

FISIOECOLOGIA DE TAMBAKY M'BOYA — *Lepidosiren paradoxa* (Fitzinger) DA AMAZÔNIA (PEIXE — DIPNÓICO) — ESTRUTURA DO TEGUMENTO

Lina Maria De Petrini da Silva Coelho
e Paulo Sawaya.

RESUMO

Departamento de Fisiologia Geral e Instituto de Biologia Marinha — Universidade de São Paulo. Caixa Postal 11230 — São Paulo, 10000, Brasil

A estrutura do tegumento da *Lepidosiren paradoxa* apresenta diferenças sensíveis quanto à espessura de epiderme, o tamanho, o número e localização das glândulas mucosas, quando o animal está em vida aquática ou estival.

Nas regiões pélvica e interocular ocorrem capilares sanguíneos, intraepiteliais, e capilares sanguíneos subepidérmicos nas regiões ventral, pélvica e supralabial.

Numerosas são as papilas dérmicas vasculares, cujas dimensões variam, chegando a formar dobras no tegumento como acontece na região ventral.

O tegumento da extremidade caudal do animal em estivação apresenta amebócitos, contendo granulações bem evidentes, o que leva admiti-los como fagócitos.

Os capilares sanguíneos intraepiteliais e subepidérmicos constituem uma das bases estruturais que fundamentam uma respiração cutânea, como foi sugerido por SAWAYA — (1946:270 e 272; 1947: 48).

Durante a vida aquática houve regeneração da extremidade caudal da *Lepidosiren paradoxa*.

PHYSIOECOLOGY OF THE TAMBAKY M'BOYA — *Lepidosiren paradoxa* (Fitzinger) OF THE AMAZON (DIPNOAN — FISH) — STRUCTURE OF THE INTEGUMENT

SUMMARY

The skin of *Lepidosiren paradoxa* in aquatic life is provided with intraepithelial blood capillaries. These structures are absent in animals in aestivation. The structure of the skin in both condition of life are studied chiefly the

thickness of the epidermis, size, number and localization of the mucous glands, and the dermal vascular net.

The structure of the integument of *Lepidosiren paradoxa* shows many differences related to the thickness of the epidermis, size and number and localization of the mucous glands when the animal is in aquatic or aestival life.

In the pelvic and intraocular region the skin is provided with intraepithelial blood capillaries and in the ventral pelvic and supralabial regions only subepidermic blood capillaries were shown in fishes during the aquatic life but not in aestival life.

There are several dermic vascular papillae. In some regions they are so large that the integument presents folds, chiefly in the ventral region.

During aestivation the skin of *Lepidosiren paradoxa* presents in the caudal region many amebocytes provided with granules and it is assumed that they are phagocytes.

The presence of intraepithelial and subepithelial blood vessels in the skin is admitted as the basic structure of the cutaneous respiration as has been suggested by Sawaya (1946: 270 and 272; 1947: 48).

Lepidosiren paradoxa regenerates the caudal end during the aquatic life.

I — INTRODUÇÃO

O fato dos peixes habitarem ambientes diversos possibilita o estudo de vários aspectos, principalmente de natureza ecológica. O meio aquático é seu "habitat" peculiar, mas não poucos podem permanecer, pelo menos temporariamente, nos manguesais, nos charcos ou enterrados na lama. Esse comportamento acha-se relacionado com determinadas estruturas, entre as quais contam as de tegumento.

A grande maioria dos peixes possui a pele recoberta de muco, secretado por numerosas glândulas tegumentárias, o qual constitui elemento de alta proteção do animal, pois, no ambiente em que vive, não poucas são as agressões a que se acha submetido.

O mecanismo da secreção do muco e a sua própria fisiologia ainda oferecem largo campo de estudo, pois vários aspectos ainda não se acham esclarecidos.

Particularmente nos peixes que têm hábito de se enterrar na lama, o muco tegumentário e várias estruturas da pele sofrem importantes modificações. Assim, por exemplo, o próprio número de camadas celulares do epitélio tegumentar, em não poucos peixes, modifica-se de acordo com o ambiente em que o animal vive.

Entre estes peixes, a ordem dos Dipnóicos é das mais interessantes, principalmente pelos seus hábitos anfíbios e pelas peculiaridades do revestimento cutâneo. Assim, na *Lepidosiren paradoxa*, o único representante sulamericano da ordem, à membrana basilar tegumentária (Smith e Coates, 1936: 282) se superpõem quatro a seis camadas de células epidérmicas. A derme é provida de cromatóforos anebóides cujo número varia de uma a outra região, dando-lhe coloração mais ou menos escura. Segundo Berting (1957: 434), nos peixes em geral, as glândulas mucosas unicelulares cutâneas são abundantes e a sua forma, dimensão e posição muito variáveis.

Particularmente dentre os Dipnóicos, o representante africano, *Protopterus annectens*, tem a pele provida de glândulas com considerável modificação, se o animal está em vida aquática ou estival. Smith e Coates (1937: 489) afirmam que no primeiro estágio a pele é composta de um epitélio estratificado, que repousa sobre uma delicada membrana basilar, superposta a um aglomerado de tecido conjuntivo frouxo e corio, no qual as escamas se inserem. Muito desenvolvidas na epiderme estão as células mucosas, que em condições fisiológicas normais suprem de abundante muco para a lubrificação da superfície do corpo durante as fases de formação do ninho.

No estágio estival, as glândulas apresentam-se reduzidas, achando-se a epiderme mais delgada (Smith e Coates, 1937: 489-490), parecendo atrofiada. As células mucosas são pequenas e esféricas e a membrana basilar muito mais espessa.

Em vários Teleósteos, Bertin (l.c.: 434) ocorrem papilas sensoriais que podem ser vasculares ou esclerógenas.

O limite entre a epiderme e a derme é geralmente plano e sem papilas. (Sanzo, 1911).

Comumente se descreve na derme dos peixes, de um modo geral, as seguintes camadas: limitante ou membrana basilar, camada de tecido conjuntivo frouxo e camada de tecido conjuntivo denso.

A camada de tecido conjuntivo frouxo é a camada nutritiva da pele (Bertin, l. c.: 437) e pode ter função respiratória como em *Anguilla* (Krogh, 1904 a: 353-354).

As lamelas e verrugas cutâneas de diversas famílias de teleósteos devem ter também função respiratória (Bertin, l. c.: 438). Uma lâmina conjuntiva superficial ocorre em camadas, envolvendo as escamas unindo as anteriores com as posteriores em *Epiceratodus*, *Lepidosiren* e *Protopterus* (Keer, 1955: 344).

Segundo este autor, as escamas dos três gêneros de Dipnóicos apresentam estruturas semelhantes. As lamelas de tecido conjuntivo denso formam leitos

para as escamas, as quais são imbricadas, arredondadas e finamente granuladas, sendo que as menores se encontram na base das nadadeiras (extremidades), faltando mesmo no resto delas (Bischoff, 1840: 117).

Numerosos autores preocuparam-se com a ocorrência de capilares subjacentes à epiderme, em papilas ou intraepiteliais, tanto nos peixes como em vários outros Vertebrados, o que os levou a admitir uma relação com a absorção de oxigênio e eliminação de dióxido de carbono.

Assim, segundo Bethge (1898: 694) e Noble (1925: 360-384), só a ocorrência de capilares sanguíneos no epitélio seria suficiente para fazer supor a existência de respiração através do tegumento.

Mesmo nos Anfíbios de hábitos subterrâneos, como por ex., o *Siphonops annulatus*, a presença de capilares sub-epidérmicos relacionada com a eliminação de dióxido de carbono foi comprovada por Mendes (1941: 297-299; 1945:58-59). A circulação cutânea desse animal já havia sido estudada por SAWAYA (1941:221-223). Além disso, notou-se a existência de vasta rede capilar sub-epitelial no esôfago e na traquéia desse Ginofiono, relacionando-a com a mesma função respiratória (Mendes, l. c.: 293 — 297).

Naturalmente, a respiração cutânea requer permanência do animal em ambiente aquático ou pelo menos bastante úmido como acontece, p. e., com os Oligoquetos. Nos Anfíbios é reconhecida a respiração cutânea também em Anuros e Urodelos.

Nos Peixes, sabe-se que a pele da *Anguila* absorve 2/3 do oxigênio total respirado pelo animal a 16°C e 3/5 à temperatura de 7,5 a 8°C, o que é efetuado pelos capilares sanguíneos sub-epidérmicos (Krogh, 1904 a: 353-354).

Demonstrou-se por outro lado que, no sapo (*Bufo* sp.) a maior parte do dióxido de carbono é eliminada pela pele e o oxigênio é absorvido pelos pulmões (Krogh, 1904:334). Em trabalho clássico, P. e S. Sarasin (1887/90:167) atribuem aos capilares tegumentários da larva de *Ichthyophis glutinosus* uma função principal de nutrição das células e uma secundária de respiração cutânea.

Já nos Peixes, as mucosas gástrica e a retal de *Plecostomus plescostomus* (Cascudo) apresentam capilares intraepiteliais implicados na respiração de emergência que por elas o animal realiza (Sawaya e Petrini, 1960: 5-24; Petrini, 1961: 175).

Chardon (1961: 84) afirma que em *Protopterus* a pele é percorrida por uma rede de vasos cujo trajeto corresponde ao limite das escamas; parece normal que as trocas gasosas se produzam ao seu nível e seu papel respiratório não parece negligenciável. Todavia, esta função não foi confirmada experimentalmente.

Cunningham (1912 e 1930: 484 e 485) associou o desenvolvimento dos filamentos pélvicos vasculares dos machos de *Lepidosiren paradoxa*, durante a época da reprodução, com o suprimento de oxigênio para os ovos e larvas.

Outros autores já haviam relacionado os filamentos pélvicos dos machos de *Lepidosiren paradoxa* durante a época reprodutora com outras funções: Ehlers (1894) com dimorfismo sexual; Lankester (1894) com funções tátil, copuladora e respiratória; Kerr (1896) com o desenvolvimento nupcial como ocorre em certos peixes e anfíbios, e com órgãos acessórios da respiração; Agar (1908) observou a coincidência da atrofia dos filamentos pélvicos com o fim do período de guarda dos ovos pelo macho; e Dudgett (1901) com a emissão de oxigênio para a respiração dos ovos.

Por sua vez, Carter e Beadle (1930: 199) investigando no Chaco a biologia de *Lepidosiren paradoxa*, chegaram à mesma conclusão de Cunningham, porém independentemente.

Em 1932, Cunningham e Reid (1932: 234) procuraram demonstrar em machos e fêmeas jovens de *Lepidosiren*, com água de baixo teor de oxigênio, e, em machos adultos com filamentos pélvicos, nas mesmas condições, a eliminação de oxigênio por esses últimos. Obtiveram no primeiro caso uma diminuição no teor de oxigênio e no segundo um aumento.

Foxon, no entretanto, (1933: 732 e 913), não se satisfaz com a experiência e as conclusões de Cunningham e Reid (l. c.) e sugeriu que a passagem de oxigênio pelos filamentos pélvicos serviriam mais para o suprimento respiratório do próprio animal a fim de evitar subidas à superfície durante a fase de cuidados à prole. Cunningham e Reid repelem esta crítica (1933: 913).

Os três autores referidos aceitam, no entanto, a passagem de oxigênio pelos filamentos pélvicos, o que depende de vascularização periférica.

Agar (1908:27-30) descreveu a presença de filamentos vasculares nas nadadeiras peitorais, além dos das nadadeiras pélvicas, com maior ou menor desenvolvimento, sendo os das nadadeiras peitorais pouco freqüentes e menores.

Quanto aos filamentos branquiais, os jovens de 150 mm apresentam capilares abaixo da epiderme, provida apenas de uma ou duas camadas de células, o que justifica a função respiratória. A estrutura das brânquias dos animais adultos apresenta-se degenerada, com pequeno desenvolvimento do epitélio respiratório, portanto, sem possibilidade de função respiratória (Fullarton, 1931: 1301 — 1306).

A mesma investigadora afirma (l. c.: 1301 e 1305) que não há possibilidade de respiração pelas brânquias devido a degeneração das células, e que a pele não pode tomar parte apreciável na respiração pela sua fraca vascularização. Em aditamento a essa informação, é de se lembrar que Junqueira, Steen

e Tinoco (1967; B-20-2) mediram a área lamelar (área respiratória total) de vários peixes Teleósteos e nas *Lepidosiren* verificaram não haver “virtualmente área lamelar alguma” nesta última.

É digno de nota o fato de Cunningham (1932: 877 — 880) haver demonstrado a absorção de oxigênio e a emissão de dióxido de carbono pelo tegumento de *Lepidosiren paradoxa*.

Por sua vez SAWAYA (1946: 270 e 272, 1947: 48) não nega a possibilidade de a pele de *Lepidosiren* desempenhar função respiratória.

Brien (1959:25) e Brien e Bouillon (1959): 36), estudando a etologia de *Protopterus dolloi* (Boulenger) e de suas larvas, afirmam que a respiração cutânea jamais desaparece completamente e que ela se mantém no adulto. Em sua opinião, o estudo e a fisiologia da respiração cutânea entre os Dipnóicos merecem ser repetidos e prosseguidos.

A respiração aérea de *Lepidosiren paradoxa* foi bem estudada por diversos pesquisadores entre eles Sawaya (1946; 1947), Pérez-González e Grinkraut (1963; 1971) e Pérez-González e Sawaya (1968), determinaram que 98% do consumo de oxigênio se realizam pelo pulmão.

Lenfant e Johansen (1968; 451) afirmam que *Protopterus aethiopicus* quando colocado em água arejada absorve 90% do oxigênio por respiração aérea, e a troca aquática de gases com as brânquias e a pele foi 2,5 vezes maior que a pulmonar na remoção do gás carbônico.

Pela análise da bibliografia aqui resumido, verifica-se que se admite em geral a ocorrência de uma respiração cutânea, tanto em Peixes como em Anfíbios, independentemente da presença de capilares intra ou interepiteliais.

A questão interessa essencialmente à ecologia de vários animais, principalmente os de hábitos subterrâneos. Haja visto, p. e., o que ocorre em Anelídeos Oligoquetos, que apresentam respiração tipicamente cutânea (Mendes e Valente, 1953: 93-101) e condicionada pela presença de capilares intraepiteliais (Mendes e Nonato, 1957: 157-160), ou mesmo na falta destes, é a pele permeável aos gases da respiração como acontece nos Ginofionos (Mendes, 1941, l. c., Sawaya, 1947 a: 54-55). Por outro lado, Peixes de hábitos tipicamente aquáticos apresentam respiração cutânea graças à presença de capilares subepiteliais.

O presente trabalho tem por objetivo principal estudar a fisiologia do tegumento da Tambaki M'boya — *Lepidosiren paradoxa*, especialmente no que se refere à existência de uma verdadeira respiração cutânea, tanto durante a vida aquática quanto durante a estival. O que se sabe, é ser a *Lepidosiren paradoxa* capaz de viver permanentemente em meio aquático, quando em cativeiro, e se for induzida a se enterrar e permanecer durante vários meses no

ninho então formado, respirariam exclusivamente o oxigênio do ar atmosférico.

Com o objetivo de estudar a fisiologia do tegumento destes Peixes, interessantes sob vários pontos de vista, por sugestão do Prof. Dr. Paulo Sawaya, fui levada a investigar estruturas tegumentárias de modo a verificar a existência de elementos que concorram para demonstrar a existência de uma verdadeira respiração cutânea.

Em conexão com este propósito, acha-se o fato de serem os Dipnóicos capazes de regenerar partes do corpo, p.e, a cauda. Realmente, Conant (1970: 20-22) demonstrou ser a regeneração em cauda de *Protopterus* em vida aquática da ordem de 35mm em 110 dias, sendo sustada durante a estivação induzida, que durou 128 dias.

Tomando como base esse fato, outro ponto também abordado neste trabalho refere-se à regeneração da cauda de *Lepidosiren paradoxa* em condições experimentais.

II — MATERIAL E MÉTODOS

A — Material:

A *Lepidosiren paradoxa* é o único Dipnóico que vive na bacia Amazônica e na do Prata.

A espécie amazônica foi descoberta por Natterer em 1836 e sua denominação bem como a comunicação de sua classificação foi feita por Fitzinger em 26 de setembro de 1836, que a denominou de *Lepidosiren paradoxa* (Baur, 1887:575). Na época foi considerada um anfíbio. É conhecida na região norte do país pelos seguintes nomes: Caramuru, nome regional de Borda (Bischoff, 1840:119); Trayra-M'boya, nome nativo citado por Lankester (1896:22); Tariira-bóia, Pirarucu-bóia e Cobra (Goeldi, 1898: 417); Tambaki M'boya, Caracuru, Trairambóia, Minhocão e atualmente Amoréia, indicação dada por Sawaya em 1970 (Shinomiya em 1970: 82).

Os animais utilizados para as pesquisas foram 10 adultos de ambos os sexos, medindo entre 60 e 80 cm de comprimento e pesando de 700 a 1250 g.

São originários das águas poluídas das valas abertas pelo Serviço de Saneamento nos arredores da cidade de Belém, Estado do Pará.

No ambiente natural, as *Lepidosiren paradoxa* têm vida aquática no período das chuvas e subterrânea na época das secas. Isto acontece principalmente, no Gran Chaco Paraguaio (Carter e Beadle, 1930:197) devido à longa estiagem que causa a secagem dos pequenos rios e também das valas. Todavia,



Fig. 1 — *Lepidosiren* em vida aquática nos laboratórios do Departamento de Fisiologia Geral do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo.



Fig. 2 — *Lepisiren* abocanhando ar para sua respiração.

Sawaya (1946:271) lembra a possibilidade das *Lepidosiren paradoxa* do Pará não estivarem, dado o regime de chuvas, típico da região. Acontece, porém, que no laboratório foi possível induzir a *Lepidosiren* a estivar (Pérez-Gonzalez e Grinkraut, 1963:279-280).

Nessa fase, o animal cava uma galeria, que fica revestida por muco, onde permanece recurvado com a cauda cobrindo os olhos.

Em laboratório, os exemplares são mantidos em aquários em número de um a quatro, conforme o tamanho dos animais e dos aquários. Prefere-se utilizar aquários individuais visto ser freqüente a luta entre os peixes num mesmo aquário. Quando isto acontece, há ferimentos cutâneos que logo são atacados por parasitas, principalmente a conhecida *Saprolegnia*.

A água é permanentemente arejada a fim de evitar o crescimento do referido fungo (*Saprolegnia*) sobre o tegumento dos animais, que poderá por vezes até causar-lhes a morte (Shinomiya, 1970: 39 e 41).

A renovação da água é feita semanalmente. Nos aquários são colocadas plantas como *Salvinia* sp. e "aguapê" (*Eichornia crassipes*).

A temperatura da sala ambiente foi permanentemente de 18 a 25°C, pois, como se sabe, estes peixes não resistem à temperatura abaixo de 18°C.

Atualmente, cerca de quinze exemplares são mantidos desse modo nos laboratórios do Departamento de Fisiologia Geral do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, para as pesquisas do grupo chefiado pelo Prof. Dr. Paulo Sawaya desde 1967.

Os exemplares foram trazidos pelo Dr. João E. Lunetta em 1967 e em 1970 pelo Dr. Paulo Sawaya. Nesse mesmo ano, outros exemplares foram enviados pelo Prof. Fernando da Costa Novaes do Museu Goeldi e em outubro de 1971 e janeiro de 1972 chegaram mais dez exemplares.

O transporte foi sempre feito por via aérea, em sacos plásticos com água e ar, e acondicionados em caixas de isopor.

No laboratório, os animais são alimentados com fragmentos de pão e minhoca, constituindo a alimentação preferida.

B — Método:

Os animais foram anestesiados com Propileno-Fenoxetol a 1%. O tempo necessário para a anestesia completa do animal é de duas horas.

Logo após a anestesia, retiraram-se fragmentos de tegumento de diversas regiões do corpo, a saber: supra labial, interocular, craneana, mediana ventral, dorsal, pélvica e caudal.

A fixação foi feita com formalina a 10%, Bouin-acético, Zencker e

formalina-cálcio. O primeiro fixador serviu para o emprego do método da Benzidina básica, com o intuito de evidenciar os capilares.

Coloração pela Hematoxilina-Eosina, Tricrômico de Mallory, Hematoxilina-férrica de Heidenhain, Benzidina básica segundo Puckworth (Gurr: 151-152), P. A. S., Fucsina Paraldeido de Gabe e Perdrau.

O método da Benzidina evidencia os eritrócitos graças à atividade peroxidásica da hemoglobina, em azul quase preto e os capilares em preto.

Os resultados esperados desse método não foram obtidos porque requer cortes espessos (20 a 50 micrômetros). Como o tegumento da *Lepidosiren* é rico em melanóforos localizados na derme, exatamente nas faixas de abundância de capilares sanguíneos e na epiderme, nos cortes com tal espessura eles se confundem com os cromatóforos.

Inclusão em parafina, e cortes de 5 a 7 micrômetros de espessura.

Para se obter material do animal em estivação usou-se o método da indução à estivação.

Quando o animal está próximo da época estival adquire a posição de estivação, isto é, fica recurvado com a cauda sobre os olhos, no fundo do aquário.

Um exemplar macho adulto pesando 1.050g, nessas condições, foi colocado num aquário contendo terra do fundo do lago dos arredores da Cidade Universitária, com uma certa quantidade de água que a cobria. Logo o animal começou a cavar para se enterrar. Depois de duas horas ele já estava acomodado no ninho de lama onde permaneceu durante quatro meses. O ninho apresentava um orifício da abertura para a superfície, para a aeração. (Figuras 3, 4 e 5).

Decorridos os quatro meses a Pirambóia foi retirada da estivação. (Figuras 6, 7, 8 e 9).

Retirou-se um fragmento da extremidade caudal medindo 1,5cm, que foi fixada em Bouin-acético para preparação histológicas.

O animal não foi anestesiado para a retirada do material.

A seguir ele foi colocado no aquário onde reiniciou sua vida ativa. Após seis meses de vida aquática obteve-se outro fragmento da extremidade caudal de aproximadamente 2 cm, sem anestesia.

O período de estivação induzida dessa Pirambóia foi de 28 de janeiro a 28 de maio de 1971.



Fig. 3 — A *Lepidosiren* com a metade do corpo enterrada.



Fig. 4 — *Lepidosiren* terminando de se enterrar. Estivação induzida.



Fig. 5 — *Lepidosiren* — aspecto do terrário no qual o animal se acha em estivação induzida.



Fig. 6 — Início da retirada do animal do seu ninho estival.



Fig. 7 — Animal recém tirado da estivação.



Fig. 8 — Ninho da *Lepidosiren* vazio após a retirada do animal.



Fig. 9 — Ninho vazio e a *Lepidosiren* ao lado, já retirada.

Outro exemplar macho, pesando 1.250 g., ficou em estivação de 20 de março de 1972 a 24 de agosto de 1972, para o estudo das modificações tegumentares durante o período estival.

III — PARTE EXPERIMENTAL E RESULTADOS

Macroscopicamente, a *Lepidosiren paradoxa*, na fase aquática apresenta-se com o tegumento escuro, quase negro e revestido de espessa camada de muco. A presença do muco é uma das causas principais da dificuldade de contenção do animal durante as experiências.

O exemplar macho, que foi colocado para estivar em 28 de janeiro de 1971, perdeu 350 g. durante os quatro meses de estivação. Pesava no início da estivação 1.050 g e depois 700g.

Ao ser colocado sobre a terra molhada para estivar, o animal cavou seu ninho e tomou a posição de estivação, isto é, com a cauda cobrindo os olhos.

Após quatro meses de estivação, a *Lepidosiren* ao ser retirada do ninho, mostra-se bastante irritável, hipersensível, emitindo roncões característicos quando apenas tocada.

A pele do animal estava semitranslúcida e com pouco muco, diferindo totalmente do aspecto apresentado na fase aquática.

A cavidade onde estava *Lepidosiren* estivando apresentava-se totalmente revestida de muco.

Quando recolocado no aquário, o animal permaneceu imóvel no fundo, subindo à tona para respirar após dois minutos e voltando logo à posição inicial. Movimentava-se lentamente, só o fazendo com certa rapidez cinco dias depois.

Durante os seis primeiros dias de volta ao aquário, rejeitou alimento, começando a comer somente a partir do sétimo dia.

O colorido do animal recém tirado da estivação apresentava-se então modificado. A cor total é de um cinza claro, que vai enegrecendo à medida que sofre a ação da luz, mesmo mergulhado na água.

As secções microscópicas do tegumento revelam uma vascularização mais intensa na região cefálica a três centímetros do lábio superior, logo acima do lábio superior e entre os olhos, na região mediana ventral e nas proximidades das nadadeiras pélvicas, sendo pouco intensa na extremidade caudal. (Figs. 10 e 11).

A epiderme tem uma espessura média de 150 a 170 micrômetros, mas não é uniforme em todo o corpo, pois pode ter 15 micrômetros na região pélvica, que foi a menor medida obtida.

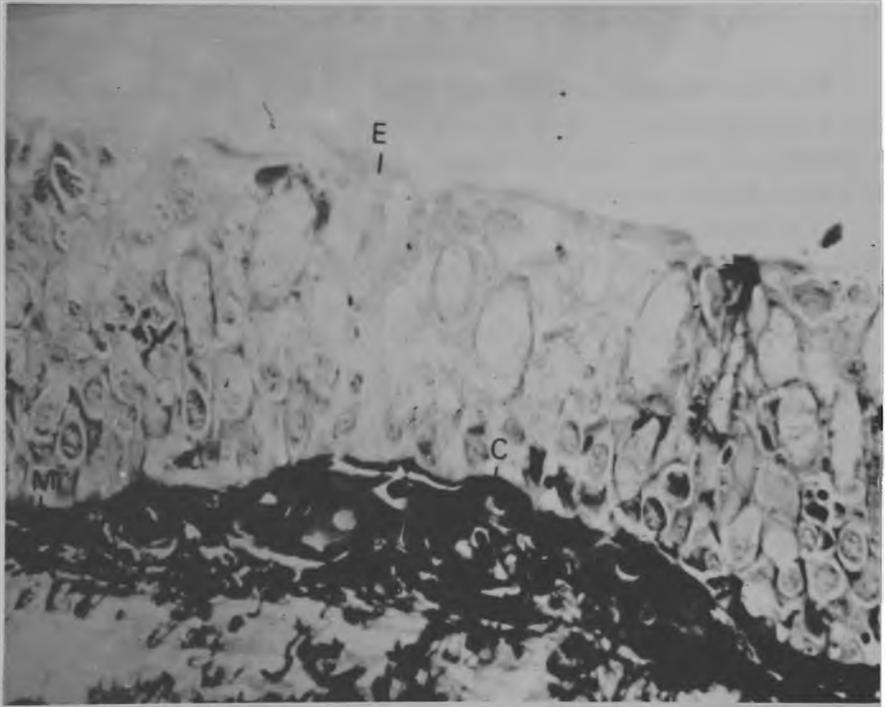


Fig. 10 — *Lepidosiren paradoxa* Fitz. — Secção transversal do tegumento da região supra-labial. E-epiderme; C-capilares subepiteliais; M-melanóforos; Bouin, Mallory, 160X.

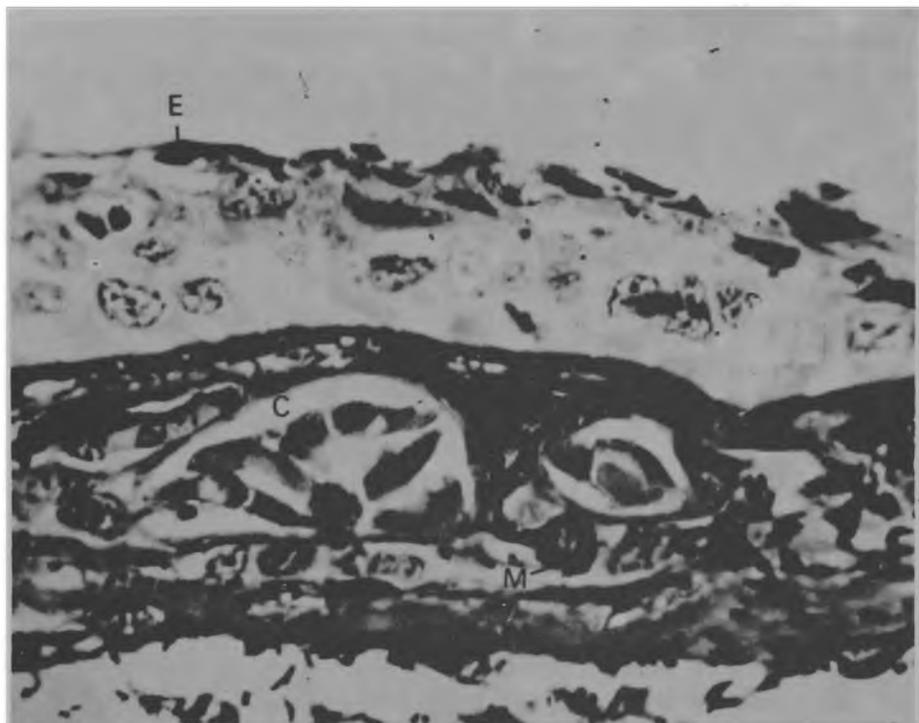


Fig. 11 — *Lepidosiren paradoxa* Fitz. Secção transversal do tegumento da região pélvica. E-epiderme; C-capilares subepiteliais; M-melanóforos. Bouin, Mallory. 400X.

O número de estratos de células, vai de 10 a 12 havendo regiões, como a pélvica, em que esse número se reduz a 3 ou 4 camadas de células achatadas.

Pode-se distinguir duas camadas distintas de células tegumentárias, porém sem limite nítido entre ambas. A camada germinativa é constituída de células cúbicas de 25 micrômetros de maior diâmetro, formando um estrato uniforme assentado sobre a lâmina basilar. Os núcleos são esféricos, medindo cerca de 8 a 10 micrômetros de diâmetro e de posição central. Acima dessa camada dispõem-se as camadas de células que formam os estratos intermediários, em número que vai de 4 a 5. Sem limites nítidos seguem-se os estratos de células mucosas caliciformes ovoidais de até 120 micrômetros de maior diâmetro.

As células mucosas caliciformes, de número variável de uma região a outra do corpo do animal, sendo praticamente inexistentes no tegumento da região pélvica. Superpõe-se à camada de células caliciformes, a camada delgada de muco.

Estruturas epidérmicas contendo hemácias são freqüentes entre as camadas de células mucosas. Tais estruturas são facilmente reconhecidas por serem as hemácias elípticas, nucleadas de núcleo fortemente fucsinófilo quando corado pela fucsina ácida, no que difere dos núcleos das demais células tegumentárias, quando o material é corado pelo método tricrômico de Mallory. São na realidade capilares intraepiteliais que estão presentes nas regiões pélvica e interocular. O diâmetro destes capilares chega até 75 micrômetros (Fig. 12, 13 e 14).

Tais capilares intraepiteliais diferem dos capilares das papilas dérmicas por não serem circundados de tecido conjuntivo, como acontece nos vasos dérmicos, que pelo método de Mallory cora-se em azul. (Fig. 15).

Os melanóforos epidérmicos distribuem-se variadamente nos diversos estratos e nas diferentes regiões do corpo.

Tal aspecto é o que comumente se encontra no tegumento das *Lepidosiren* durante a vida aquática.

Durante a vida estival o aspecto do tegumento é outro. A diferença principal encontra-se no volume das células mucosas, especialmente quando se examinam as da extremidade caudal. Nesta região as referidas células apresentam um corpo celular de 60 a 120 micrômetros de maior diâmetro.

A espessura da epiderme também é diferente nos dois estágios. Varia de 66 a 180 micrômetros no estado de vida aquática e após 4 meses de estivação esta espessura vai de 150 a 300 micrômetros. Tal diferença de espessura pode ser nitidamente notada nas microfotografias dos cortes transversais do tegumento da cauda de *Lepidosiren* em vida aquática e em estivação (Figs. 16 e 17).

Nesse estágio as glândulas mucosas acham-se reduzidas em número e vo-

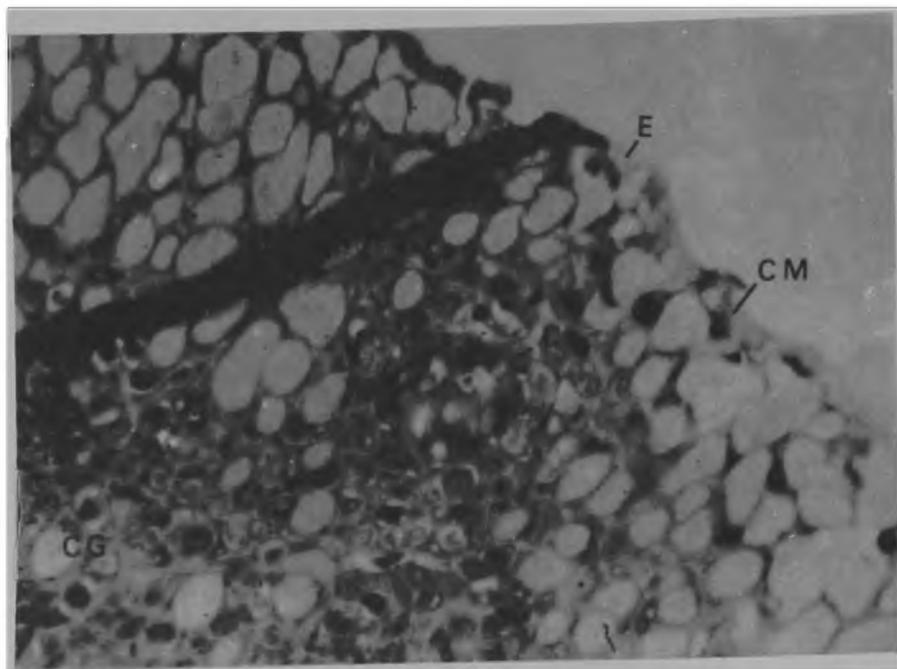


Fig. 12 — *Lepidosiren paradoxa* Fitz. Secção transversal do tegumento da região interocular. E-epiderme; C. M.-camada mucosa; C. G. — camada geratriz; C-capilar intraepitelial. Bouin, Mallory. 160X.

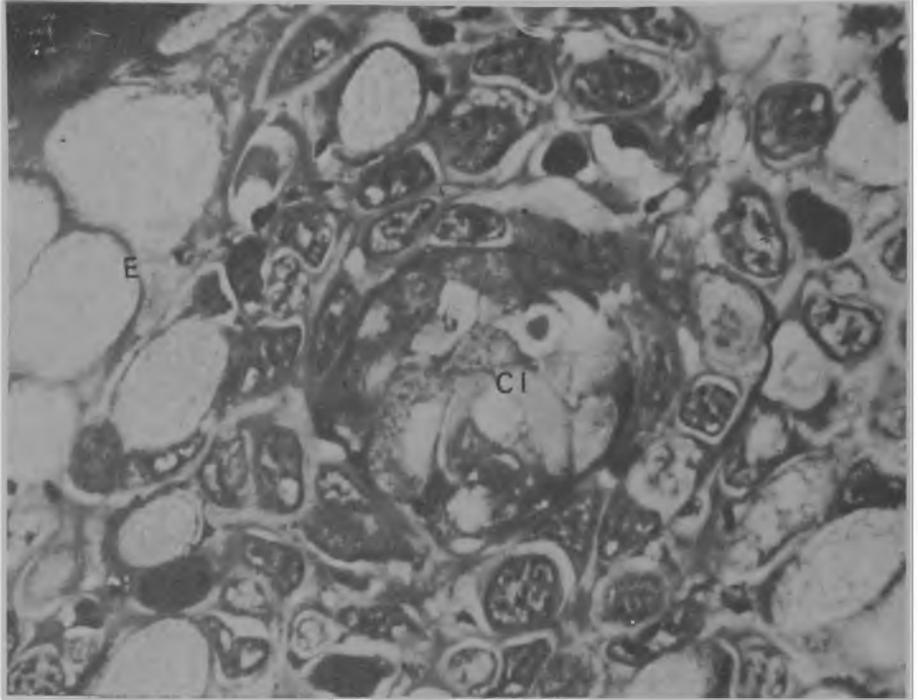


Fig. 13 — *Lepidosiren paradoxa* Fitz. Secção transversal do tegumento da região interocular. E-epiderme; CI-capilar intraepitelial. Bouin, Mallory. 400X.

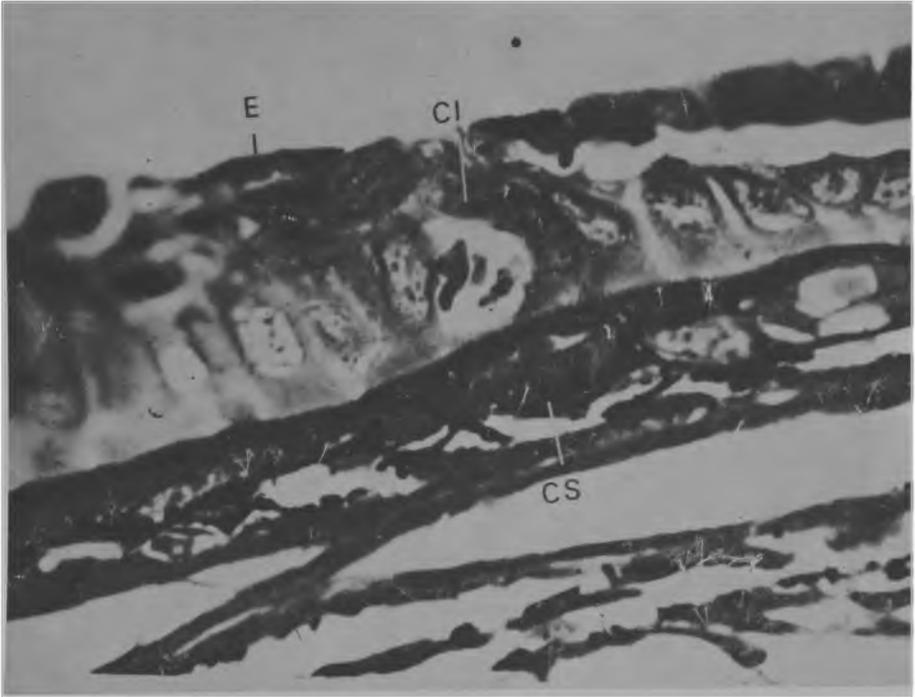


Fig. 14 — *Lepidosiren paradoxa* — corte transversal do tegumento da região pélvica do animal em vida aquática; E-epiderme. C.I.-capilar sangüíneo intraepitelial; C.S.-capilar sangüíneo subepitelial. Bouin, Mallory. 400X.

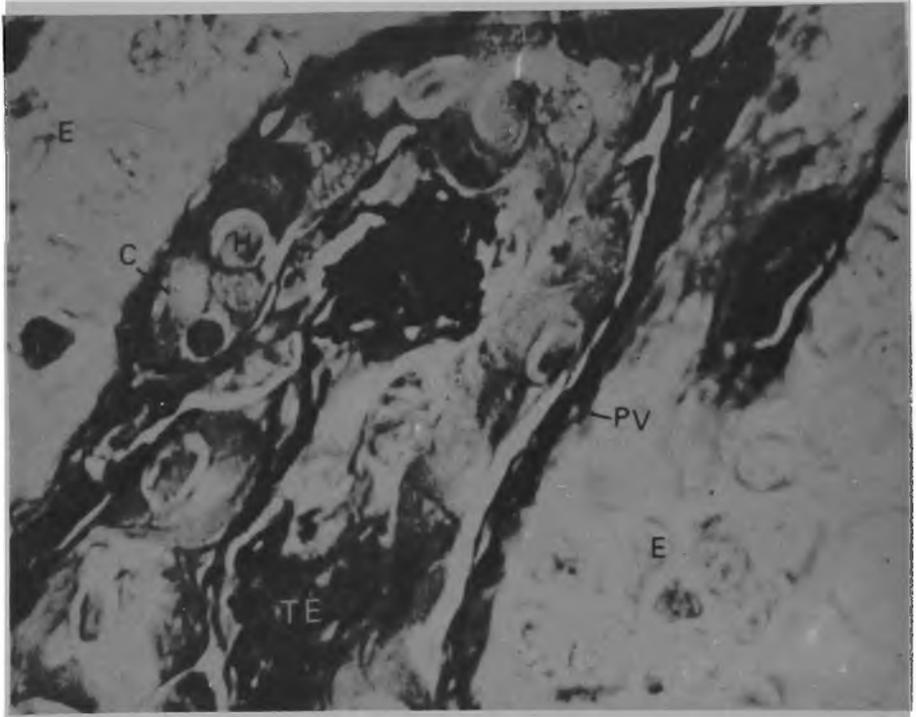


Fig. 15 — *Lepidosiren paradoxa* Fitz. — Secção transversal do tegumento da região ventral. E-epiderme; P.V.-papila vascular; C-capilar; T.E.-tecido conjuntivo elástico; H-hemácias. Bouin, Mallory. 400X.

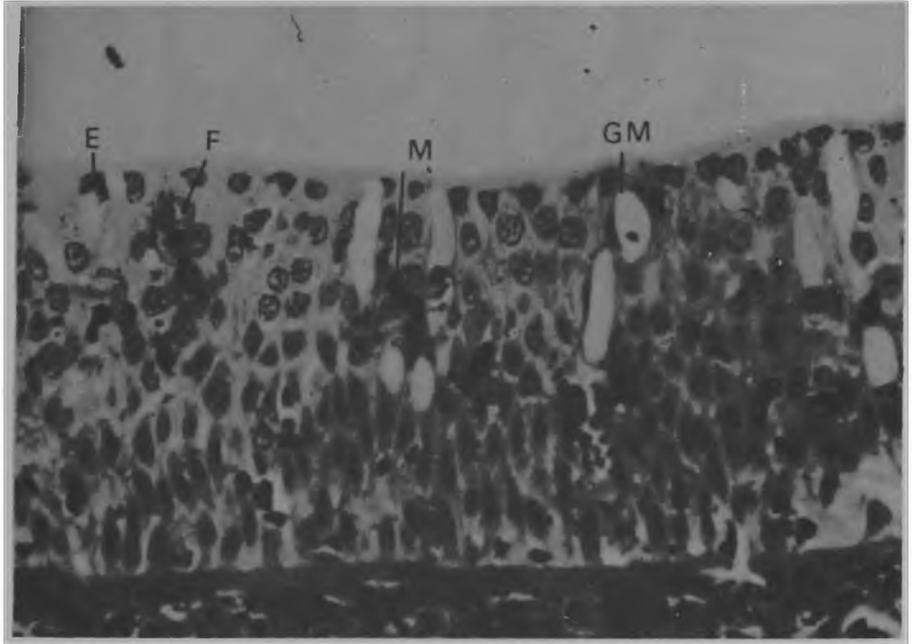


Fig. 16 — *Lepidosiren paradoxa* Fitz. — Secção transversal do tegumento da região caudal do animal em estivação. E-epiderme; G.M.-glândulamucosa; M-melanóforo; F-fagócito. Bouin; Fucsina Paraldeido (Gabe) 160X.

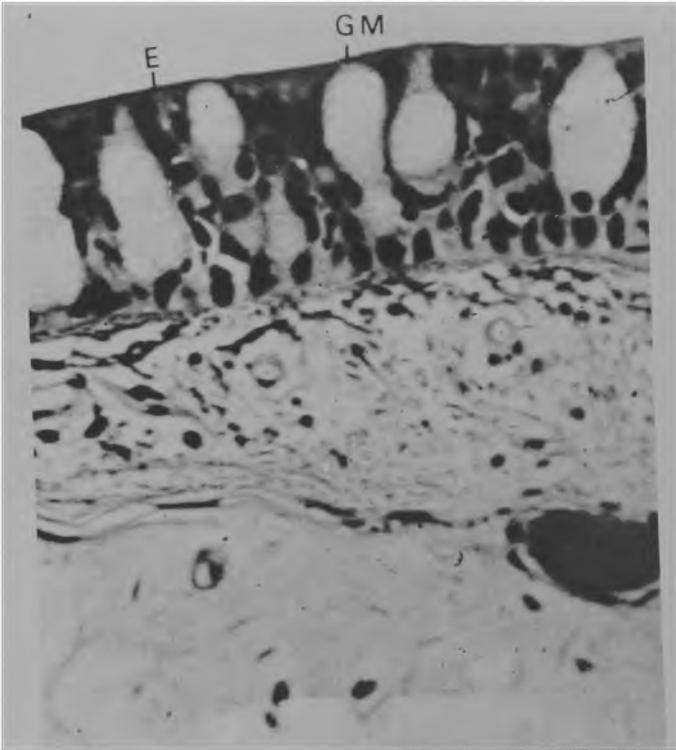


Fig. 17 — *Lepidosiren paradoxa* Fitz. — Secção transversal do tegumento da região caudal do animal em vida aquática. E-epiderme; G.M.-glândula mucosa Bouin, Hematoxilina-férrica de Heidenhain-eosina. 160X.

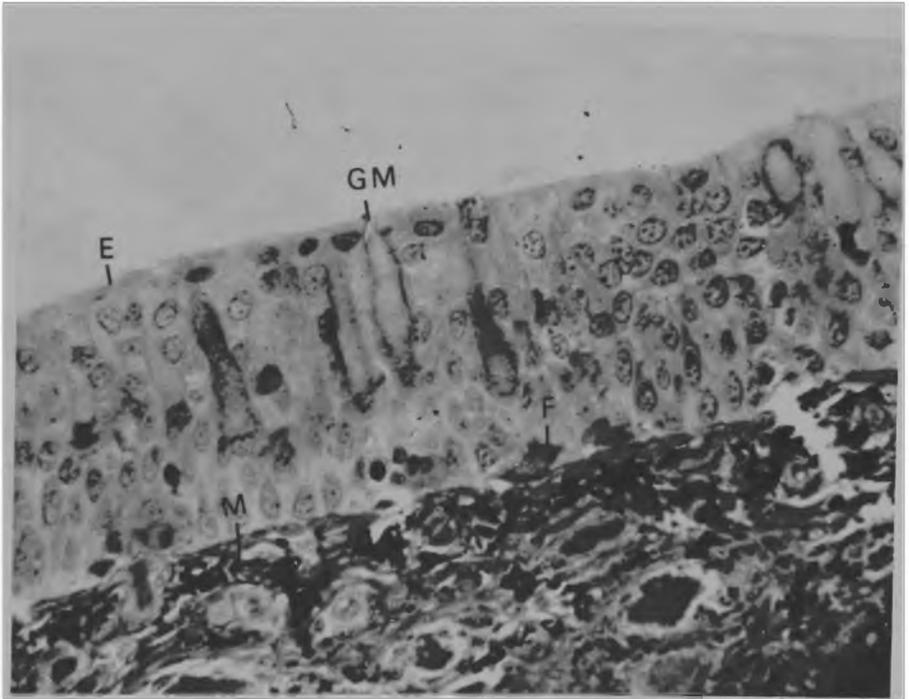


Fig. 18 — *Lepidosiren paradoxa* Fitz. — Secção transversal do tegumento da região caudal do animal em estivação. E-epiderme; G.M.-glândula mucosa; M-melanóforo; F-fagócito. Bouin; Fucsina Paradeido (Gabe) 160X.

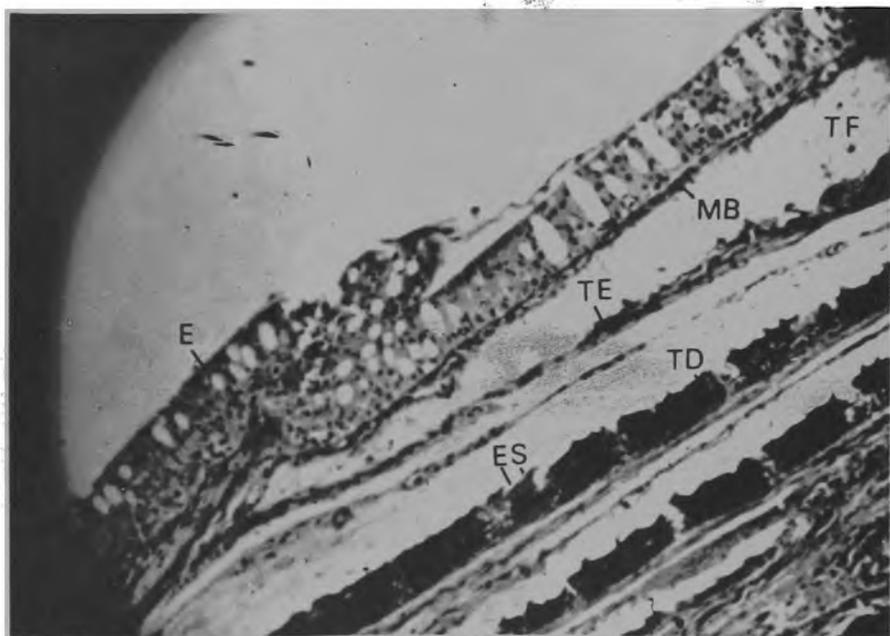


Fig. 19 — *Lepidosiren paradoxa* Fitz. — Secção transversal do tegumento da região ventral. E-epiderme; M.B-membrana basal; E.S.-escama; T.F.-tecido conjuntivo frouxo; T.D.-tecido conjuntivo denso; T.E.-tecido conjuntivo elástico. Bouin, Hematoxilina-férrica de Heidenhain-eosina. 40X.

lume (de 120 por 60 a 60 por 20 micrômetros e até 20 por 8).

Não há diferença no número e na forma dos melanóforos epidérmicos da cauda do animal nos dois estágios.

Outra diferença importante é a presença de células de contorno irregular, isto é, com aspecto amebóide, entre os estratos intermediários do epitélio. São ricas em grânulos basófilos (Fig. 16 e 18), corados pela hematoxilina férrica de Heidenhain e hematoxilina de Groat. Alguns coraram-se pela fucsina ácida e pela eosina, indicando haver no citoplasma também grânulos acidófilos. São bem visíveis tanto na epiderme como na derme da região caudal do animal em estivação, mas são ausentes na mesma região, no animal em vida aquática.

Uma membrana basilar bem nítida separa o epitélio da derme. Esta forma papilas vasculares que se aprofundam na epiderme chegando a formar dobras na superfície externa do tegumento (Figs. 19, 20, 21), chegando a medir 1800 micrômetros de altura.

Há papilas, como as encontradas na região interocular, que ficam separadas da superfície tegumentária por apenas duas camadas de células. (Fig. 22).

Todas as papilas são ricas em capilares sanguíneos, principalmente as que formam as lâminas tegumentares.

O número de capilares junto à membrana basilar é grande e varia com a região do corpo do animal, sendo pequeno na região caudal, abundante nas demais estudadas, i. e., nas regiões pélvicas, ventral, cefálica interocular e supra-labial. No primeiro caso coincide com a zona de menor espessura da epiderme.

Na região pélvica os capilares estão separados da superfície por epiderme de 42 a 15 micrômetros.

Toda a derme é constituída de tecido conjuntivo frouxo entremeado de lâminas de tecido conjuntivo denso de 90 micrômetros de espessura, dispostas regularmente em camadas e intercaladas. O número de camadas varia com a região, havendo cinco na região ventral, três na pélvica, duas a três na dorsal, uma na cefálica e nenhuma na supralabial e interocular.

Sobre cada lâmina há uma escama com denticulos na face externa e com extensão menor que a lâmina subjacente. A escama mede 15 micrômetros na porção mais espessa, e entre uma lâmina e outra, bem como envolvendo-a, há tecido conjuntivo elástico. Este tecido forma uma delicada camada, sendo ricamente vascularizado. Em certos pontos projeta-se dentro da epiderme formando as papilas vasculares. Em algumas preparações a projeção intraepitelial desse tecido é tal que parte aparece isolada, contendo capilares, dando a impressão de se tratar de capilares intraepiteliais, quando na realidade são

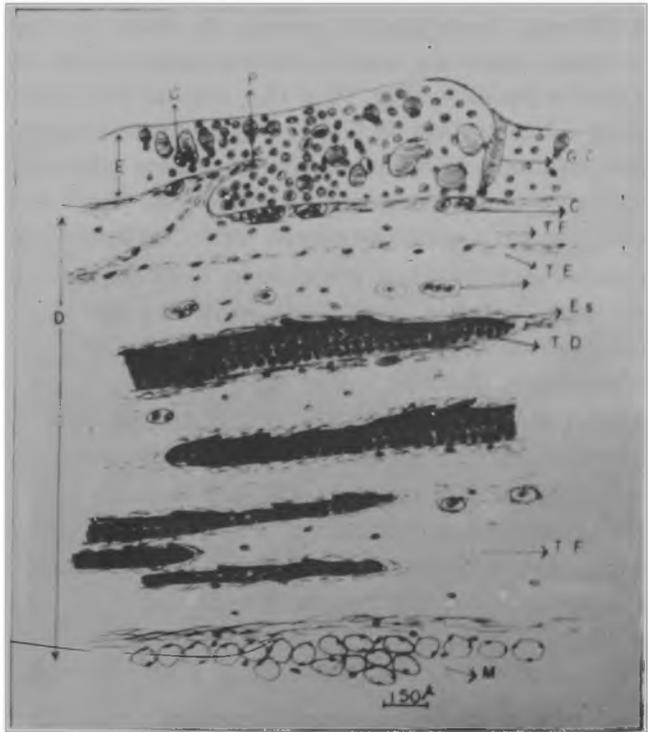


Fig. 20 — *Lepidosiren paradoxa* — esquema de corte transversal do tegumento da região ventral. E-epiderme; D-derme; P-papila dérmica; C-capilar sangüíneo; M.B.-membrana basilar; T.E.-tecido conjuntivo frouxo; T.D.-tecido conjuntivo denso; E.S.-escama; T.E.-tecido conjuntivo elástico; G.C.-Glândula mucosa; M-musculatura.

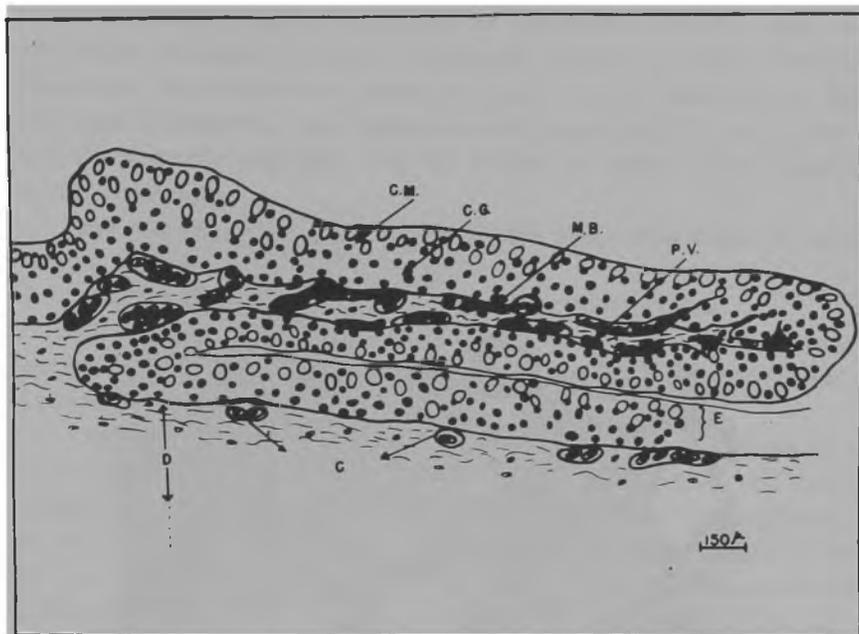


Fig. 21 — *Lepidosiren paradoxa* — esquema de corte transversal do tegumento da região ventral. E-epiderme; D-derme; C.M.-camada mucosa; C.G.-camada geratriz; P.V.-papila vascular; M.B.-membrana basilar; C-capilar sanguíneo.

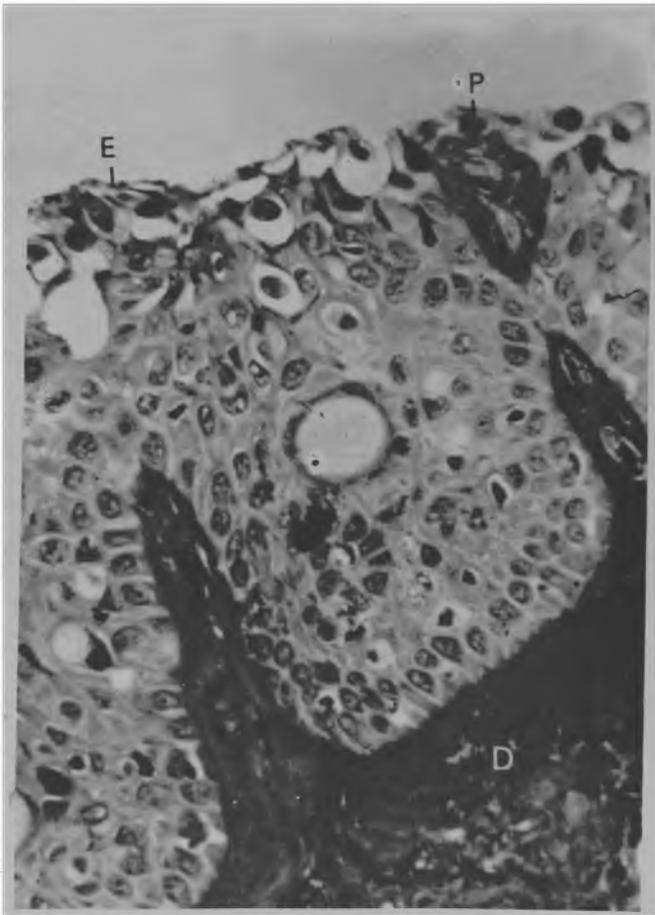


Fig. 22 — *Lepidosiren paradoxa* Fitz. — Secção transversal do tegumento da região inter-ocular do animal em vida aquática. P-papilas; E-epiderme; D-derme. Bouin, Mallory, 160X.

apenas intraepiteliais.

Os melanóforos encontram-se nos leitos do tecido conjuntivo elástico, entremeados com os capilares. Não raro (Figs. 26 e 27), aparecem como cordões sinuosos que se entrecruzam dando à preparação o aspecto de uma teia de aranha.

As escamas acham-se imbricadas no tegumento, e presas, como de hábito nos peixes teleósteos, à derme. Prendem-se também à camada superficial. As dimensões dessas estruturas variam de até 10 por 8 milímetros de diâmetro, até 2 por 2 milímetros, sendo menores as das regiões pélvica, anal e interocular. São distintamente separadas uma das outras. A superfície é ornamentada de barras irregulares.

Em contato com a musculatura há uma faixa ininterrupta de tecido conjuntivo elástico.

Na extremidade caudal não foram encontradas escamas.

O estudo do tegumento de outro exemplar, que permaneceu, cinco meses em estivação, revelou sensíveis diferenças em cada uma das regiões em relação às mesmas correspondentes do animal na vida aquática.

Na *região dorsal* a epiderme apresenta-se com 4 a 6 estratos de células, com espessura total que varia de 450 a 500 micrômetros. Há redução do número de glândulas mucosas, sendo ausentes os capilares intraepiteliais. Como se viu, a epiderme dessa mesma região do animal em vida aquática apresenta de 6 a 8 camadas de células com espessura de 650 a 990 micrômetros. As glândulas mucosas são pequenas e muito mais numerosas. (Figs. 23 e 24).

A *região interocular* no animal estivado mostra de 6 a 8 estratos de células; as glândulas mucosas são altas, estreitas e numerosas.

A espessura do epitélio vai de 650 a 900 micrômetros. Não foram observados capilares intraepiteliais. No animal em vida aquática, a epiderme apresenta de 12 a 20 camadas de células, sendo a espessura de 1320 a 1980 micrômetros, com glândulas mucosas numerosas e dispostas em cerca de 8 camadas. (Figs. 22 e 25).

Na *região cefálica* do animal em estivação, a epiderme reduz-se a 4 ou 8 camadas de células e sua espessura é de 450 a 550 micrômetros. Não se observaram capilares intraepiteliais e nem papilas dérmicas. As glândulas mucosas são altas, estreitas e não muito numerosas. Essa mesma região no animal em vida ativa apresenta de 6 a 12 camadas de células na epiderme com espessura que vai de 650 a 1350 micrômetros. As glândulas mucosas são pequenas, numerosas e dispostas em várias camadas. (Figs. 26 e 27).

Na *região ventral* da *Lepidosiren* estivada, a epiderme possui de 4 a 7 estratos de células e sua espessura mede de 84 a 130 micrômetros. As glândulas

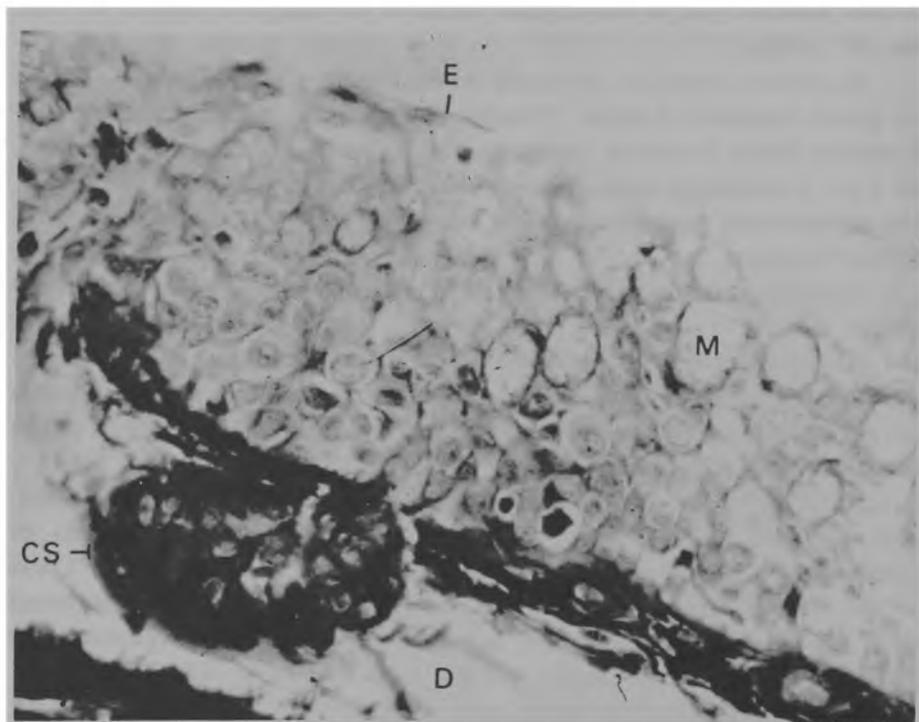


Fig. 23 — *Lepidosiren paradoxa* — corte transversal do tegumento da região dorsal do animal em vida aquática; E-epiderme; M-glândula mucosa; C.S.-capilares sangüíneos subepiteliais; D-derme. Bouin, Mallory. 160X.

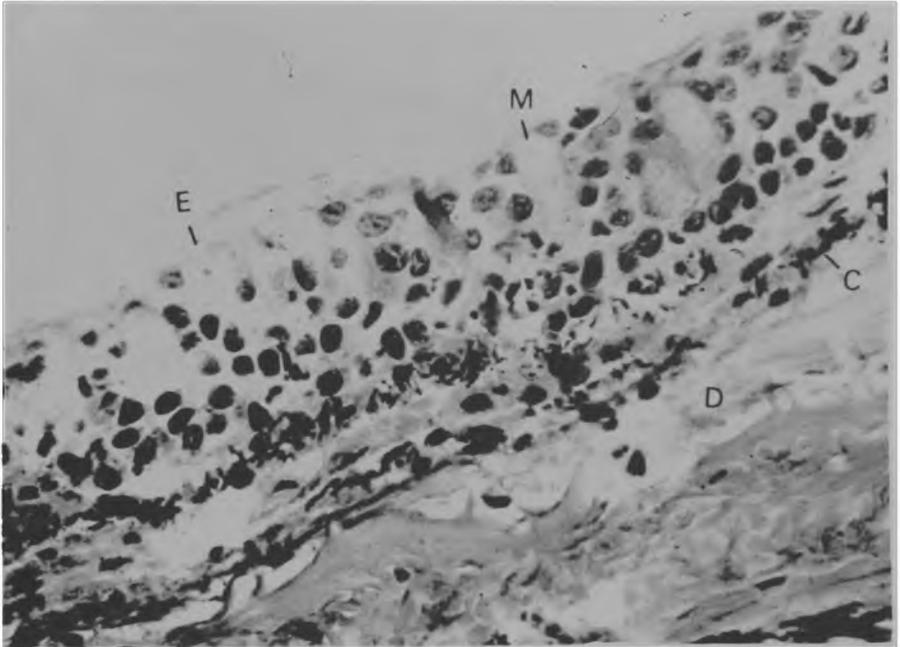


Fig 24 — *Lepidosiren paradoxa* — corte transversal do tegumento da região dorsal do animal em estivação; E-epiderme; M-glândula mucosa; C-cromatóforos; D-derme. Bouin, Hematoxilina-Eosina. 160X.

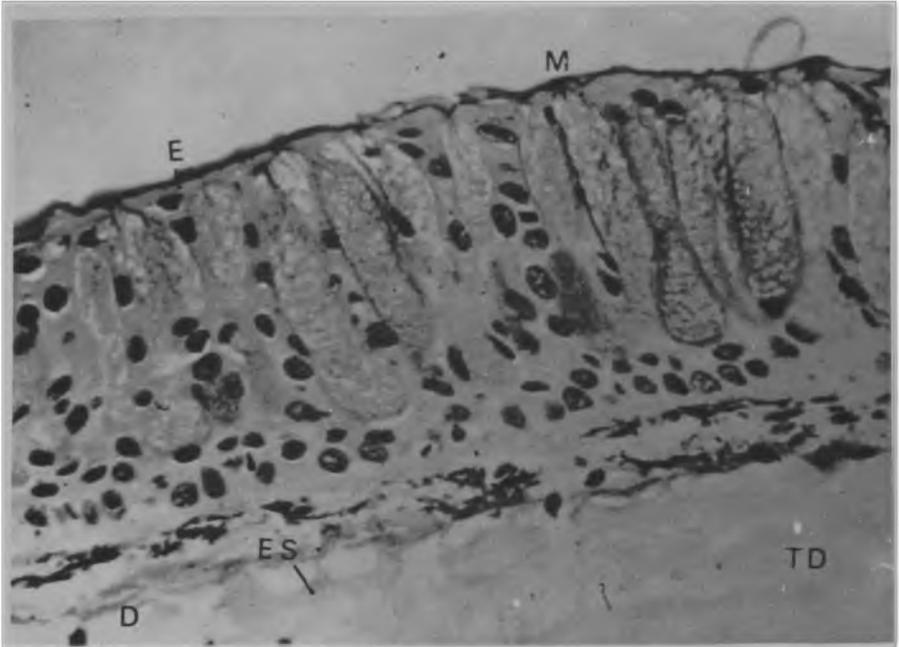


Fig. 25 — *Lepidosiren paradoxa* — corte transversal do tegumento da região interocular do animal em vida estival; E-epiderme; M-glândulas mucosas; E.S.-escama; T.D.-tecido conjuntivo denso; D-derme. Bouin. Hematoxilina-Eosina 160X.

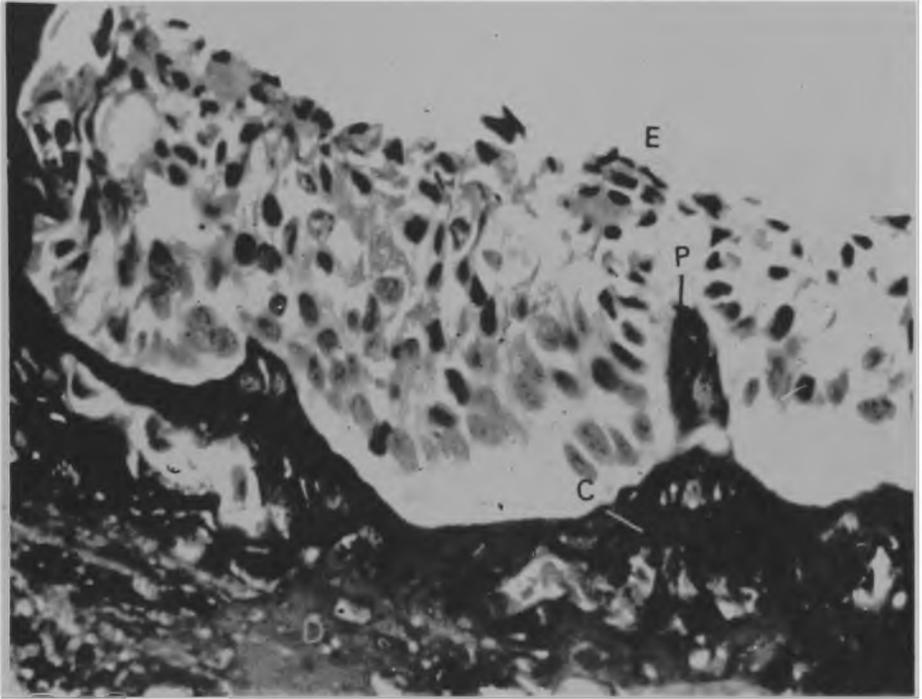


Fig. 26 — *Lepidosiren paradoxa* — corte transversal do tegumento da região cefálica do animal em vida aquática; E-epiderme; P-papila dérmica; D-derme; C-cromatóforos. Bouin, Mallory. 160X.

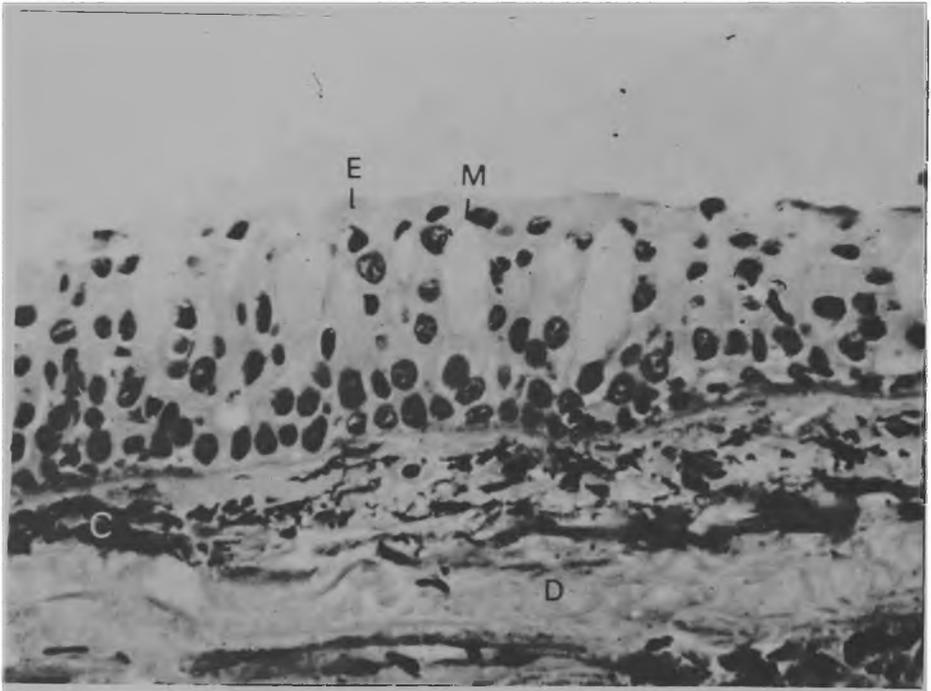


Fig. 27 — *Lepidosiren paradoxa* — corte transversal do tegumento da região do animal em estivação; E-epiderme; M-glândulas mucosas, D-derme; C-cromatóforos. Bouin, Hematoxilina-Eosina. 160X.

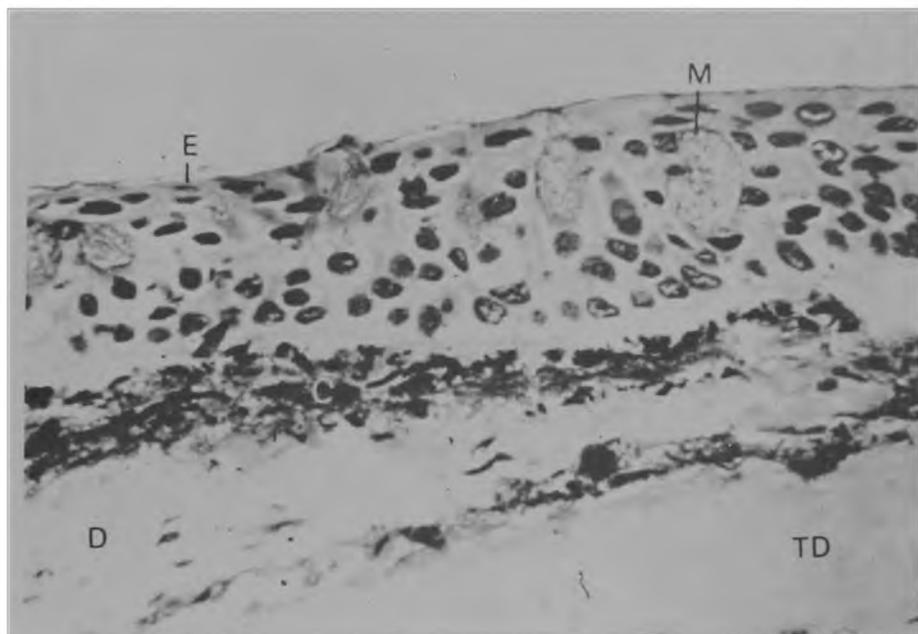


Fig. 28 — *Lepidosiren paradoxa* — corte transversal do tegumento da região ventral do animal em estivação; E-epiderme; M-glândulas mucosas, C-cromatóforos; D-derme; E.S.-escama; T.D.-tecido conjuntivo denso. Bouin, Hematxilina-Eosina. 160X.

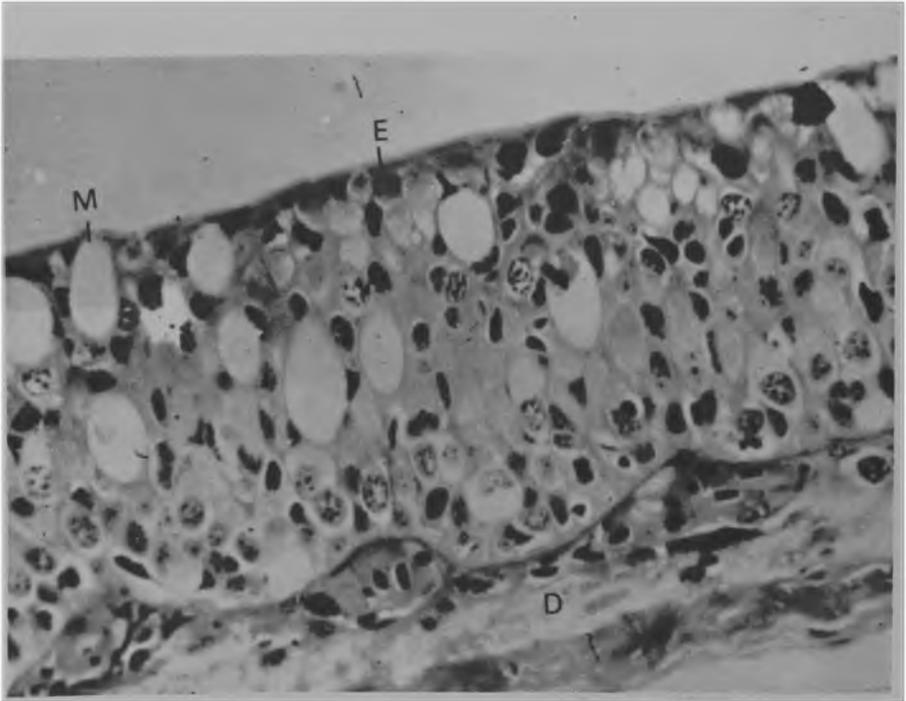


Fig. 29 — *Lepidosiren paradoxa* — corte transversal do tegumento da região ventral do animal em vida aquática; E-epiderme; M-glândulas mucosas; D-derme. Bouin, Hematoxilina-Eosina. 160X.



Fig. 30 — *Lepidosiren paradoxa* — corte transversal do tegumento da região pélvica do animal em estivação. E-epiderme; E.S.-escama; D- derme; C-cromatóforos. Bouin, Hematoxilina-Eosina. 160X.

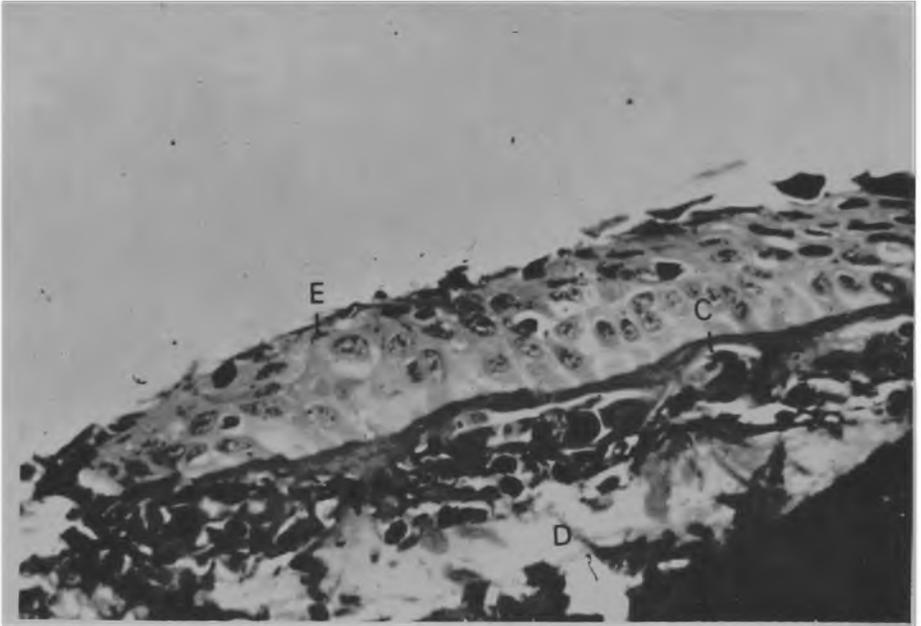


Fig.31 — *Lepidosiren paradoxa* — corte transversal do tegumento da região pélvica do animal em vida ativa; E-epiderme; D-derme; C-capilar sanguíneo. Bouin. Mallory. 160X.

mucosas são poucos numerosas em relação as do animal em vida aquática e são também menores. Os capilares subepiteliais são menos numerosos. A rosos. A epiderme dessa mesma região do animal em vida aquática apresenta de 8 a 18 camadas, estando as glândulas mucosas dispostas em vários estratos. A medida de sua espessura varia entre 168 a 336 micrômetros (Figs. 28 e 29).

A região pélvica do animal em vida estival têm uma epiderme com 1 a 3 camadas de células achatadas e sua espessura mede de 20 a 60 micrômetros. Há algumas glândulas mucosas de tamanho reduzido. Não foi observada a presença de capilares intraepiteliais. (Figs. 30 e 31).

No animal em vida ativa, a epiderme apresenta de 2 a 4 estratos de células e sua espessura é muito variada, sendo a medida máxima obtida 76 micrômetros e a mínima 15 micrômetros. As medidas mais freqüentes foram em média ao redor de 30 a 40 micrômetros. A epiderme é praticamente destituída de glândulas mucosas. De um modo geral, a epiderme dessa região do animal em estivação apresenta espessura menor que a do animal em vida aquática, apesar de essa diferença ser menos significante que nas demais regiões.

As diferenças da epiderme da região caudal na vida aquática e estival já foram citadas anteriormente.

Não foi observada a existência de fagócitos no tegumento das regiões acima estudadas, a não ser na caudal do animal em estivação como já foi citado.

ESPESSURA DA EPIDERME DA *LEPIDOSIREN* (em micrômetros)

<i>Região</i>	<i>Fase aquática</i>	<i>Fase estival</i>
cefálica	650 — 1350	450 — 550
dorsal	650 — 990	450 — 500
pélvica	15 — 76	20 — 60
caudal	66 — 180	150 — 300
interocular	1320 — 1980	650 — 900
ventral	168 — 336	84 — 130

NÚMERO DE ESTRATOS CELULARES

Região	Fase aquática	Fase estival
cefálica	6 — 12	4 — 8
dorsal	6 — 8	4 — 6
pélvica	2 — 4	1 — 3
caudal	4 — 7	7 — 12
interocular	12 — 20	6 — 8
ventral	8 — 18	4 — 7

IV — DISCUSSÃO

Os resultados obtidos confirmam os trabalhos de Smith e Coates (1936) já realizados com o tegumento de *Lepidosiren paradoxa*, quando demonstraram a presença de melanóforos epidérmicos, e em parte o de Kerr, em 1955, estudando as escamas dos peixes pulmonados atuais. Trazem também dados que podem ser em parte comparados com os resultados de trabalhos feitos com outros peixes Dipnóicos, como por exemplo, os de Smith e Coates (1937) sobre o tegumento de *Protopterus annectens* em vida aquática e estival.

São novos os achados de capilares intraepiteliais, a abundância e a disposição de papilas dérmicas vasculares profundas e a presença de fagócitos no tegumento caudal do animal em estivação, além do fenômeno interessante da regeneração da cauda.

Como foi dito, a *Lepidosiren paradoxa* possui a pele recoberta de abundante muco, o qual aumenta consideravelmente pela excitação, p. e., quando se procura conter o animal. Neste caso, a água com bastante muco torna-se turva.

Cunningham (1932:886) verificou em experiências efetuadas na Ilha do Marajó e posteriormente na Inglaterra, que o muco expelido pela *Lepidosiren* absorve iodo, do que decorre uma diminuição dos resultados da avaliação do consumo de oxigênio pelo animal quando se faz a medida pelo método de Winkler e a Trairambóia é mantida dentro d'água.

Não resta dúvida que o muco é um elemento protetor do animal, mas que, ainda segundo Cunningham (l. c.:886), não impede a absorção do oxigênio pela pele e mesmo a expulsão do gás carbônico por essa via. O referido autor (l. c.: 880) discute amplamente a questão da respiração cutânea da *Lepidosiren*

paradoxa, como aliás Krogh (1904: 359; 1904 a: 354) ao estudar a respiração cutânea de Anfíbios.

Deixarei de lado a discussão sobre as funções dos filamentos pélvicos que se conhecem da *Lepidosiren paradoxa* e descritas por Ehlers (1894); Lankester (1894); Kerr (1896); Agar (1908); Budgett (1901); Cunningham (1912 e 1930); Carter e Beadle (1930); Cunningham e Reid (1932) e Foxon (1933). Mesmo mantendo os peixes em condições muito próximas do ambiente natural, não se conseguiu a formação desses filamentos, pelo que me dispense de discutir esse importante e excepcional aspecto da estrutura desse Dipnóico.

A presença de um tegumento ricamente vascularizado, com papilas dérmicas profundas na epiderme, formando lamelas ou ficando próximo à superfície do corpo do animal e capilares intra ou interepiteliais em certas regiões do corpo, concorrendo com numerosas escamas, poderia sugerir a existência de trocas gasosas, com absorção de oxigênio da água ou eliminação de dióxido de carbono. Confirmariam assim e daria base estrutural às observações de Bethge (1898: 694), Noble (1925:360:384), Mendes (1941: 297-299), Sawaya (1946:270-272; 1947:48; 1947 a: 54-55), Pérez-González e Grinkraut (1963:279-280), Pérez-González e Sawaya (1958: 393-39) e outros.

As estruturas estudadas, principalmente quando se comparam as do tegumento dos animais na vida aquática e na vida estival, fortalecem a hipótese de ter o animal permanecido como relicto, tendo conquistado o ambiente terrestre com 98% de respiração aérea (Sawaya, 1946:273).

Tais estruturas seriam remanescentes do desenvolvimento do animal (Brien, 1959:25 e Brien e Bouillon, 1959:36).

A presença de capilares intraepiteliais leva ainda a admitir que é por esse meio que se dá a nutrição das células epidérmicas, como sugerem os Sarasin (1887/90:67) em *Ichthyophis glutinosus*.

Lembraria ainda que Sawaya (1946:273) ao determinar a existência de 2% de respiração aquática e Fullarton (1931:1301-1306) ao afirmar ser impermeável o epitélio branquial da *Lepidosiren paradoxa* adulto, levariam a admitir uma possível absorção de oxigênio pela pele.

Por sua vez Brien (1959:25) e Brien e Bouillon (1959:36) afirmam que em *Protopterus dolloi* a respiração cutânea não desaparece jamais completamente no adulto. Chardon (1961:84) também não negligencia o papel respiratório desempenhado pela rede de vasos da pele de *Protopterus*.

Como a *Lepidosiren* vive nas águas fortemente poluídas, nas regiões tropicais e subtropicais, além de captar o oxigênio da atmosfera, ainda se socorreria do oxigênio dissolvido na água, talvez como dispositivo de segurança, para sobreviver, no caso de, por qualquer circunstância, se achar impedida

de subir à superfície para respirar.

Fullarton (l. c.: 1301-1306) além de considerar praticamente impermeável o epitélio das brânquias e portanto nula a respiração por estas estruturas, acha a pele pouco vascularizada para tomar parte apreciável na respiração.

Resta ainda a possibilidade de haver eliminação de gás carbônico pelo tegumento, como demonstrou Krogh em *Bufo ictericus* (1904:334) e Mendes (1941: 297 e 299) em *Siphonops annulatus*.

Observação interessante sobre os capilares intraepiteliais e subepiteliais da região pélvica, bem como a pequena espessura da epiderme dessa região, é que foram encontradas em fêmeas. Isso mostra que essas ocorrências não estão ligadas diretamente à vascularização dos filamentos pélvicos que aparecem no macho adulto na época da reprodução, como foi observado por vários pesquisadores como Ehlers (1894), Lankester (1894), Kerr, (1896), Agar (1908), Budgett (1901), Cunningham (1912 e 1930), Carter e Beadle (1930), Cunningham e Reid (1932), Foxon (1933) e outros.

Outro ponto a ser discutido é a regeneração da extremidade caudal que foi cortada quando o animal foi retirado da estivação induzida. Este fato observado por Conant (1970:20-22, 1972:353-364) em *Protopterus*, o foi agora também em *Lepidosiren*. Durante os seis meses de vida ativa desta última, houve regeneração da extremidade caudal, quando ela foi novamente removida para os estudos histológicos.

O que se observou de interessante foi o tamanho das glândulas mucosas da extremidade caudal do animal em estivação, que se apresentou reduzido em relação às do mesmo animal em vida aquática. Isto coincide com o que Smith e Coates (1937:489-490) observaram em *Protopterus*. Há, entretanto, grande diferença na espessura da epiderme, que em *Protopterus* se apresenta visivelmente menor no animal em vida estival que em vida ativa, ao passo que em *Lepidosiren paradoxa* ela se apresenta maior na época de estivação que em "habitat" aquático. (Figs. 19 e 20).

O aspecto das glândulas mucosas e o número de camadas de células epidérmicas são bem diferentes em *Lepidosiren paradoxa* e *Protopterus annectens* em estivação. No primeiro elas são mais estreitas e mais altas e o número de camadas bem maior.

A espessura da epiderme, o tamanho, número e disposição das glândulas das demais regiões do corpo da Pirambóia apresentam diferenças entre si e em comparação com os resultados obtidos por Smith e Coates (1937; l. c) em *Protopterus*.

Considerando-se a mesma região dorsal, coincide a menor espessura da epiderme do animal em estivação em *Lepidosiren* e *Protopterus*, entretanto as

glândulas mucosas são ligeiramente maiores neste estágio da *Lepidosiren*, sendo o inverso em *Protopterus* (Smith e Coates, l.c.). O número de glândulas mucosas da epiderme de Pirambóia é bem menor na fase estival. (Figs. 23 e 24).

Em *Lepidosiren*, nas diversas regiões estudadas, a epiderme apresenta-se sempre de menor espessura quando o animal está em vida estival que na aquática, com exceção da extremidade caudal onde se observa o inverso.

Nas regiões dorsal, cefálica e interocular, as glândulas mucosas apresentam-se mais numerosas durante a vida aquática que estival, entretanto elas são maiores nesta que naquela (Figs. 22, 23, 24, 25 26 e 27).

Na região ventral ocorre menor espessura da epiderme, menor tamanho e menor número de glândulas mucosas durante o estágio estival que no aquático.

Na região pélvica as diferenças são pouco significativas em relação à espessura da epiderme, sendo entretanto menor na fase estival. Apesar de o número de glândulas mucosas ser reduzidíssimo nesta região, ele é maior no período de estivação que no aquático.

Como se vê, não há coincidência nas variações do tegumento das diversas regiões do corpo.

O que de geral se verificou foi a redução do número de capilares subepiteliais no tegumento da Pirambóia em estivação.

Os capilares intraepiteliais, observados em algumas regiões do animal em vida ativa, não foram observados no animal após a estivação induzida.

A presença de grandes e numerosas células amebóides no tegumento de Pirambóia em estivação, principalmente na epiderme, com grânulos, sugere uma possível função de defesa do organismo.

Isso é provável, pois, quando o animal está em estivação o tegumento se acha, na maioria das vezes, atacado por fungos, como se observou nos mesmos exemplares do Departamento de Fisiologia Geral do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, Shinomiya (1970:47).

Admite-se serem fagócitos as células encontradas no revestimento caudal, como as vistas por Kerr (1903: 452, Fig. 3d-t. 25) que atuam na degeneração de camadas do ectoderma de *Lepidosiren* durante sua embriogênese. A hipótese de estas células serem melanóforos contendo pró-melanina (Pearse, 1960:380) não parece viável, visto ocorrerem melanóforos pigmentados na epiderme da cauda do animal nos dois estágios(aquático e estival, em quantidades equivalentes. O fato de serem amebóides leva a admitir-se que se trata de células migradoras.

Nas demais regiões do corpo não se observou a existência de fagócitos como o foi na extremidade caudal.

No que se refere aos capilares intraepiteliais, registro este fato que parece

excepcionalmente importante. Durante a vida aquática, portanto vida ativa, a *Lepidosiren paradoxa* apresenta, na realidade, uma respiração de emergência, decorrente possivelmente da deficiência das brânquias, como foi asseverado por Fullarton (l. c.: 1301-1306). Nestas condições, para o suprimento de oxigênio o animal vale-se principalmente da bexiga natatória, chegando mesmo a modificar profundamente a estruturas funcionais do coração, como é bastante conhecido (Ihle e colaboradores, 1927:660). Todavia, dadas as características do ambiente em que vivem estes animais, vales e riachos altamente poluídos, talvez como medida de segurança, a pele é provida de capilares intraepiteliais e de uma densa rede dérmica vascular, que deve possibilitar maior absorção de oxigênio.

Finalmente, nem todos os autores que cuidaram deste importante capítulo da respiração de emergência nos Vertebrados e mesmo da vascularização do epitélio tegumentário, admitem a ocorrência de capilares sangüíneos realmente intraepiteliais. A bibliografia referente a esta discussão já foi resumida por Sousa e Sawaya (1928: 2) e por Sousa (1929:7-22), os quais, relativamente aos Peixes se limitam a citar os achados de Lorent (1878) referente ao intestino do *Cobitis fossilis* e o de Laguesse (1890) no epitélio intestinal de *Protopterus*.

Geralmente se admite estar a presença de capilares sangüíneos no epitélio tegumentário, ligado à respiração. É o que acontece em *Lepidosiren paradoxa* durante a fase aquática. O mais interessante a registrar, porém, é o fato da inexistência destes capilares sangüíneos, nas mesmas regiões, quando o peixe passa à estivação.

O comportamento das *Lepidosiren* após a retirada da estivação e colocação no aquário varia, pois, outras foram observadas por Olga Mimura (comunicação pessoal), que voltaram à atividade normal entre uma e quatro horas após a colocação no aquário.

Outro pormenor também de importância viria a ser, em decorrência da presença de capilares sangüíneos intraepiteliais, a existência na *Lepidosiren paradoxa* de hábitos muito semelhantes aos Anfíbios. Uma respiração cutânea característica, como é sabido, é peculiar dos Anfíbios, e o fato de Pirambóia ter uma respiração cutânea, aproxima-a bastante destes animais.

V — CONCLUSÕES

1. O tegumento da *Lepidosiren paradoxa* em vida aquática é provido de abundantes capilares subepiteliais nas regiões pélvica, supralabial e ventral, e de capilares intraepiteliais nas regiões pélvica e interocular.
2. A epiderme é de pequena espessura na região pélvica, mesmo nas fêmeas

- e nas demais regiões a espessura varia.
3. A epiderme da região caudal dos animais em estivação é provida de fagócitos.
 4. Glândulas mucosas bem desenvolvidas na epiderme da região caudal do animal em vida aquática e pouco desenvolvidas na mesma região do mesmo animal após quatro meses de estivação, caracterizam os dois estágios. Nas demais regiões há variação no tamanho e número delas.
 5. Espessura da epiderme da região caudal maior durante a vida estival que na vida aquática e a espessura da epiderme das demais regiões é maior nos animais durante a vida aquática que estival.
 6. Os capilares sub ou intraepiteliais são ausentes no tegumento da cauda do animal tanto em vida aquática como estival.
 7. Os melanóforos no tegumento não se modificam quanto à quantidade e posição na região caudal nos dois estágios.
 8. A vascularização da derme varia nas diferentes regiões do corpo do animal e a presença de papilas vasculares é a regra, podendo em alguns casos formar dobras externas no tegumento.
 9. O número de camadas de escamas é variável de uma a outra região do tegumento do animal.
 10. Regeneração da extremidade caudal durante a vida aquática foi estudada e discutida.

BIBLIOGRAFIA

- AGAR, W. E. — 1908 — On the appearance of vascular filaments on the pectoral fin of *Lepidosiren paradoxa*. *Anat. Anz.*, 33: 27-30.
- BAUR, G. — 1887 — Uber *Lepidosiren paradoxa* Fitzinger. *Zool. Jb. System. Okol. Geograph.*, 2: 575-582.
- BERTIN, L. — 1957 — Peau et Pigmentation. Em: GRASSÉ, P.-P. *Traité de Zoologie; Agnathes et Poissons-Anatomie, Éthologie, Systématique*, 13(1): 433-458.
- BETHGE, E. — 1898 — Das Bultgefässung von *Salamandra maculata*, *Triton taeniatus* und *Spelerpes fuscus*; mit Betrachtungen über den Ort der Athmung beim lungenlosen *Spelerpes fuscus*. *Z. wiss. Zool.*, 63:680-707, t. 42 e 43. Leipzig.
- BISCHOFF, L.M. — 1840 — Description Anatomique du *Lepidosiren paradoxa*, *Ann. Sci. Nat. Sér. (II)*, 14:116-163.
- BRIEN, P. — 1959 — Éthologie du *Protopterus dolloi* (Boulenger) et de ses larves. Signification des sacs pulmonaires des Dipneustes. *Ann. Soc. Zool., Belgique*, 89(1): 9-48.
- BRIEN, P. & BOUILLON, J. — 1959 — Éthologie des larves de *Protopterus dolloi* Blgr. et étude de leurs organes respiratoires. *Ann. Mus. Congo Belge*, 71: 24-74.
- BUDGETT, J.S. — 1901 — *Protopterus annectens*, Ow. Notes on the breeding habits and development. *Trans. Zool. Soc. Lond.* 16, pt. 2, n° 5, 1901; ap. Foxon, G.

- E. H. — 1933 — Pelvic — Fins of the Lepidosiren. *Nature*, 131: 732-733.
- CARTER e BEADLE — 1930 — Notes on the habits and development of *Lepidosiren paradoxa*. *J. Linn. Soc. Zool.*, 37: 197-203.
- CHARDON, M. — 1961 — Contribution à l'étude du système circulatoire lié à la respiration des Protopterygia. *Ann. Mus. Afrique Centrale, Belg. Sér. 8^o, Sci. Zool.*, 103: 51-98.
- CONANT, E.B. — 1970 — Regeneration in the African lungfish *Protopterus*. I. Gross-aspect. *J. exp. Zool.* (174(1): 15-25.
1972 — Regeneration in the African lungfish *Protopterus*. II. Branching structures. *J. exp. Zool.*, 181(3):353-364.
- CUNNINGHAM, J.T. — 1912 — *Animal Life*, Gen. Ed. W. P. Pyeraft — Reptiles, Amphibia, Fishes and Lower Chordata, Ed. J. T. Cunningham, London, 1912, ap. Foxon, G.E.H. — 1933 — Pelvic Fins of the Lepidosiren. *Nature*, 131: 732-733.
1930 — The vascular filaments on the Pelvic Limbs of Lepidosiren, their function and evolutionary significance. *Proc. roy. Soc. Lond., Sér. B*, 105: 484-493. XB
1932 — Experiments on the interchange of oxygen and carbon dioxide between the skin of Lepidosiren and the surrounding water, and the probable emission of oxygen by the male *Symbranchus*. *Proc. Zool. Soc. Lond.*, 1932: 875-887.
- CUNNINGHAM, J.T. & REID D.M. — 1932 — Experimental researches on the emission of oxygen by the Pelvic filaments of the male Lepidosiren with some experiments on *Symbranchus marmoratus*. *Proc. roy. Soc. Lond., Ser. B*, 110: 234-248.
1933 — Pelvic Filaments of Lepidosiren. *Nature*, 131:913-914.
- EHLERS, E.H. — 1894 — *Zoologische Miscellen* I. pp. 43, 2pl. *Nachr. Ges. Wiss. Gottingen*, nr. 2, 1894. ap. Foxon, G.E.H. 1933 — Pelvic Fins of the Lepidosiren. *Nature*, 131: 732-733.
- FOXON, G.E.H. — 1933 — Pelvic Fins of the Lepidosiren. *Nature*, 131: 732-733.
1933 — Pelvic Filaments of Lepidosiren. *Nature*, 131: 913-914.
- FULLARTON, M.H. — 1931 — Notes on the respiration of Lepidosiren. *Proc. Zool. Soc. Lond.*, 1931: 1301-1306.
- GOELDI, E.A. — 1898 — On the Lepidosiren of the Amazons: being of five Specimens obtained between 1895-1897 and remarks upon an example in the Pará Museum. *Trans. Zool. Soc. Lond.*, 14: 413-420, t. XXXVII-XXXVIII.
- GURR, E. — 1962 — *Staining animal tissues practical and theoretical*. xii + 631pp., Leonard Hill (Books) Limited, London.
- IHLE, J. E. W., KAMPEN, P.N. Van, NIERSTRASZ, H. F. & VERSLUYS, J. — 1927 — *Vergleichende Anatomie der Wilbertiere*. viii + 908pp., Verl. Julius Springer, Berlin.
- JUNQUEIRA, L.C., STEEN, J.B. & TINOCO, R.M. — 1967 — The respiratory area of the fishes of Teleosts from Rio Negro and Rio Branco area. *Progress Report, R/V Alpha Helix Amazon Expedition, 1967, B20: 1-2.*
- KERR, J.G. — 1900 — The external features in the development of *Lepidosiren paradoxa* Fitz. *Phil. Trans.*, 192: 299-330; ap. Foxon, G.E.H. — 1933 — Pelvic Fins of the Lepidosiren. *Nature*, 131: 732-733.
1903 — The development of *Lepidosiren paradoxa*. *Quart. J. micr. Sci., N. S.*,

46: 417-429.

- KERR, T. — 1955 — The scales of modern lungfish. Proc. Zool. Soc. Lond., 125(2): 335-345.
- KROGH, A. — 1904 — On the cutaneous and pulmonary respiration of the frog. Skand. Arch. Physiol., 15:328-419.
1904a — Some experiments on the cutaneous respiration of vertebrate animals. Skand. Arch. Physiol., 16: 348-357.
- LANKESTER, E.R. — 1894 — Nature, 49: 555, ap. Foxon, G.E.H. 1933 — Pelvic Fins of the Lepidosiren. Nature, 131: 732-733.
1896 — On the Lepidosiren of Paraguay and on the external characters of Lepidosiren and Protopterus. Trans. Zool. Soc. Lond., 14: 11-24, t. II.
- MENDES, E.C. — 1941 — Sobre a respiração (esofágica, traqueal e cutânea) do *Siphonops annulatus* (Amphibia-Gymnophiona). Bol. Fac. Fil. Ciên. Letr. Univ. S. Paulo, Zool., 5:283-304.
1945 — Contribuição para a Fisiologia dos Sistemas Respiratórios e Circulatórios do *Siphonops annulatus* (Amphibia-Gymnophiona). Ibidem, 9: 25-68.
- LENFANT, C. e JOHANSEN, K. — Respiration in the African lungfish *Protopterus aethiopicus*. I. Respiratory properties of blood and normal patterns of breathing and gas exchange. J. Exp. Biol., 49: 437-452.
- MENDES, E.G e NONATO, E.F. — 1957 — The respiratory metabolism of Tropical Earthworms. Bol. Fac. Fil. Ciên. Letr., Univ. S. Paulo, Zool, 21:153-166.
- MENDES, E.G e VALENTE, D. — 1953 — The Respiratory metabolism of Tropical Earthworms. Ibidem, 18: 91-102.
- NOBLE, G. K. — 1925 — The integumentary, pulmonary and cardiac modifications correlated with increased cutaneous respirations in the Amphibia: A solution of the "hairy frog" problem. J. Morphol., 40(2): 341-416, ap. Mendes, E.G. — 1941, p. 296.
- PEARSE, A.G.E. — 1960 — Histoquímica Teórica y Aplicada. xix + 599pp. Ed. Aguilar, Madrid.
- PÉREZ-GONZÁLEZ, M. D. e GRINKRAUT, C.N. — 1963 — Estudo comparativo do comportamento e do metabolismo respiratório de peixes de respiração aérea. Ciên. Cult., 15(4): 279-280.
- PÉREZ-GONZÁLEZ, M.D. e GRINKRAUT, C.N. — 1971 — Comportamento e metabolismo respiratório de *Lepidosiren paradoxa* durante a vida aquática e em estivação. Bol. Zool. Biol. Mar. 28 (No prelo).
- PÉREZ-GONZÁLEZ, M D. e SAWAYA, P. — 1968 — Comportamento e metabolismo respiratório da *Lepidosiren paradoxa* do Amazonas. Ciên. Sult. 20(2): 393-394.
- PETRINI, L.M. — 1960 — Sobre a presença de capilares intraepiteliais na mucosa do estômago do Cascudo (*Plecostomus plecostomus* Linneu). Ciên. Cult., 13(3): 175.
- SANZO, L. — 1911 — Distribuzione delle papille cutanee (organi ciatiformi) e suo valori sistematico nei Gobi. Mitt. Zool. Sta. Neaple, 20: 251-328, ap. Bertin, L., 1957. p. 437.
- SARASIN, P. — 1887/90 — Zur Entwicklungsgeschichte und Anatomie d. Ceylonischen Blindwiihle *Ichthyophis glutinosus*. Ergebn. Naturwiss. Forsch, Ceylon, 2(3/4): 1-363, 24t. Wiesbanden.
- SAWAYA, P. — 1946 — Sobre a biologia de alguns peixes de respiração aérea (*Lepi-*

- tório do Anfíbio *Siphonops annulatus* (Mikan). Bol. Fac. Ciên. Letr., Univ. S. Paulo, Zool., 5: 209-233.
- SAWAYA, P. — 1946 — Sobre a biologia de alguns peixes de respiração aérea (*Lepidosiren paradoxa*, Fitz e *Arapaima gigas* Cuv.). Bol. Fac. Fil. Ciên. Letr., Univ. S. Paulo, Zool., 11: 255-286.
- 1947 — Metabolismo respiratório de peixes de respiração aérea (*Lepidosiren paradoxa* Fitz.). Ibidem, 12: 43-49.
- 1947a — Metabolismo respiratório de Anfíbio-Gymnophiona, *Typhlonectes compressicauda* (Dun. et Brid.). Ibidem, 12: 51-56.
- SAWAYA, P. e PETRINI, L.M.D. — 1960 — Sobre a presença de cloaca e respiração intestinal no cascudo (*Loricariidae Plecostomus plecostomus* (Linn.) Ibidem, 23: 5-24. 1 t.
- SHINOMIYA, N. — 1970 — Biologia da Tambaki-M'boya — *Lepidosiren paradoxa* (Fitz, 1836) peixe dipnóico e metabolismo da glicose. Tese de mestrado. Depto. de Fisiologia Geral, Inst. de Biociências, U.S.P., 78p. (No prelo).
- SMITH, G.M. e COATES, C.W. — 1937 — On the histology of skin of the Lungfish *Protopterus annectens* after experimentally induced Aestivation. Quart. J. micr. Sci., N.S. 79: 487-491.
- SMITH, G.M. e COATES, C.W. — 1936 — Cutaneous Melanosis in lungfishes (*Lepidosirenidae*). Biol. Bull., 71: 282-285.
- SOUZA, O.M. e SAWAYA, P. — 1928 — Capilares sanguíneos intra-epithelliae na mucosa da urethra masculina humana. Bol. Soc. Med. Cirurg., S. Paulo, 11(6/7). 1-7.
- SOUZA, O.M. — 1929 — Contribuição ao estudo da Mucosa Urethral Humana. Tese de Doutorado, Fac. Medicina, S. Paulo, 71p.