

SÔBRE A PRESENÇA DE CLOACA E RESPIRAÇÃO INTESTINAL NO CASCUDO *

[*Loricariidae: Plecostomus plecostomus* (Linn.)]

PAULO SAWAYA e LINA MARIA DE PETRINI

Departamento de Fisiologia Geral e Animal — Universidade de São Paulo.

(1 Est.)

ÍNDICE

| | |
|---|----|
| 1. Introdução | 5 |
| 2. Material e métodos | 7 |
| 3. Observações e experiências | 8 |
| a. Aspiração retal | 9 |
| b. Vascularização do intestino terminal | 10 |
| c. Região uro-genital | 10 |
| d. Cloaca | 11 |
| e. Respiração intestinal | 12 |
| 4. Discussão | 13 |
| 5. Resumo | 16 |
| 6. Summary | 17 |
| 7. Bibliografia | 18 |
| 8. Estampa | 21 |

1.

INTRODUÇÃO

Os estudos sôbre a respiração aérea de peixes das águas doces tropicais intensificaram-se com as investigações de Carter e Beadle (1931) no Gran Chaco Paraguaio, de Carter (1932-34) na Guiana Britânica e de Beadle (1932-34) na África do Norte. Rauther (1911, p. 510) e Carter (1935, p. 229) assinalaram a utilização do estômago como órgão de respiração aérea em *Loricariidae* (*Ancistrus* e *Plecostomus*). Êste último autor juntamente com Beadle (l. c.) descreveu também a respiração intestinal em *Haplosternum* e *Callichthys*.

Bertin (1958) sumaria os trabalhos dos autores ingleses aduzindo as particularidades de utilização do intestino como órgão respiratório em peixes das famílias *Cobitidae* (*Cobitis*, *Misgurnus*) e *Callichthyidae* (*Haplosternum* e *Callichthys*), dizendo que o ar é introduzido pela bôca e evacuado pelo ânus depois de deixar certa parte do oxigênio, que contém, nos capilares da mucosa intestinal. O mes-

(*) Trabalho efetuado com auxílio da Fundação Rockefeller. Recebido para publicação em novembro de 1960.

mo autor (p. 1386) dá numerosas informações sôbre a utilização dos intestinos pelas *Cobitidae* como órgão respiratório, mencionando os conhecidos estudos de Lupu (1910, 1935) em *Misgurnus* e os de Wu & Chang (1945) em *M. anguillicaudatus* que mostra alternância das fases respiratória e digestiva.

Quanto aos peixes das regiões tropicais da América do Sul, além das antigas referências de Jobert (1877, 1878), as mais recentes restringem-se às investigações de Rauther (l. c., p. 479) e de Carter & Beadle (1931, p. 346). O primeiro estudou *Plecostomus* e *Otocinclus*, e os segundos referem-se a *Haplosternum* e a *Callichthys*, dizendo que as substâncias alimentares não são encontradas a não ser no estômago e nas porções duodenal e retal. Todo o resto do intestino é uma vasta bolsa de ar de paredes delgadas, desprovidas de glândulas e com pouca musculatura, mas ricamente vascularizada. Um problema não resolvido, dizem, é o da progressão do alimento desde o duodeno até o reto, na ausência de musculatura e de cílios vibráteis.

Associam os aludidos autores a existência dêste modo singular de respiração, ao baixo teor de oxigênio das águas dos charcos das regiões tropicais. A observação é repetida por Willmer (1934, p. 283) que teve oportunidade de estagiar também na Guiana Britânica, ao notar que "em muitos charcos investigados, verificou-se ser o teor de oxigênio da água extremamente baixo, tão baixo de modo a tornar a respiração aquática, como naturalmente se compreende, inadequada para a respiração do peixe, a menos que o sangue se tenha modificado estranhamente para funcionar em tensões mínimas de oxigênio". As observações e experiências de Carter & Beadle (l. c.) em que mediram no Gran Chaco Paraguaio, na Guiana Britânica (Carter 1933, 1935a) e também as de Beadle na África Oriental (1932a) o teor do oxigênio nos charcos serviram de base a vários estudos ecológicos, especialmente no que se refere à fauna ictiológica como se pode notar no bem elaborado trabalho de Johnels (1953, p. 338) sôbre os peixes do Rio Gambia, na África.

Dentre os peixes tropicais estudados, figuraram, na família das *Loricariidae*, o *Ancistrus anisitsi* e o *Plecostomus plecostomus*, que ocorrem em muitas regiões de tôda a América do Sul.

Os Cascudos já foram objeto de investigação, a pele e o trato digestivo por Rauther (1911, p. 497), v. Ihering (1930, p. 96) es-

tudou-lhes os hábitos de reprodução, Carter (1935, p. 229) pesquisou a respiração e Azevedo (1938, p. 211), no Nordeste do Brasil, investigou a desova natural e a fecundação artificial do *Plecostomus plecostomus*. No decorrer de seu trabalho, Azevedo (l. c., p. 214, 215) dá informações sobre o regime alimentar, o aparelho digestivo, os órgãos genitais, etc. Quanto à respiração limita-se a resumir as observações de Carter. Uma boa resenha destas observações com outros informes úteis se encontra nos trabalhos básicos de Carter (1931, p. 1), de Leiner (1938, p. 75) e no de Bertin (1958, p. 1763).

O *Plecostomus*, sendo um dos peixes muito comuns nos rios e ribeirões que circundam ou atravessam a cidade de São Paulo, onde se conhecem pelo nome de Cascudo, dada a carapaça de escamas ósseas que os caracteriza, foi-nos possível efetuar uma série de experiências e observações sobre a respiração aérea intestinal, e especialmente sobre a estrutura e funcionamento da região terminal dos intestinos. Resolvemos abordar este tema não só por ser praticamente desconhecida a estrutura da região urogenital destas *Locaririidae*, como por serem as poucas informações existentes sobre a respiração (Rauther, l. c., p. 521; Carter, 1935, p. 229) restritas principalmente ao estômago.

Apresentaremos agora os principais resultados de nossas observações e experiências.

2.

MATERIAL E MÉTODOS

Colhemos vários Cascudos dos arredores da Capital, principalmente dos ribeirões Pirajussára e Jaguaré, este último, atravessa os terrenos onde se localiza a Cidade Universitária, no Butantã. Servimo-nos também de peixes provindos dos rios Atibaia e Jaguarí, das fazendas Atibaia e Santa Úrsula. Todos estes Cascudos foram classificados como *Plecostomus plecostomus*. Conseguimos ainda inúmeros peixes do rio Piracicaba, que são diferentes no porte e no colorido, mas que apresentam caracteres concordantes com os observados nos *Plecostomus*. Por se tratar de espécie e talvez gênero

diferente, deixamos de lado, por enquanto, nossas observações feitas nos exemplares de Piracicaba.

Os peixes foram todos pescados com tarrafa e trazidos imediatamente para o Laboratório e colocados em grandes tanques de água corrente da torneira. Logo a seguir eram operados sob anestesia com solução a 5^o/₀₀ de uretana. Na dissecação expunha-se a cavidade abdominal pela retirada da parede do abdômem, inclusive as duas nadadeiras pélvicas. Enquanto se faziam as observações ou as experiências, os animais eram mantidos anestesiados, para o que a solução de uretana era gotejada na bôca do animal que jazia em decúbito dorsal numa placa com um leito de cêra do formato do peixe. Fêz-se, assim, o estudo sob a lupa Greenough.

Algumas observações foram feitas pela Lic. Maria Aparecida Esquibel, colaboradora do Departamento, que nô-las cedeu. Registramos aqui o nosso agradecimento. Os desenhos foram da autoria da Srta. Lúcia Rocha Bastos. Aos srs. Octavio Camargo Morais e Alberto A. N. Morais, proprietários das Fazendas referidas, nossos agradecimentos pelos peixes fornecidos.

3.

OBSERVAÇÕES E EXPERIÊNCIAS

Nos tanques de água dôce corrente, os peixes permaneciam a maior parte do tempo (observações feitas durante o dia e à noite) fixos firmemente pela bôca ao substrato: paredes e fundo do tanque, tijolos ou pedras. Muito raramente eram vistos nadando na superfície, e neste caso, de vez em quando expunham a bôca na atmosfera. Para conseguir manter os Cascudos nos aquários durante longo tempo, é indispensável provê-los de água corrente. Retirados do aquário sempre expulsavam bôlhas de ar pelo orifício anal. Ao chegar nova remessa de peixes, era necessário deixá-los em tanques separados, pois, do contrário, os antigos cascudos matavam os recém-chegados. Isto se deve à predileção pelas algas, pois, os que se mantinham há muito nos aquários raspavam com intensidade o corpo dos recém-chegados para retirar-lhes as algas aderentes à pele, e êstes morriam pouco depois. Nossas observações confirmam, assim, as idênticas de Azevedo (1938, p. 212) feitas no Nordeste.

Ao examinarmos os peixes anestesiados, tivemos a atenção voltada para a região posterior, pela presença de uma papila (Fig. 1, P) que se salienta na região anal, situada a mms 7,5 da inserção da nadadeira anal. Essa papila tem a forma de um cône em cujo ápice se acha o ânus. A altura do cône varia de 2 a 4 mms e habitualmente quando o peixe está em decúbito dorsal ela se dobra de modo a ter o ápice do cône na pele da região. Apresenta-se de tempos em tempos erectil, executando movimentos de retração e propulsão, durante os quais, o ar ou a água são sugados para dentro do intestino. Esses movimentos são rítmicos, e no peixe anestesiado têm a freqüência de 16 a 20 por minuto. São movimentos sincrônicos com os da ventosa bucal, que se têm por movimentos respiratórios.

Aberto o abdômem e observado à lupa, notam-se logo os intestinos enrolados em espiral, interpondo-se entre as alças do tecido gorduroso, o qual assim estabelece a conexão entre elas. Desenroladas as alças, o intestino tem de comprimento de ms 2,5 num peixe de 20 cms.

As paredes dos intestinos mostram estrutura típica, bem visível à lupa, sendo os feixes de fibras musculares dispostos em forma de ogivas agudas, acompanhadas de densa rêde de capilares sanguíneos. Chama logo a atenção o local de onde partem as espirais dos intestinos, que é constituído pelo fígado — massa castanho-clara tendo no centro um tufo de vasos que se irradiam sôbre a superfície das espirais dos intestinos, dirigindo-se os mais calibrosos para a região caudal do abdômem. Retirados os intestinos, nota-se que as espirais se volteiam ao redor do fígado, o qual apresenta, assim, várias chanfraduras que abrigam as alças intestinais. Afastando-se a massa intestinal, nota-se, à direita, o estômago sempre cheio de ar, aparecendo como uma grande vesícula. Deve ter sido principalmente êste aspecto do estômago que levou Rauther (1911, p. 521) e Carter (l. c.) a admitirem a utilização do estômago como órgão respiratório por êstes peixes.

a. *Aspiração retal* — A primeira experiência consistiu em depositar algumas gôtas de solução concentrada de tinta nanquim sôbre a papila anal. Em contacto com essa papila, a solução de nanquim formou logo nítida corrente que se orientou para o orifício anal, onde penetrou de modo intermitente, acompanhando os movimentos rítmi-

cos da papila. Dissecado o intestino terminal, viu-se o mesmo repleto da solução de nanquim, espalhando-se os grânulos pretos por tôda a superfície da mucosa. Esta experiência foi repetidas vêzes, sempre com idêntico resultado. Nas condições experimentais, i. é, o peixe anestesiado, recoberto d'água ou fora dela, mostra contínua sucção de água ou de ar pelo orifício anal.

b. *Vascularização do intestino terminal.* — Exposto o intestino terminal, logo se notou a nítida diferença entre a musculatura dêste trato e o do restante das alças, pois, no intestino terminal os feixes musculares não se dispõem em forma de ogivas bastante típicas como se vê nas alças do restante dos intestinos. Além disso, os feixes musculares do intestino terminal formam linhas longitudinais providas de capilares abundantíssimos, que circundam o órgão constituindo uma rêde bastante concentrada, na qual se percebe, com muita facilidade, a circulação do sangue, podendo-se mesmo distinguir o colorido vermelho vivo de alguns capilares, do vermelho escuro de outros, e, além disso, notar a diferença de direção da corrente sangüínea da e para a parede intestinal. As duas correntes partem ou confluem do centro circulatório já apontado no fígado.

c. *Região uro-genital* (Fig. 1). — Para expor o intestino terminal houve necessidade de afastar a massa de espirais intestinais e retirar a membrana peritoneal dorsal, escura, que recobre tôda a face do abdômem. Continuando a ablação dessa membrana, deparamos com uma vesícula claviforme, situada à direita do intestino terminal (Fig. 1). Logo percebemos ser essa vesícula septada no sentido dorso-ventral, sendo nítida a reentrância na face ventral, a qual se prolonga pela base da clava e prossegue pela face dorsal (S). Essa reentrância corresponde à inserção do septo que divide a vesícula em duas metades, uma direita e outra esquerda. Aberta a vesícula, nota-se não ser o septo completo em tôda extensão, mas cessa a 1 ou 2 mms do ponto de conexão da vesícula com o intestino, o que se dá pela face dorsal dêste. A extensão do septo é muito variável, de modo que, nos casos em que é reduzido, a bexiga se apresenta dupla, com as duas porções paralelas. Encontramos a vesícula conexa com os rins por meio de dois cordões tubulares (U) que se inserem em cada uma das metades da base da clava e se prolongam craneal-

mente, aprofundando-se nas massas renais que se encontram de cada lado da coluna vertebral. Certificamo-nos assim tratar-se bexiga urinária (B) que recebe os uretères (U) pela base e se conjuga com o intestino terminal, que aí forma uma bôlsa, constituindo assim uma verdadeira cloaca (C). Essa bexiga (B), em vários Cascudos, encontrava-se cheia de gás e em outros continha ca. de ml 1,5 a 2 de um líquido claro, transparente. De cada lado da clava vesicular acham-se as gônadas. Nos machos, os dois testículos (T) são cilíndricos, alongados e se estendem à ca. de 5 cm acima da base da bexiga prolongando-se caudalmente, margeando o órgão e contornam-no passando para a face ventral onde, a 1-2 mms de desembocadura na cloaca, se conjugam com a bexiga formando o seio uro-genital (SU). Êsses dutos deferentes são, no início numerosos, contando-se até dez, depois se fundem uns com os outros até se reduzirem a um par de cada lado (Fig. 2, D), para se abrirem na cavidade não septada da bexiga urinária. Os ovários são também em número par, um de cada lado da bexiga urinária, formando, nos exemplares em época de postura, duas grandes massas amareladas, com as eminências dos ovos bem salientes, dando assim, ao órgão um aspecto crenelado típico. A desembocadura dos ovidutos na bexiga urinária faz-se na mesma altura que os dutos deferentes.

d. *Cloaca* (Figs. 1, 2 e 3). — Diante destas observações interessantes, procuramos verificar as relações entre os órgãos acima citados. Dissecamos alguns exemplares, abrindo o intestino terminal com um corte longitudinal, partindo do orifício anal. Afastados os lábios da pele divisa-se imediatamente uma empola (C) relativamente ampla, com extensão de ca. de 1 cm, a partir do qual se inicia o intestino pròpriamente dito, com o aspecto característico das ogivas formadas pelos feixes musculares. A empola é forrada por uma mucosa pregueada longitudinalmente. Cateterizando a bexiga urinária em sentido retrógrado, pudemos distinguir o orifício de abertura na empola cloacal. Repetida a operação com os ovidutos notamos que os mesmos se abrem na bexiga pela face ventral a ca. de 1 mm do ponto de conexão com a cloaca. Não foi possível canular os dutos deferentes. A fim de verificar a exatidão destas conexões, fizemos uma série de preparações microscópicas, de 5 a 25 micra de espessura, com material fixado em Bouin — acético e co-

rado pela hematoxilina e eosina. Tais preparações, que compreendem a região que vai da abertura anal, inclusive, até o início do tubo intestinal que se segue à empola intestinal, mostraram, na papila cutânea epitélio pavimentoso pluriestratificado corneificado, sem inclusões ósseas. Numerosos botões do gôsto são evidentes na espessura do epitélio. A mucosa da cloaca é provida de um epitélio pavimentoso pluriestratificado (Fig. 2, E) sem corneificação evidente. Ao redor do orifício anal nota-se um anel muscular espêsso (M), circundado por fibras musculares longitudinais esparsas (MI). A 2-3 cms do orifício anal encontra-se o ponto de desembocadura da bexiga urinária na cloaca. A Fig. 2, B, mostra claramente a origem dêsse orifício caracterizada pela presença de duas reentrâncias guardadas de epitélio cilíndrico simples. Quase não há transição entre o epitélio da cloaca e o da bexiga urinária, mas o anel muscular acima citado, aí se interrompe para continuar completo depois da conexão da bexiga com a cloaca. A 1-2 cms dêsse ponto nota-se a desembocadura dos quatro dutos gonadais na face ventral da bexiga urinária. Distinguem-se os mesmos pelo epitélio cúbico que os garante interiormente (Fig. 2, D). Em certos cortes seriados da bexiga urinária foi possível ver o início do septo que divide a bexiga em duas porções, direita e esquerda. Tanto no cório do septo, como no das paredes da bexiga, assim como no da cloaca e do reto são evidentes as rêdes de capilares sangüíneos (V). Os métodos de coloração utilizados permitiram apenas divisar na espessura do epitélio do intestino e da cloaca, e também no da bexiga urinária, esparsos capilares sangüíneos. Tôda região uro-genital e intestinal aparece assim densamente irrigada.

e. *Respiração intestinal.* — Outra observação que julgamos de interêsse registrar, vem a ser a presença, em tôda extensão do intestino, de numerosas bôlhas de gás. Após termos verificado que a cloaca exerce sucção rítmica, mesmo quando o peixe se acha exposto ao ar, nos animais anestesiados, com o abdômem aberto, notamos a presença de numerosas bôlhas gasosas movimentando-se dentro das alças intestinais. O aspecto vesicular do intestino descrito por Carter & Beadle (1931) em *Haplosternum* e em *Callichthys* não observamos nos nossos Cascudos. Na realidade as bôlhas de gás misturavam-se com o conteúdo intestinal esverdeado típico dêstes ani-

mais que são grandes comedores de algas (Azevedo 1938, p. 212). Os movimentos das bôlhas gasosas acompanhavam a ritmicidade dos movimentos da cloaca, havendo, pode-se dizer, uma concentração de bôlhas gasosas nas zonas mais densamente irrigadas do intestino.

4.

DISCUSSÃO

A disposição dos órgãos verificada na região uro-genital do Cascudo é, sem dúvida, digna de registro. A ocorrência de uma cloaca nos Teleósteos, tem sido assinalada em *Anguilla vulgaris* e em alguns outros peixes (Audigé 1910, p. 379; v. d. Brock, v. Oordt & Hirsch 1938, p. 840). Como se sabe a existência de um poro uro-genital e de um ânus é a disposição mais freqüente nos Teleósteos, como Lickteig (1913, p. 17) figura no tipo 7 de seus esquemas. A presença de uma cloaca nos Teleósteos é fato inusitado (Rauther 1911, p. 522). No que se refere aos *Plecostomus* parece-nos ser esta a primeira vez que esta estrutura é estudada com pormenores. O próprio Rauther (l. c., p. 522) que dispôs apenas de alguns exemplares de *Plecostomus* diz serem fragmentárias as suas observações e descreve sumariamente a cloaca dos mesmos. O autor, mais tarde (1940, p. 977), assinala a formação em outras *Loricariidae*. Não há dúvida ser a vesícula disposta à direita do reto uma verdadeira bexiga urinária. Suas conexões com ambos os rins são bastante evidentes, e a sua desembocadura na cloaca pode ser evidenciada com pormenores tanto da estrutura como do funcionamento. O fato de ter sido encontrada ora com conteúdo gasoso, ora com líquido, indica ser a mesma um depósito dos excreta do organismo. Somente pesquisas ulteriores poderão demonstrar o teor dos gases e das substâncias existentes no líquido encontrados na bexiga. Chama a atenção a riqueza de vascularização do órgão, o que não exclui sua participação na função respiratória do animal. Além disso, sendo o Cascudo um peixe desprovido de bexiga natatória e utilizando o estômago como reservatório de ar ou como órgão respiratório é possível que a bexiga urinária se encha de gás para auxiliar o animal durante a natação, mantendo o necessário equilíbrio hidrostático. São êstes pontos dignos

de investigação para esclarecer esta insólita disposição dos órgãos na região uro-genital.

Segundo Carter (1931, p. 7; 1957, p. 68) as condições para se estabelecer a função respiratória de um órgão seriam:

1. O epitélio do órgão deveria ser suprido por rica vascularização, e o sangue deveria achar-se mais oxigenado depois de atravessar os capilares do órgão;

2. Deveria haver troca regular de ar entre as cavidades do órgão e o exterior;

3. O gás contido e o excretado do órgão deveria possuir menos oxigênio e mais dióxido de carbono que o ar atmosférico.

Até o momento, as observações efetuadas no Cascudo, referentes à respiração intestinal, atendem apenas em parte às condições indicadas por Carter. E' fora de dúvida que os intestinos são dotados de densíssima rede vascular sangüínea, há regular troca de gases entre a cavidade intestinal e o meio ambiente. Restaria verificar o teor do oxigênio e o do CO₂ no sangue que vai para e no que provém dos intestinos. Dificuldades técnicas, principalmente devido à extrema exigüidade do calibre desses vasos impediram, até agora, essa verificação.

Como bem acentua Carter (l. c.), o fato de um peixe ter respiração aérea não significa necessariamente ser êste incapaz de respirar água. Parece ser êste o caso de *Plecostomus*. Lembra ainda Carter (l. c., p. 69) o caso dos peixes que respiram ar e não podem viver com respiração aquática mesmo com água bem oxigenada, como sejam as *Lepidosiren* (Fullarton 1931; Sawaya 1946); *Haplosternum* (Carter e Beadle 1931), *Electrophorus* (Carter 1935), etc. As observações efetuadas até agora em *Plecostomus* indicam pertencer o mesmo ao primeiro grupo e não ao segundo.

Não temos dúvidas em afirmar as relações dos intestinos do *Plecostomus* com a respiração. A presença de bôlhas de gás na cavidade intestinal, em tôda a sua extensão e os movimentos rítmicos das mesmas, acompanhando os de sucção exercidos pela cloaca são índices certos de uma utilização do intestino como órgão respiratório. Aliás, nossas observações confirmam as asserções de Marlier (1938, p. 164) ao indicar que "em todos os peixes (inclusive as *Loricariidae*) o in-

testino posterior não serve mais à digestão, mas seu epitélio adelgado é finamente vascularizado por capilares de artéria celiaca ou de aorta dorsal, retornando o sangue à circulação pela veia porta-hepática ou veia inter-renal". A diferença de nossas observações está em que no *Plecostomus* o ar que se encontra nos intestinos é sugado pela cloaca e não só pela boca como diz Marlier (l. c.).

A informação de Rauther (1911, p. 521) e a de Carter (1935, p. 229) sobre a respiração de *Plecostomus*, pelo estômago, merece reparo. Realmente, todos os peixes que estudamos apresentavam o estômago repleto de gás. Vivendo, porém, seguros a diversos substratos, para o que utilizam a boca em forma de ventosa, e raramente vindo à superfície para absorver o ar, parece que o mecanismo do enchimento do estômago deveria ser mais complexo, ou por outras palavras, a origem do gás do estômago não seria só diretamente do ar atmosférico. Hora (1932, 1933) fez interessantes observações em *Misgurnus*, que apresenta idêntico aparelho para se firmar nos substratos, i. é, uma boca em forma de ventosa. Para explicar a utilização do oxigênio dissolvido na água, lembra a possibilidade de correntes retrógradas de água que penetrariam assim na cavidade branquial. É possível que o mesmo aconteça nos *Plecostomus*, mas a julgar pelo que até agora pudemos observar, não somente quanto à riquíssima vascularização intestinal como aos movimentos rítmicos da cloaca, quer-nos parecer que neste peixe predomine a respiração do tipo intestinal, sendo o estômago utilizado como reservatório de ar para as ocasiões de emergência. Aliás sendo peixe comestível, é levado para as bancas do mercado, como vimos em São Paulo, raramente, mais habitualmente em Piracicaba onde se empilham os Cascudos aos montes, todos eles permanecendo vivos por mais de 8 horas em condições realmente precárias. Examinados os peixes nestas condições notam-se movimentos acelerados da membrana bucal e aumentada a frequência dos movimentos rítmicos da cloaca.

Finalmente, um outro ponto parece-nos de interesse referir e vem a ser o do uso do sangue que banha os intestinos como vetor do oxigênio e do dióxido de carbono, o qual segundo Krogh & Leitch (1919, p. 288) deve apresentar-se bastante modificado para utilizar o oxigênio a tensões bastante baixas. Willmer (1934, p. 306) trabalhando com peixes habitantes dos charcos da Guiana Britânica,

cujas águas são muito pobres em oxigênio, verificou que em nenhum dêles haveria maior afinidade da hemoglobina pelo oxigênio, como seria de esperar. O Cascudo embora habite os charcos é, reconhecidamente, peixe de correnteza, e daí o poder adiantar não ser sua hemoglobina provávelmente dotada de particularidades especiais, pois, o teor do oxigênio nas águas em que vive não deve ser tão baixo. E' ponto ainda a elucidar o do comportamento da hemoglobina que atravessa as paredes do intestino e conduz os gases respiratórios.

5.

RESUMO

As experiências e observações realizadas em Cascudos (*Plecostomus plecostomus*) sôbre o trato intestinal terminal e suas relações com a respiração permitem as seguintes considerações:

1. Os *Plecostomus* são providos de uma cloaca formada por dilatação do reto, na qual se abre o seio urogenital. A cloaca se comunica com o exterior por meio do orifício anal.

2. A bexiga urinária dupla septada, recebe os dutos gonadais formando o seio urogenital.

3. O orifício anal localiza-se numa papila que constitui a papila anal, distante 8-10 mms da base da nadadeira anal.

4. A penetração dos gases ou da água nos intestinos faz-se por movimentos rítmicos da papila anal perceptíveis externamente.

5. Os *Plecostomus* utilizam provávelmente os intestinos para troca dos gases da respiração, dissolvidos na água ou existentes no ar.

6. Os intestinos de *Plecostomus* são providos de densa rêde de capilares sangüíneos, que provém da artéria celíaca e, depois de penetrarem na parede intestinal voltando em sentido retrógrado ao ponto de origem dessa artéria.

7. Na luz do intestino são evidentes numerosas bôlhas gasosas que se movimentam rítmicamente acompanhando as pulsações rítmicas da papila anal.

6.

SUMMARY

ON THE PRESENCE OF A CLOACA AND INTESTINAL RESPIRATION IN THE CASCUDO FISH [*LORICARIIDAE*: *PLECOSTOMUS PLECOSTOMUS* (Linn.)].

Aerial respiration in a species of *Plecostomus* has been known since the publications of Jobert (1877-8), and later of Rauther (1911) and Carter (1935). These authors restricted their study to the ability of *Plecostomus* to catch air bubbles from the open air.

This fish is very common in the small rivers which run across the outskirts of São Paulo, where they were caught and brought up to the laboratory and deposited in large tanks supplied with running fresh water. Fishes captured in the rivers Atibaia and Jaguary were also used. With this abundant material, some observations and experiments have been made in order to study the terminal region of the intestine, and also the respiration.

In the opened body cavity, the typical curled spiral arrangement of the intestine is seen. This animal is provided with a characteristic cloaca (Fig. 1), which communicates with the exterior by an anal papilla, and by an urogenital sinus to the urinary bladder and the gonads. The bladder is divided in two portions by one thin septum, and each half bladder is in connection with the corresponding kidney through a very narrow ureter inserted on the top of that organ. The genital ducts open into the ventral side of the urinary bladder, through the urogenital sinus. This sinus is connected with the dorsal side of the cloaca.

The anal papilla in fishes lying in the open air, or observed under water, pulses rythmically (16-20 beatings per minute). Drops of a solution of Indian ink were placed over the anal papilla and immediately the ink was sucked into the cloaca. Dissection of the terminal intestine has shown the cloacal cavity full of the ink, and ink granules which have passed into the intestine are also observed. The intestines have some bundles of muscles disposed as ogives. Between the ogives a dense net of capillary blood vessels can be seen. The

same muscles in the cloaca from longitudinal bundles emerging on the inner surface of the mucosa.

Depending on the phase of the pulses of the anal papilla the bubbles may either run in the direction to the stomach or the cloaca.

The blood supply of the intestines consists of branches of the coeliac artery and of the hepatic portal vein. Both vessels are divided into numerous capillaries. Under the microscope the arterial (red bright) and the venous (dark red) blood streams may be observed running from and to the intestines walls. Technical difficulties have so far prevented the collection of the blood from the minute capillaries, a procedure which would be required in order to determine the amount of O_2 and CO_2 in the respective blood currents.

The fine structure of the cloaca, urinary bladder and gonadal ducts were studied in microscopical preparations. The stratified epithelium of the cloaca and also the columnar epithelium of the intestine contain a rich supply of capillaries. Undoubtedly the fish uses not only the stomach but also the intestine as an organ for respiration.

On the basis of the experiments and observations made, we can summarise:

1. *Plecostomus* in spite of being a Teleostean fish has a typical cloaca.
2. An anal papilla is present in which the anus opens. The cloaca communicates to the exterior by this papilla.
3. The anal papilla undergoes rythmic movements by means of which water and air are sucked into the cloaca and passed to the cavity of the intestine.
4. The urinary bladder is divided into two portions by one thin septum, and receives the genital ducts in the urogenital sinus.
5. The fish inspires and expels the gases of respiration during those movements of the anal papilla.
6. The presence of an intestinal respiration in *Plecostomus* is thus clearly indicated.

7.

BIBLIOGRAFIA

- AUDIGE', J. — 1910 — Contribution à l'étude des reins des Poissons. Téléostéens. Arch. Zool. exp. génér. Ser. 5. v. 4, pp. 225-624. t. 17. Paris.

- AZEVEDO, P. de — 1938 — O cascudo dos Açudes nordestinos. *Plecostomus plecostomus*. Arch. Inst. Biol., v. 9, pp. 211-224, São Paulo.
- BEADLE, L. C. — 1932 — Scientific results of the Cambridge Expedition to the East African Lakes, 1930-31. 3. Observations on the bionomics of some East African swamps, J. Linn. Soc. v. 39, pp. 135-156, London.
- BERTIN, L. — 1958 — Organes de la respiration aérienne, em: Grassé, P.: *Traité de Zoologie*, v. 13, f. 2, pp. 1363-1398, Masson & Cie. Paris.
- v. d. BROEK, A. J. P.; v. OORDT, G. J. & HIRSCH, G. C. — 1938 — Urogenitalsystem. 1a. pt.: Harnorgane, em — *Handb. vergl. Anat. d. Wirbeltiere*, XXII + 1106 pp. Urban & Schwartzberg, Berlin/Wien.
- CARTER, G. S. — 1931 — Aquatic and aerial respiration in Animals. *Biol. Rev.*, v. 6, n.º 1, pp. 1-35. Cambridge.
- 1933 — Ecology of tropical swamps. *Nature*, v. 132, pp. 896-97, London.
- 1935 — Respiratory adaptations of the fishes of the forest waters, with descriptions of the accessory organs of *Electrophorus electricus* (Linn.) and *Plecostomus plecostomus* (Linn.) J. Linn. Soc. London, Zool. v. 39, pp. 219-233, London.
- 1935a — Results of the Cambridge Expedition to British Guiana. 1933. The fresh waters of the rain-forest areas of British Guiana. J. Linn. Soc. London, v. 39, pp. 147-194, 3 t. London.
- 1957 — Air-breathing, em: M. E. Brown — *The Physiology of Fishes*, ed. v. 1, 447 pp. Acad. Press. New York.
- CARTER, G. S. & BEADLE, L. C. — 1931 — The fauna of the swamps of the Paraguayan Chaco in relation to its environment. III. Respiratory adaptation in the fishes, J. Linn. Soc. v. 37, pp. 327-366, t. 19-23, London.
- FULLARTON, M. H. — 1931 — Notes on the respiration of *Lepidosiren*. *Proc. Zool. Soc. London*, pp. 1301-1306. London.
- HORA, S. L. — 1933 — Respiration in fishes. *J. Bombay Nat. Hist. Soc.*, v. 36, pp. 538-560. Bombay.
- v IHERING, R. 1930 — Notas ecológicas referentes a peixes d'água doce do Estado de São Paulo e descrição de quatro espécies novas. Arch. Inst. Biol., v. 3, pp. 93-104, São Paulo.
- JOBERT, C. — 1877 — Recherches pour servir à l'histoire de la respiration chez les Poissons. *Ann. Sc. nat. Ser. 6, Zool. 5*, pp. 10-150, Paris.
- 1878 — Recherches anatomiques et physiologique pour servir à l'histoire de la respiration chez les Poissons. *Ann. Sc. Nat. Ser. 6, Zool. 7*, pp. 10-115, Paris.
- JOHNELS, A. G. — 1953 — Notes on fishes from the Gambia River. *Ark. f. Zoologi*, Ser. 2, v. 6, n. 17, pp. 327-411, Stockholm.
- KNER, R. — 1854 — *Die Panzerwelse des k. k. Naturalien — Cabinetes zu Wien*. *Denschr. Ak. Wiss. Wien 6*. 1854. ap. Rauther, M. (1940).
- KROGH, A. & LEITCH, I. — 1919 — The respiration function of the blood in fishes. *Jour. Physiol.*, v. 52, pp. 288-300, Cambridge.

- LEINER, M. — 1938 — Die Physiologie der Fischatmung 134 pp. Akad. Vergl. Leipzig.
- LJCKTEIG, A. — 1913 — Beitrag zur Kenntnis der Geschlechtsorgane der Knochenfische. Inaug. Diss. Univ. Strassburg, 63 pp. 3t. Leipzig.
- LUPU, H. — 1910 — Nouvelles contributions à l'étude de la respiration intestinal du *Cobitis fossilis*. Ann. Scient. Univ. Jassy, v. 6, pp. 302-307. Paris.
- 1935 — Nouvelles contributions à l'étude du sang de *Cobitis fossilis*. Ann. Scienti. Univ. Jassy, v. 14, pp. 60-110 et v. 21, pp. 407-455.
- MARLIER, G. — 1938 — Considérations sur les organes accessoires servant à la respiration aérienne chez les Téléostéens. Ann. Soc. Roy. Zoologique de Belge, v. 69, pp. 162-185, Bruxelles.
- RAUTHER, M. — 1911 — Beitrage zur Kenntnis der Panzerwelse. Zool. Jahrb., Anat. v. 31, pp. 497-526, t. 24-25, Jena.
- 1940 — Echte Fische, pt. I, Anat. Physiol. n. Entwickl. 1a. metade em: Bronn's Kl. u. Ord. d. Tierreichs, v. 6, 1a. pt. Pisces 2.º livro, Echte Fische, pt. 1, VII + 1050 pp. Leipzig.
- SAWAYA, P. — 1946 — Sôbre a biologia de alguns peixes de respiração aérea. (*Lepidosiren paradoxa* e *Arapaima gigas*). Bol. Fac. Fil., Ci. Letr. Univ. S. Paulo, Zool. n. 11, pp. 256-286, 2 t. São Paulo.
- WILLMER, E. N. — 1934 — Some observations on the Respiration of certain Tropical Fresh-water Fishes. Jour. Exp. Biol., v. 11, pp. 283-306, Cambridge.
- WU, H. W. & CHANG, H. W. — 1945 — On the structures of the intestine of the chinese pond Loach with special reference to its adaptation for serial respiration. Sinensia, Nanking, v. 16, 8 p. ap. Bertin (1958, l. c.).

8.

ESTAMPA

FIGURA 1

Intestino terminal, bexiga e testículos de Cascudo (*Plecostomus plecostomus* L.).

B = bexiga urinária.

C = cloaca.

I = Intestino.

P = papila anal.

S = Septo da bexiga urinária.

SU = Seio urogenital.

T = Testículos.

FIGURA 2

Secção esquemática transversal da região terminal intestinal do Cascudo (*Plecostomus plecostomus* L.). Indicações da figura anterior, mais D = ductos deferentes, E = epitélio pavimentoso pluriestratificado da cloaca, M e MI = músculos anelares e longitudinais; V = capilares intraepiteliais. Bouin acético — Hemt. eosina.

FIGURA 3

Hemiseção esquemática transversal da cloaca, no ponto de desembocadura da bexiga urinária, em que se nota a diferença do tipo de epitélio da bexiga urinária (cilíndrica simples) e da cloaca (pavimentoso pluriestratificado). Indicações como nas figuras anteriores. Bouin acético — Hemat. eosina.



Fig. n.º 1

Fig. n.º 2

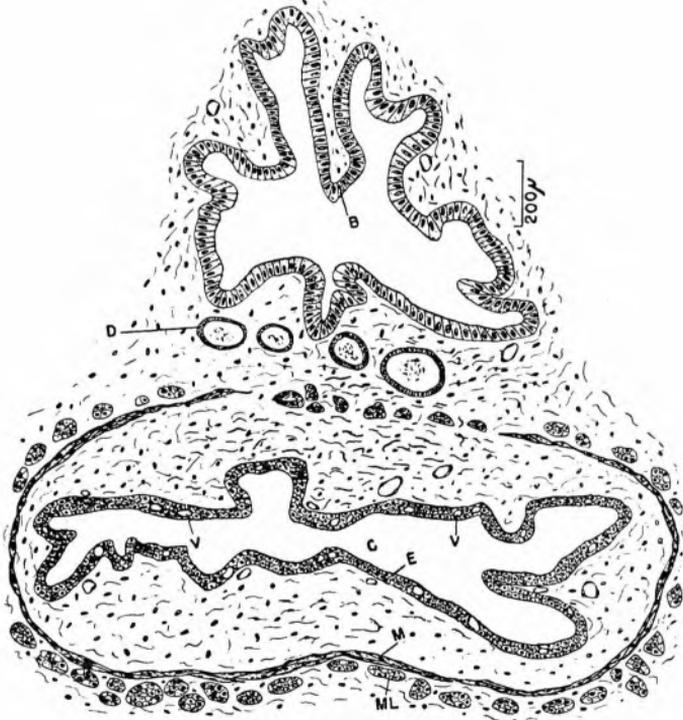


Fig. n.º 3

