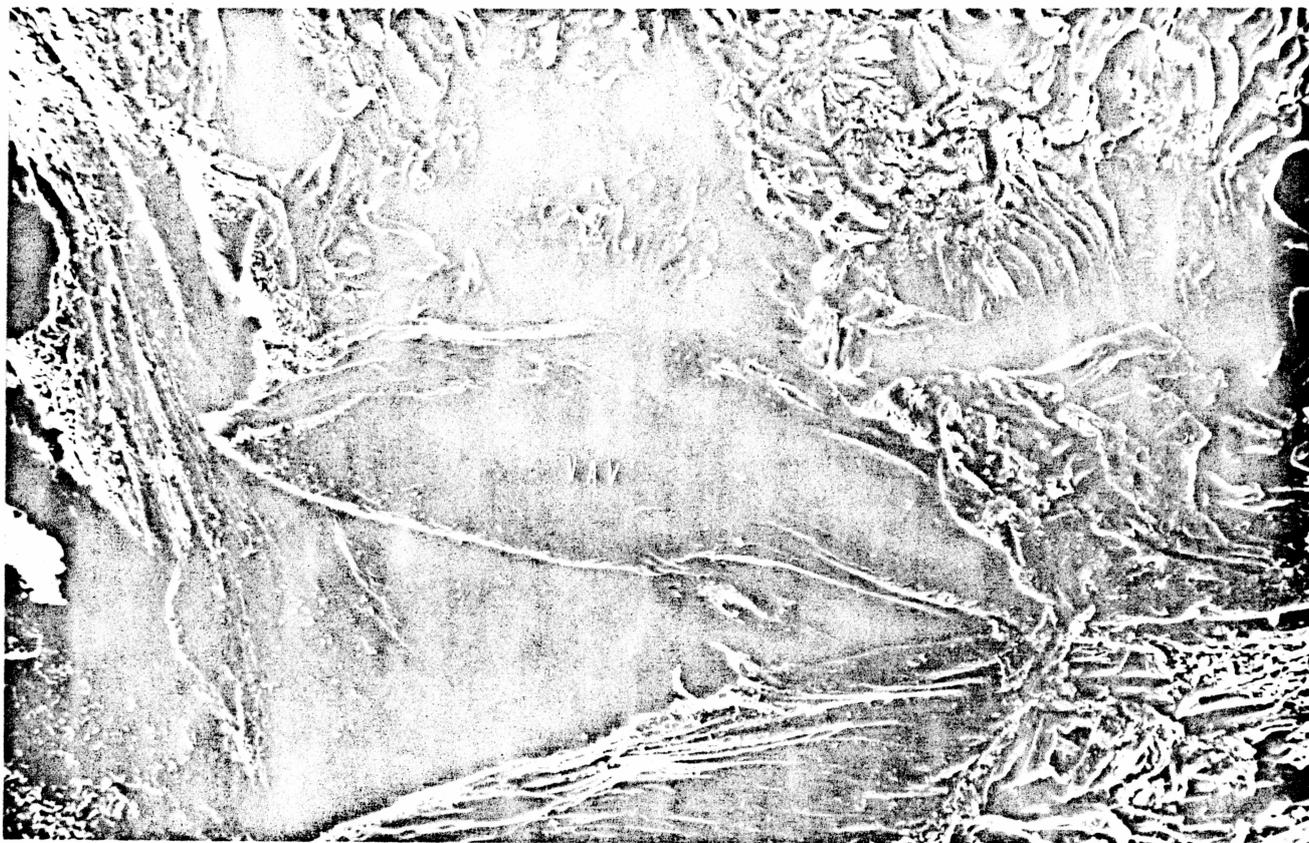


Fig. 22 - Válvulas átrio-ventriculares (VAV).

Aumento: 757 X.

VI - DISCUSSÃO

ANATOMIA

O coração de *Plecostomus commersonii* encontra-se disposto no interior da cavidade torácica, revestido por uma membrana pericardial, distante das guelras, fato também observado por vários autores consultados (THOMAS, 1963 e 1976; SRIVASTAVA, 1965 e 1966; MAHESHWARI, 1966; SAXENA e BAKHSHI, 1966; SING, 1967; BHATNAGAR e NAIR, 1973; MUNSHI e MISHA, 1974; CHATURVEDI, 1974; LEMANSKI et al., 1975; MISHRA et al., 1978), embora KLITGAARD (1978) tenha descrito sua localização ao lado das guelras, em *Neoceratodus forsteri*.

Estudando-se os trabalhos que fazem referência à anatomia e estrutura histológica do coração de peixes, especialmente em teleósteos, verifica-se que o mesmo está constituído por quatro câmaras: bulbo arterial, ventrículo, átrio e seio venoso (McWILLIAM, 1885; MOTT, 1950; KEITH, 1907; THOMAS, 1963 e 1976; SRIVASTAVA, 1965 e 1966; MAHESHWARI, 1966; SAXENA e BAKHSHI, 1966; SING, 1967; RANDALL, 1968; BHATNAGAR e NAIR, 1973; CHATURVEDI, 1974; MUNSHI e MISHA, 1974; LEMANSKI et al. 1975; KLITGAARD, 1978). Esta última câmara têm sua existência e localização questionadas em algumas espécies (WALKER et al. 1985), sendo que em *Plecostomus commersonii* não foi observada. A veia hepática e os ductos de Cuvier abrem-se diretamente no átrio.

Na literatura consultada pode-se observar que os termos átrio e aurícula têm uso variável, sendo por vezes utilizados como sinônimos. No presente trabalho será adotada a terminologia, onde o átrio é entendido como a câmara toda, a qual

não é dividida nos peixes, como nos mamíferos, enquanto aurícula é uma parte do mesmo.

Bulbo arterial

Em *Plecostomus commersonii*, o bulbo encontra-se disposto na parte frontal do órgão e apresenta uma coloração branca; THOMAS (1963) o descreve como sendo cinza esbranquiçado. Além disso, enquanto a sua porção anterior é afilada, sua parte posterior é muito dilatada, como ocorre na maioria das espécies que são descritas na literatura (SRIVASTAVA, 1965 e 1966; SAXENA e BAKHSHI, 1966; CHATURVEDI, 1974; THOMAS, 1976; KLITGAARD, 1978). Em alguns casos este compartimento é também descrito como uma estrutura alongada e cilíndrica (MAHESHWARI, 1966) ou então lembrando um fusão, como se observa em *Amphipnous euchia* (SING, 1967) ou um saco espaçoso (SAHAI e CHAWLA, 1970). No caso de *Plecostomus commersonii*, a forma apresentada pelo seu bulbo é muito próxima daquela descrita por SAXENA e BAKHSHI (1966) em *Schizotorax niger*, por CHATURVEDI (1974) em *Rita rita* e por MUNSHI e MISHRA (1974) em *Amphipnous euchia*, os quais citam seu aspecto em forma de frasco, apresentando-se estreito na região anterior e dilatado na sua base.

Do que se pode depreender das observações efetuadas pelos autores acima citados é que o bulbo, sob o ponto de vista anatômico aparece como a câmara mais anterior do coração dos peixes, tendo como característica a dilatação da sua base. O mesmo pode se afirmar em relação à sua posição anatômica, a qual, em *Plecostomus commersonii*, coincide com a descrita nas diferentes espécies pelos autores consultados.

Em *Plecostomus commersonii* não foram observadas válvulas separando a sua porção anterior da aorta, situação que parece ser a mais comum nesse tipo de animais (SRIVASTAVA, 1965 e 1966; MAHESHWARI, 1966; SAXENA e BAKHSHI, 1966;

CHATURVEDI, 1974; THOMAS, 1976; KLITGAARD, 1979). Examinando-se porém, a passagem do bulbo arterial para o ventrículo, percebe-se a presença de duas válvulas. Estas são denominadas ventrículo-bulbares e sua ocorrência é geral, conforme se depreende pela literatura. Além disso são descritas sempre em número de duas, embora variem em forma e ângulo de localização (MITRA e GHOSH, 1932; MOTT, 1950; THOMAS, 1963; SRIVASTAVA, 1965; SAXENA e BAKHSHI, 1966; SING, 1967; BHATNAGAR e NAIR, 1973; CHATURVEDI, 1974; MUNSHI e MISHRA, 1974).

A grande maioria dos estudiosos do assunto descrevem a parede interna do bulbo arterial exibindo modificações, denominadas rugas ou trabéculas (MOTT, 1950; SRIVASTAVA, 1965 e 1966; SAXENA e BAKHSHI, 1966; SING, 1967; CHATURVEDI, 1974; MUNSHI e MISHRA, 1974). Em *Plecostomus commersonii* as trabéculas dispõem-se paralelas ao eixo maior do órgão, semelhante às observadas por THOMAS (1976) em *Anabas testudineus*. Difere, entretanto, daqueles descritos por SRIVASTAVA (1965) em *Labeo calbasu*, *Puntius sarana* e *Oxygaster gora*, bem como por SING (1967) em *Amphipnous cuchia* e por SAHAI e CHAWLA (1970) em *Puntius ticto*. Em todas estas espécies citadas, as trabéculas são descritas como sendo musculares, enquanto em *Plecostomus commersonii* são de natureza conjuntiva, conforme verificou-se histologicamente.

Embora um grande número de autores tenham descrito a presença de uma estrutura denominada cone arterial, situada entre o ventrículo e o tronco arterial, de ocorrência comum entre os elasmobrânquios, ganóides e alguns poucos teleósteos (GEGENBAUR, 1966; SENIOR, 1907; DANFORTH, 1912; PARSONS, 1929; PRAKASH, 1953; RANDALL, 1968; HAIMOVICI e VASILESCU, 1972; LEMANSKI et al., 1975; NAIR, 1976), no caso de *Plecostomus commersonii* não foi possível detectá-lo; isto se deve, de acordo com SRIVASTAVA (1965), ao fato de esta estrutura, em decorrência da evolução, ter sido pouco a pouco substituída pelo

bulbo arterial.

Ventrículo

O ventrículo em *Plecostomus commersonii*, apresenta-se com forma irregular, aproximadamente trapezoidal, diferindo daqueles descritos em outras espécies de peixes. É importante observar que esta estrutura exibe uma grande variação no que se refere à forma. Pode ser cônico, como no caso de *Anguilla anguilla* (GRODZINSKI e HOYER, 1938), fato também constatado por MOTT (1950) em algumas espécies por ele estudadas ou cilíndrico, como em *Clarias magur* (THOMAS, 1963). Já em *Oxygaster gora* (SRIVASTAVA, 1965), ele é aproximadamente retangular, enquanto em *Amphipnous cuchia* (SING, 1967) é fusiforme e em *Channa punctatus* (SING, 1967) é prismático.

Da mesma maneira como na maioria dos peixes estudados, o ventrículo apresenta-se coberto látero-ventralmente por expansões ou dobras do átrio. Assim, CHATURVEDI, (1974) descreve o ventrículo de *Rita rita* sobrepondo-se dorsalmente ao átrio e seio venoso. De acordo com o autor, os feixes musculares que formam sua parede entrecruzam-se em várias direções, originando um grande número de dobras, o que reduz a sua cavidade interna. Situação semelhante à de *Plecostomus commersonii* pode ser também observada em *Amphipnous cuchia* (MUNSHI e MISHRA, 1974) onde se observa sua região anterior parcialmente recoberta pelo átrio.

Paredes espessas com numerosas fossetas foram observadas em *Plecostomus commersonii*, situação que lhe confere um aspecto esponjoso. Da mesma forma como em *Garra mullya* (SAXENA e BAKHSI, 1966), em *Plecostomus commersonii* pode-se perceber que o ventrículo está internamente formado por um emaranhado de fibras musculares, que os autores denominam "columnae carnae", originando um reduzido lúmen.

Átrio

Em *Plecostomus commersonii* exibe um aspecto delicado, com sua parede formada por feixes musculares entrecruzados. Observação semelhante foi efetuada por MOTT (1950) em *Anguilla anguilla* e KLITGAARD (1978) em *Neoceratodus forsteri*, onde os autores chamam a atenção para a parede delgada que caracteriza esse compartimento nessas espécies, além de o mesmo sobrepor-se ao ventrículo. Em relação a esta última observação, no caso do espécime em estudo, pode-se verificar que o mesmo possui lóbulos que se sobrepõem no lado direito do ventrículo. Parede espessa e esponjosa com formação de fossetas e fendas foi vista em *Clarias batrachus* (SRIVASTAVA, 1965).

Estabelecendo-se uma comparação entre a cavidade central apresentada pelo átrio de *Plecostomus commersonii* com as observações efetuadas pelos pesquisadores, pode-se concluir que há uma concordância entre a amplidão da mesma nas diferentes espécies estudadas (SRIVASTAVA, 1965; MAHESHWARI, 1966; SING, 1967; THOMAS, 1963). Embora não seja o caso de *Plecostomus commersonii*, em algumas espécies foi possível observar-se o átrio subdividido em dois (NAIR, 1976) ou três compartimentos (CHATURVEDI, 1974).

Observando-se a literatura, percebe-se que o número, a forma e a localização das válvulas nas diferentes câmaras do coração dos peixes varia de espécie para espécie. Assim, embora um grande número apresentem válvulas sino-atriais (SENIOR, 1907; DANFORTH, 1912; MOTT, 1950; PRAKASH, 1953; THOMAS, 1963; SRIVASTAVA, 1965 e 1966; MAHESHWARI, 1966; SAXENA e BAKHSHI, 1966; RANDALL, 1968; SAHAI e CHAWLA, 1970; BHATNAGAR e NAIR, 1973; CHATURVEDI, 1974; KUMAR, 1974; SING, 1967), no caso de *Plecostomus commersonii* elas inexitem pelo fato de o mesmo não ser dotado de uma quarta câmara, denominada pelos estudiosos como seio venoso. Devido à ausência dessa estrutura, no coração de

Plecostomus commersonii, a veia hepática e os ductos de Cuvier abrem-se diretamente no átrio. Estudos histológicos confirmaram essa observação.

Por outro lado, limitando o contato entre o átrio e o ventrículo, nota-se em *Plecostomus commersonii* a presença de duas válvulas bem desenvolvidas. Estas, devido à sua localização, foram denominadas átrio-ventriculares. Embora, um grande número de espécies estudadas apresentem duas válvulas nessa região do coração (MOTT, 1950; PRAKASH, 1953; THOMAS, 1963; SRIVASTAVA, 1965 e 1966; MAHESHWARI, 1966; SING, 1967; SAHAI e CHAWLA, 1970; CHATURVEDI, 1974; SING, 1967), há um número saliente de autores que descrevem quatro, três e mesmo apenas uma válvula (SENIOR, 1907; DANFORTH, 1912; MITRA E GHOSH, 1932; MAHESHWARI, 1966; SAXENA e BAKHSHI, 1966; THOMAS, 1967; BHATNAGAR e NAIR, 1973; MUNSHI, 1974). Além disso, conforme descreveu NAIR (1976) em *Protopterus aethiopicus*, um peixe pulmonado, existem situações onde a abertura átrio-ventricular não é protegida por válvula, apesar da presença de um tampão de natureza fibro-cartilaginosa.

HISTOLOGIA

Raras são as investigações referentes ao aspecto histológico do miocárdio dos peixes, principalmente em se tratando do átrio e seio venoso, embora com referência ao ventrículo e bulbo arterial as pesquisas sejam mais expressivas.

Bulbo arterial

Conforme foi assinalado por vários pesquisadores (MOTT, 1950; SAXENA e BĀKHSI, 1966; SING, 1967; CHATURVEDI, 1974; PRIEDE, 1976; MISHRA et al., 1978) e confirmado em **Plecostomus commersonii**, a parede do bulbo arterial é constituída na sua maior parte por fibras elásticas, não sendo evidenciado nenhum tipo de fibra muscular. Já THOMAS (1963), estudando o bulbo arterial de **Clarias magur**, verificou que o mesmo é uma estrutura cuja parede está internamente constituída por uma camada muscular compacta, envolta externamente por um conjuntivo frouxo. Por sua vez SRIVASTAVA (1965) constatou que a parede do bulbo de **Clarias batrachus** assim como as rugas são constituídas por tecido conjuntivo denso, sem a presença de fibras musculares, mencionando também o acúmulo de tecido adiposo na base. Em **Plecostomus commersonii** a região anterior desta câmara apresenta uma constrição, onde se observa internamente uma dobra formada por grande quantidade de fibras colágenas constituindo um tecido conjuntivo mais denso nesta região. Situação semelhante foi vista em **Salmo gairdneri**

(PRIEDE, 1976), onde se percebe que a superfície do compartimento é formada por uma camada de tecido conjuntivo, com grande quantidade de colágeno. Deve-se ressaltar, porém, que a sua camada média difere de *Plecostomus commersonii*, pois está formada por músculo liso e tecido elástico em íntimo contato. Associado a esta "adventícia" há alguns vasos linfáticos, veias e pequenas artérias. Estas estruturas, no caso de *Plecostomus commersonii* estão inseridas no interior de um conjuntivo frouxo, bastante vascularizado, revestidos internamente, por um epitélio simples pavimentoso.

SAHAI e CHAWLA (1970), descreveram no bulbo de *Puntius ticto* fibras musculares lisas predominantemente de forma longitudinal. KLITGAARD (1978) distinguiu na parede do bulbo de *Neoceratodus forsteri* a presença de músculo estriado, da mesma forma que THOMAS (1963) havia verificado anteriormente em *Clarias magur*.

Ventrículo

O miocárdio do ventrículo de alguns vertebrados exhibe duas diferentes camadas que podem ser constatadas histologicamente. A primeira, denominada esponjosa, está formada por feixes musculares que apresentam uma disposição trabeculada, estando em contato com o lúmen do coração; a segunda, constituindo uma camada cortical, consiste de feixes de fibras musculares intimamente dispostas, conferindo a esta região um aspecto compacto.

Em *Plecostomus commersonii*, o miocárdio ventricular é formado por fibras musculares com disposição compacta na periferia enquanto que, delimitando o lúmen, dispõem-se em feixes entrelaçados em várias direções, coincidindo com os resultados de McWILLIAM, 1885; SAHAI e CHAWLA, 1970; OSTADAL e SCHIEBLER, 1971; BASS et al., 1973; POUPA et al., 1984; CIMINI

et al., 1977; TOTA et al., 1977; GEMELLI et. al., 1980; SANTER e WALKER, 1980; TOTA et al., 1983; entretanto, outros pesquisadores verificaram que os espécimes por eles estudados apresentaram somente a camada muscular esponjosa (SING, 1967; CHATURVEDI, 1974; LEMANSKI et al., 1975; THOMAS, 1976; MISHRA et al., 1978; KLITGAARD, 1978).

O aparecimento da camada compacta foi motivo de discussão de muitos autores que tentaram dar uma explicação para a mesma. Alguns relacionaram-na com o peso do coração, outros com a posição filogenética do animal e outros ainda com o trabalho físico exigido pelo ambiente ecológico do peixe.

OSTADAL e SCHIEBLER (1971), trabalharam com o coração de ciclóstomos, elasmobrânquios e teleósteos, com a finalidade de determinar a espessura e a presença da camada compacta nas espécies, e observaram que existia, além da esponjosa interna, uma camada compacta superficial, suprida através dos capilares das artérias coronárias. Concluíram que a diferença entre a estrutura e o suprimento sanguíneo nas diferentes espécies deveria estar relacionada mais com o peso do coração e o peso corpóreo do que com a posição filogenética desses animais. Além disso, a espessura da camada compacta nas diferentes espécies estaria dependente mais do nível de trabalho físico exigido pelo ambiente ecológico do peixe, do que com a localização filogenética do animal.

SANTER e WALKER (1980) pesquisaram o ventrículo de 93 espécies de teleósteos e 14 espécies de elasmobrânquios, para determinar a presença ou não da camada compacta e estabelecer uma razão para sua presença. Estes autores não concordam com a hipótese de que a presença da camada compacta seria uma característica geral do ventrículo dos teleósteos, pois ela foi encontrada em apenas um quinto das espécies por eles examinadas. Por outro lado colocam em dúvida a hipótese de OSTADAL e SCHIEBLER (1971), de acordo com a qual a espessura

da camada compacta é diretamente proporcional ao peso corpóreo, pois a mesma estava ausente em algumas espécies como o bacalhau (*C. morhua*) e o ling (*M. molva*), animais que podem atingir até 150 cm de comprimento e pesar mais de 40 Kg.; por outro lado, foi observada uma camada bem desenvolvida em *C. sprattus* e *E. encrasicolus* (anchova), os quais normalmente nunca excedem 15 cm. de comprimento e 100 g. de peso. Contudo concordam com OSTADAL e SCHIEBLER, (1971) e CIMINI et al., (1977) de que o aparecimento da camada compacta não parece ter relação com a posição filogenética dos peixes. Concluindo, tais autores, assim como CIMINI et al., (1977), acreditam que o aparecimento da camada externa compacta no miocárdio possa ser uma adaptação requerida por aquelas espécies que gastam grande quantidade de energia em atividades, como longas migrações ou nado rápido.

TOTA et al., (1983), no estudo comparativo do sistema lacunar e arterial do miocárdio ventricular de alguns elasmobrânquios e teleósteos, notaram que um coração típico dos peixes possui um miocárdio ventricular esponjoso trabeculado, suprido pelo sangue venoso dos espaços intertrabeculares. Em virtude desta característica é denominado "coração venoso". Contudo, em alguns peixes existe um tipo de músculo ventricular complexo (tipo misto), no qual a esponjosa é coberta por uma camada externa de feixes miocárdiais densamente arranjados (compacta).

Em *Plecostomus commersonii*, observou-se que o epicárdio é constituído por tecido conjuntivo frouxo, muito vascularizado, resultado igualmente descrito por CIMINI et al., 1977; KLITGAARD, 1978; MISHRA et al., 1978 e WALKER et al., 1985.

KLITGAARD, (1978) ainda descreve o aparecimento de uma camada externa epitelial pavimentosa, revestindo o tecido

conjuntivo e o miocárdio ventricular, o qual é constituído por células musculares estriadas. Situação semelhante foi verificada em *Plecostomus commersonii*.

Embora presentes em *Plecostomus commersonii*, os discos intercalares não são mencionados em nenhuma espécie estudada.

Concluindo a análise comparativa entre as diferentes espécies de peixes e o que foi visto no espécime em estudo, percebe-se que existe concordância quanto ao ventrículo ser uma câmara espessa e muscular. Entretanto, no tocante à mioarquitetura existem variações.

Átrio

A parede do átrio de *P. commersonii* está constituída por uma delgada camada muscular, o que também foi observado por vários autores consultados (SING, 1967; MISHRA et al., 1978; LEMANSKI et al., 1975), com exceção de KLITGAARD (1978), que descreve uma parede de natureza conjuntiva e epitelial e não muscular.

Da mesma forma, como foi observado por SAHAI e CHAWLA, (1970); SING, (1967); MUSHI e MISHRA, (1974); LEMANSKI et al., (1975) e WALKER et al., (1975), as fibras musculares do miocárdio atrial de *P. commersonii* apresentam-se dispostas em feixes entrelaçados formando trabéculas pouco desenvolvidas, conferindo à parede atrial um aspecto esponjoso THOMAS, (1976). SING, (1967) utilizou o termo "musculi pectinati", para designar as fibras musculares entrelaçadas, o que é denominado de trabéculas pelos demais autores.

As trabéculas, pouco desenvolvidas, encontradas na parede miocardial em *P. commersonii*, originam grandes espaços que confluem para uma grande cavidade central, fato também observado por SAHAI e CHAWLA, (1970) e SING (1967). Estas estão

envolvidas por uma camada de células achatadas coincidindo com as observações feitas por WALKER et al., (1985).

Quanto à presença de estriações transversais e discos intercalares observados em *P. commersonii*, não foi encontrada nenhuma referência por parte dos autores consultados.

Embora um grande número de estudiosos façam referência e descrevam o seio venoso como sendo uma estrutura de ocorrência bastante comum em muitas espécies, cuja parede é constituída basicamente por tecido conjuntivo revestido por um tecido epitelial pavimentoso epicardial, tal situação não foi visualizada em *Plecostomus commersonii*.

Os estudos histológicos do átrio de *P. commersonii* confirmam a observação anatômica relativa à ausência de um seio venoso como uma câmara separada. Percebe-se, nitidamente, como pode ser observado na fig. 11 não existir nenhuma constrição, válvula ou mudança de estrutura histológica que caracterizasse uma nova câmara. Pelo contrário, observa-se uma constância no aspecto e constrição do átrio, desde a sua região anterior, adjacente ao ventrículo até à posterior onde acontece a abertura dos dutos de Cuvier e veia hepática.

ULTRAESTRUTURA

Estudos que possibilitem uma correlação mais ampla entre a anatomia e morfologia do coração com uma visão tridimensional do órgão, através da microscopia eletrônica de varredura, são mais comuns entre os mamíferos (MYKLEBUST et al., 1980; DALEN et al., 1982; CRISSMAN et al., 1980; SIBER e ASHRAF, 1974 e ASHRAF e SYBERS, 1975). Enquanto isso, são raras as investigações que fizeram uso dessa técnica em se tratando de peixes (MIDTTUN, 1983; LEKNES, 1985).

O desenvolvimento da microscopia eletrônica de varredura acrescentou novas dimensões no estudo dos componentes do coração. É uma técnica que permite o-exame de peças relativamente grandes de tecido , a qual, devido à grande profundidade de campo, possibilita uma visão tridimensional do relacionamento estrutural.

No presente trabalho não se pretendeu, usando a microscopia eletrônica de varredura, chegar a explorar detalhes subcelulares dos diferentes compartimentos do coração de **Plecostomus commersonii**. Objetivou-se melhorar o acesso ao conhecimento em relação à estrutura anatômica do bulbo arterial, ventrículo e átrio.

Em relação ao bulbo arterial, a microscopia eletrônica mostrou uma espessa parede constituída por feixes de fibras elásticas. A presença de tais fibras é descrita por LEKNES (1985), o qual usou a mesma técnica ao estudar o coração e a aorta ventral do teleósteo **Pollachius virens**. Por outro lado, o arranjo irregular das fibras elásticas no bulbo arterial de **Plecostomus commersonii**, parece ser uma situação comum em

teleósteos (MIDTTUN, 1983; LEKNES, 1985) ao contrário do que se observa em relação ao arranjo dessas fibras na aorta e grandes vasos dos mamíferos (CRISSMAN, et al., 1980), que são arranjados em lâminas.

Enquanto isso, o átrio e o ventrículo dos teleósteos foram inicialmente estudados com bastante profundidade na microscopia eletrônica de transmissão (MIDTTUN, 1983; LEKNES, 1985). Mesmo assim, devido às limitações características dessa técnica, é difícil distinguir o relacionamento entre as estruturas que compõem tais câmaras. Um dos aspectos revelados pela varredura é a interligação entre as trabéculas adjacentes no ventrículo. Estas aparecem intensamente entrelaçadas, surgindo daí numerosas fossetas ou cavidades, as quais são responsáveis pelo aspecto esponjoso dessa região. Em trabalho usando a microscopia eletrônica de varredura, LEKNES (1985) menciona situação semelhante em *Pollachius virens*, o qual observou também a presença de filamentos citoplasmáticos entre as células do endocárdio no átrio.

Além disso o presente estudo revela que a superfície atrial aparece irregular na sua estrutura como foi visto em outros teleósteos (LEKNES, 1985).

VII - CONCLUSÕES

1 - O coração de *Plecostomus commersonii* é constituído por três câmaras distintas: bulbo arterial, ventrículo e átrio.

2 - O bulbo arterial possui uma coloração branca e sua parede é formada por grossas trabéculas dispostas longitudinalmente. Histologicamente está constituído por tecido elástico.

3 - A parede do átrio e ventrículo possui trabéculas, formadas por tecido muscular estriado, que se ramificam e anastomosam, originando fossetas.

4 - O ventrículo possui menos fossetas que o átrio.

5 - O coração de *Plecostomus commersonii* não apresenta cone arterial.

6 - O coração de *Plecostomus commersonii* possui duas válvulas átrio-ventriculares e duas ventrículo-bulbares.

7 - As válvulas átrio-ventriculares têm a forma de uma concha enquanto as ventrículo-bulbares são semelhantes a dobras.

8 - As válvulas átrio-ventriculares são constituídas por tecido conjuntivo extremamente frouxo, enquanto as ventrículo-bulbares por tecido conjuntivo denso, rico em fibras colágenas.

VIII - SUMMARY

The anatomy, histology and ultrastructure (scanning EM) of the heart of **Plecostomus commersonii** CUVIER & VALENCIÈNNES, 1840 (PISCES) has been studied. The heart consisting of a bulbus arteriosus, ventricle and atrium, is enclosed within the pericardium. It was found that unlike other teleosts, **Plecostomus** does not contain the sinus venosus.

The bulbus arteriosus is a non muscular structure. It is bounded by a layer of connective tissue, which includes large amount of elastic fibers with a three layered arrangement. The most external and internal fibers are disposed longitudinally while in the media they are circularly oriented. There are no valves between the bulbus and the aorta.

The ventricle shows a very thick wall with a central spongy compartment. The compact layer was continuous with the spongy compartment. The muscular fibers show striation as well as intercalary disc.

The atrium has an irregular surface, organized in five lobes which enfold and partly cover the ventricle. The wall of the atrium is thin and spongy on account of the presence of a network of muscles, resulting in the formation of pits and crevices.

The heart of **Plecostomus commersonii** has the atrio-ventricular aperture guarded by a pair of valves inserted at the atrial wall and two bulbo-ventricular valves attached to the wall of the bulbus.

IX - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AGRAWAL, V.P. & DALELA, R.C. The heart of freshwater eel, *Macrognathus aculeatus*. *Agra. Univ. J. Res.*, 15:83-90, 1966.
2. ASHRAF, M. & SYBERS, H. Scanning electron microscopy of the heart after coronary occlusion. *Lab. Inv.* 32:157-162, 1975.
3. AZEVEDO, P. O. O Cascudo dos Açudes Nordestinos. *Plecostomus plecostomus*. *Arq. Inst. Biol.* (São Paulo). 9:211-224, 1938.
4. BASS, A.; OSTADAL, B.; PELOUCH V.; VITEK V. Differences in weight parameters, myosin-ATPase activity and the enzyme pattern of supplying metabolism between the compact and spongy cardiac musculature of carp (*Cyprinus carpio*) and turtle (*Testudo horsfieldi*). *Plügers Archges. Physio.* 343:65-77, 1973.
5. CHATURVEDI, L.D. The heart of common Indian cat fish; *Rita rita* (Ham). *Zool. Jb. Anat. Bd.*, 92:404-409, 1974.
6. CIMINI, V.; MARESCA, A.; TAJANA, G.; TOTA, B. On the heterogeneity of the fish heart ventricle: I. Preliminary morphological observations. *Boll. Soc. It. Biol. Sper.*, 53:543-548, 1977a.
7. _____. On the heterogeneity of the fish heart ventricle: II. A functional overview. *Boll. Soc. It. Biol. Sper.*, 53:1996-1999, 1977b.
8. CRISSMAN, R.S.; ROSS, J.N. DAVIS, T. Scanning electron microscopy of an elastic fiber network which forms the internal elastic lamina in canine saphenous vein. *Anat. Rec.* 198:581-593, 1980.
9. DALEN, HJ.; SCHEIE, P.; REISAR, M.; SAETERDAL, T. An ultrastructural study of cryofractured myocardial cells with special attention to the relationship between '

- mitochondria and sarcoplasmic reticulum *J. Microscopy.*
131:35-46, 1983.
- 10 DANFORTH, C.H. The heart and arteries of polyodon. *J. Morpho.* 23:409-454, 1912.
- 11 GEGENBAUR, C. Conus arteriosus der fische. *Morph. J.b.*, 17:596-610, 1891.
- 12 GEMELLI, L.G. & TOTA, B. Oxydation of lactate in the compact and spongy myocardium of tuna fish (*Thunnus thynnus* L.). *Comp. Biochem. Physiol.* 65b:231-236, 1980.
- 13 HAIMOVICI, S. & VASILESCU, R. Sur quelques caractères du cone arterial des elasmobranches. *Anatomischer Anz.* 131:318-323, 1972.
14. KEITH, A. & FLACK, M. The form and nature of muscular connections between the primary divisions of the vertebrate heart. *Jou. Anat. & Physiol. (London).*, XLI, 172-189, 1907.
- 15 KITO, K. & OGURI, M. Differentiation of the compact layer the heart ventricle of rainbow trout. *Bull Jpn. Sci. Fish.*, 51:539-542, 1985.
- 16 KLITGAARD, T. Morphology and histology of the heart of the Australian lungfish. *Neoceratodus forsteri* (Kreffft) *Acta Zool.*, 59:187-198, 1979.
- 17 KUMAR, S. Sinuatrial funnel in the heart of a teleost fish. *Science Cult.* 40:361-362, 1974.
- 18 LEKNES, I. L. A scanning electron microscopic study on the heart and ventral aorta in a teleost. *Zoo. Anz.*, 214:142-150, 1985.
- 19 LEMANSKI, L.F.; FITTS, E.P.; MARX, B.S. Fine Structure of the Heart in the Japanese medaka *Oryzias latipes*. *J. Ultrastruct. Res.*, 53:37-65, 1975.
- 20 LIGHT, J.H. & HARRIS, W.S. The structure, composition and elastic properties of the teleost bulbus arteriosus in the carp *Cyprinus carpio*. *Comp. Biochem. Physiol.* 46A:699-708, 1973.

- 21 MAHESHWARI, S.C. The heart and venous system of *Mastacembelus armatus* (Lacep.). *Proc. Nat. Acad. Sci. India Sect. B.*, 36:577-584, 1966.
- 22 McWILLIAM, J.A. On the structure and rhythm of the heart in fishes with special reference to the heart of the eel. *J. Physiol.*, 6:192-205, 1885.
- 23 MIDTTUN, B. Ventricular myocardium of the pike *Esox lucius* L. (Teleostei) Ultrastructure of the junctional region. *Zool. Anz.*, 210:271-281, 1983.
- 24 MISHRA, N.; OJHA, J.; DATTA, J.S.; MITTAL, A.K. Histochemistry and functional organization of the heart and aortae of an obligatory air-breathing mud-eel, *Monopterus (Amphipnous) cuchia*. *Arch. Biol.* 89:107-121, 1978.
- 25 MITRA B. & GHOSH, E. On the hypobranchial artery of *Cirrhinus mrigala* and *Catla catla* (H.B.) with notes on their heart and afferent and efferent branchial systems. *Zool. Anz. Bd.* 100:67-73, 1932.
- 26 MYKLEBUST, R.; DALEN, H.; SAETERSDAL, T.S. A comparative study in the transmission electron microscope and scanning electron microscope of intracellular structures in sheep muscle cells. *J. Microsc.* 105:57-65, 1975.
- 27 _____. A correlative transmission electron microscope and scanning electron microscope of the pigeon myocardial cell. *Cell. Tissue Res.*, 207:31-41, 1980.
- 28 MOTT, J.C. The gross anatomy of the blood-vascular system of eel, *Anguilla anguilla*. *Proc. Zool. Soc., London* 120:503-518, 1950.
29. MUNSHI, J.S.D. & MISHRA, N. Structure of the heart of *Amphipnous cuchia* (Ham). *Amphipnoidae, Pisces. Zool. Anz.* 193:228-239, 1974.
- 30 NAIR, M.G.K. Some observations on the anatomy of the heart of the African lung fish, *Protopterus aethiopicus*, Heckel. *Proc. Indian Acad. Sci. Sect. B.*, 84:6-11, 1976.

- 31 OSTADAL, B. & SCHIEBLER, T.H. The terminal blood bed in the heart of fish. *Z. Anat. Entwicklungs Gesch.* 134:101-110, 1971.
- 32 PARSONS, C.W. The conus arteriosus in fishes. *Q.J. Microsc. Sci.*, 73-145, 1930.
- 33 PRAKASH, R. The heart of the common Indian cat fish *Heteropneustes fossilis* with special reference to the conducting system. *Proc. Zool. Soc. Bengal.* 6:113-118, 1953.
- 34 PRIEDE, L.G. Functional morphology of bulbus arteriosus of rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *J. Fish. Bio.*, 9:206-216, 1976.
- 35 RANDALL, D.J. Functional morphology of the heart in fishes. *Am. Zoologist.* 8:179-189, 1968
- 36 SAHAI, R. & CHAWLA, D.S. Gross anatomy and histology of the heart of *Puntius ticto* (Ham.). *Zool Anz.*, 184:169-175, 1970.
- 37 SANTER, R.M. & WALKER, M.G. Morphological studies on the ventricle of heart. *J. Zool. Lond.* 190:259-272, 1980.
- 38 SAXENA, D.B. & BAKHSHI, P.L. Cardiovascular system of some fishes of the torrential streams in India: III. Heart of *garra mullya* (Sykes) and *Schizothorax curvifrons niger*, Heckel. *Vestnik Cesk Spolecnosti Sool.*, 30:323-336, 1966.
- 39 SENIOR, H.D. The conus arteriosus in *Tarpon Atlanticus*. *Biol. Bull.* 12:145-151, 1907.
- 40 SING, R. A comparative study of the heart of *channa punctatus* and *Amphipnous cuchia*. *Agra Univ. J. Res. Sci.* 16:19-25, 1967.
- 41 SMITH, W.C. On the process of disappearance of the conus arteriosus in teleostes. *Anat. Rec.*, 15:66-71, 1918.
- 42 SRIVASTAVA, R.K. Studies on the morphology and physiology of the heart of *Clarias batrachus* (in.). I. the gross anatomy of the heart. *Zool. Anz.*, 175:310-316, 1965.

- 43 _____ . Gross anatomy of the heart of *Puntius sarana* (Ham.). *Zool. Anz.*, 176:103-106, 1966.
- 44 _____ . Gross anatomy of the heart of *Labeo calbasu* (Ham.). *Zool.*, *Anz.* 177:116-119, 1966.
- 45 _____ . Gross anatomy of the heart of *Oxygaster gora* (Ham.). *Zool Anz.*, 176:259-263, 1966.
- 46 SYBERS, H.D. & ASHRAF, M. Scanning electron microscopy of cardiac muscle. *Lab. Invest.* 30:441-450, 1974.
- 47 THOMAS, E.I. Studies on the heart of *Clarias magur*, Agra Univ. *J. Res. (Sci)*, Part III, 12:59-68, 1963.
- 48 _____ . The cardiac valves of *Ophiocephalus striatus* (Bloch). *Sci. and Cult.* 33:83-84, 1967.
- 49 _____ . The atrio-ventricular valves of *Anabas scandens*. *Sci. and Cult.* 34:494, 1968.
- 50 _____ . The minute anatomy of heart of *Anabas testudineus*. (Cuvier). *Zool. Anz.*, 196:397-404, 1976.
- 51 TOTA, B.; CIMINI, V.; SALVATORE, G.; ZUMMO, G. Comparative study of the arterial and lacunary systems of the ventricular myocardium of Elasmobranch and Teleost fishes. *Am. J. Anat.*, 167:15-32, 1983.
- 52 WALKER, MG.; SANTER, R.M.; BENJAMIN, M.; NORMAN, D. Heart structure of some deep-sea fish (Teleost: *Macrouridae*). *J. Zool. (Lond.)*, 205:75-90, 1985.