

# Sôbre a biologia de alguns peixes de respiração aérea. (*Lepidosiren paradoxa* FITZ. e *Arapaima gigas* CUV).

por Paulo Sawaya

(Laboratório de Fisiologia Geral e Animal —  
Departamento de Zoologia da Universidade de  
São Paulo)

	(Estampas I — III)	PÁGS.
I —	Generalidades .....	255
II —	O material e sua procedência .....	256
	Observações e experiências:	
III —	<i>Arapaima gigas</i> CUVIER .....	257
	a) Notas biológicas .....	257
	b) Respiração .....	260
IV —	<i>Lepidosiren paradoxa</i> FITZINGER .....	262
	a) Notas biológicas .....	262
	b) Respiração .....	266
V —	Discussão .....	270
VI —	Resultados .....	273
VII —	Summary .....	273
VIII —	Bibliografia .....	275
IX —	Estampas .....	279

## I

### Generalidades

No presente trabalho pretendo relatar os resultados principais de algumas observações e experiências efetuadas em Belém do Pará e em São Paulo, relativamente ao comportamento, no cativeiro, das duas espécies mais representativas da ictiologia neotrópica: o conhecido Pirarucú (*Arapaima gigas* CUV.) e a não menos conhecida Traira-boia (*Lepidosiren paradoxa* FITZ.).

Conforme já foi indicado em outro trabalho (SAWAYA 1946, v. êste Boletim p. 333), durante rápida permanência em Belém do Pará, graças à benévola acolhida do Dr. CARLOS ESTEVÃO DE OLIVEIRA, então Diretor do Museu Paraense "Emilio Goeldi", consegui capturar algumas Traira-boias, e obter vários exemplares de Pirarucús que se criam em boas condições nos lagos existentes no belo parque do Museu. Nesse mesmo local também se pescavam algumas Traira-boias, que foram mantidas nos tanques do laboratório de piscicultura, onde viveram durante muito tempo.

Com êste excelente material efetuei observações e experiências no referido Museu e aqui em São Paulo, onde, em ambiente apropriado, as Traira-boias se dão relativamente bem.

Ambos os peixes citados podem ser incluídos no grupo dos animais que possuem a chamada respiração de emergência (KROGH 1941, p. 51) na qual é característica a ocorrência de estruturas excepcionais que funcionam como órgãos respiratórios. Como se verá, porém, tanto um como outro destes peixes não prescindem da respiração aérea e por isso são catalogados entre os peixes-pulmonados. Neste particular, o Pirarucú e a Traira-boia muito se aproximam. No aquário, de vez em quando, sobem à superfície para respirar o ar e, em seguida, mergulham. No ambiente natural, nos lagos do parque Zoológico do Museu, ou nas valas das circunvizinhanças de Belém, o comportamento desses peixes varia, como adiante terei oportunidade de relatar.

As experiências referem-se principalmente ao consumo do oxigênio. Durante a medida desse consumo continuaram-se as observações dos animais vivos, no aquário e nos respirômetros, e os dados conseguidos, ao meu ver, poderão concorrer para melhor conhecimento da biologia de ambas interessantes espécies. Tendo conseguido a maior parte dos trabalhos publicados principalmente sobre a *Lepidosiren*, julguei conveniente fazer também um apanhado geral dos mesmos, no intuito de facilitar futuras pesquisas.

\* \* \*

Para a realização destas pesquisas, assim como de outras mencionadas neste Boletim às págs. 333 e 357, (SAWAYA ; SAWAYA e MARANHÃO) cumpre-me agradecer, em primeiro lugar, à Excelentíssima Senhora D. ESTHER DA COSTA LIMA, viúva do saudoso zoólogo Dr. ELÁDIO DA CRUZ LIMA, a cuja memória presto aqui as minhas sinceras homenagens. À Senhora LIMA devo o convite para ir a Belém do Pará, onde me proporcionou todas as facilidades para levar adiante o plano das pesquisas que tive em mira. Ao Senhor Dr. CARLOS ESTEVÃO DE OLIVEIRA, cuja morte prematura abriu largo claro nas fileiras dos estudiosos interessados em assuntos amazônicos, sou muito grato por me ter aberto as portas do Museu Paraense "EMILIO GOELDI", instituição a que êle dedicou grande parte de sua vida. Cooperaram nestas investigações, eficientemente, as Senhoritas D. ALBA DE ALBUQUERQUE MARANHÃO, INAH DA MOTTA SILVEIRA e STELLA SYLVIA LIMA, auxiliares da secção de piscicultura do Museu, e o pescador auxiliar Sr. Cameté, que me acompanhou nas excursões para coleta do material. Em São Paulo, auxiliaram-me no prosseguimento destes estudos o Senhor JOÃO EUFROSINO, a Senhorita D. ANTONIETA BRUNO, efetuando medidas gasométricas e análises quantitativas. O Lic. Sr. DOMINGOS VALENTE e o Dr. RUBENS SALOMÉ PEREIRA também deram sua colaboração na revisão do manuscrito. A todos consigno aqui meus agradecimentos.

## II

### O material e sua procedência

Tanto as Traira-boias como os Pirarucús, como disse, foram encontrados em Belém. A procedência de cada um destes peixes, porém, é diversa. As *Lepidosiren paradoxa* foram capturadas nas valas que circundam a cidade, abertas para o saneamento da zona. Estas valas, como se vêem nas Figs. 5, 6 e 7 (Est. II) medem cêrca

de 2 ms de largura e estendem-se por vários quilômetros, tendo por finalidade precípua a drenagem da água dos igapós que ali existem. A zona sul da cidade foi por mim percorrida em companhia do Senhor Cametá, pescador auxiliar do Museu. A fauna específica da região consta de inúmeros peixes, desde os Lambaris e os Bagres até o conhecido *Erythrinus unitaeniatus*, ali chamado Jejú, e nela se incluem também Moluscos, Crustáceos Decápodos, etc. Para captura das Traira-boias entrámos n'água até o joelho, e, com uma peneira, fomos raspando as margens e batendo com uma vara as touceiras de água-pé, nas quais os peixes se enroscam. Assim estimuladas, as Traira-boias, que preferem aderir às margens, perfurando-as como de hábito, caem na peneira, sendo, então, apanhadas. Dada a sua grande agilidade, e a excepcional viscosidade da pele, quase sempre conseguem escapar. Durante minha estada em Belém apenas um exemplar foi assim pescado. Nos lagos do Museu, o processo de captura é o mesmo (Est. III, Fig. 8). O ambiente, ali, quase em nada difere do das valas aludidas. Assim, consegui cinco exemplares, um adulto e quatro jovens, com que se fizeram as observações e as experiências que se seguem. Segundo informações recebidas as Traira-boias também ocorrem na zona de Utinga (Est. III, Figs. 9 e 10).

Todos os Pirarucús que serviram para o presente estudo, provêm dos lagos do Museu. Conforme refere OLIVEIRA (1944, p. 105), em 1934 os Pirarucús foram transportados para os lagos e a primeira desova deu-se em 1939. Iniciou-se com eles o serviço de piscicultura, fazendo-se a criação para povoamento dos açudes do Nordeste. Até 1944, foram remetidos cerca de 30.000 alevinos para êsses açudes. Êstes peixes criam-se bem nos lagos, sendo que alguns se transportam para grandes tanques onde se dá o crescimento. Dos Pirarucús aclimatados nos tanques obtive o material necessário para êstes estudos.

Após as observações e experiências preliminares em Belém, conseguí trazer para São Paulo, por via aérea, a única possível na ocasião, três *Lepidosiren* e duas *Arapaima* jovens. Já em 1942 foi tentado o transporte pela mesma via de algumas *Lepidosiren* de Belém para São Paulo com resultado bastante precário, pois os animais morreram apenas chegados ao laboratório.

Na ocasião atribuí o fato à baixa temperatura existente. À vista dessa experiência, tomei providências no sentido de prevenir qualquer acidente relacionado com queda rápida de temperatura. Tendo embarcado em Belém no dia 19 de julho, ao chegar, no mesmo dia, ao Rio de Janeiro, encontrei tempo frio, com diferença de 15°C para menos em comparação com Belém. À vista disto, no hotel mantive os peixes em água a cerca de 20° dentro da própria banheira, tendo o cuidado de renová-la periódicamente para evitar que descesse o termômetro a menos de 20°. Na viagem do Rio a São Paulo foram tomados os mesmos cuidados e, assim, pude trazer êstes peixes até o laboratório onde, em aquário apropriado, em temperatura constante de 25°, são ainda mantidos.

A técnica seguida na parte experimental, tendo variado de um para outro animal, será descrita em cada um dos respectivos capítulos.

### Observações e experiências

As observações que passarei a relatar a seguir foram feitas, quanto às *Lepidosiren*, no ambiente natural e nos aquários, e quanto às *Arapaima* nos lagos de criação e nos grandes tanques do Museu.

### III

#### *Arapaima gigas* Cuvier

##### a) *Notas biológicas*

Dentre os peixes de valor econômico da Amazônia, sobressai o Pirarucú conhecido desde os primeiros tempos em que os europeus aporta-

ram à América do Sul. Chama logo a atenção o seu tamanho excepcional, podendo alcançar 2,5 ms de comprimento e 150 kg de peso. Foi tido como o maior peixe da região e mesmo do mundo (FLEMING 1934, p. 404).

A biologia do Pirarucú tem sido estudada por muitos naturalistas, mas a maioria baseia-se em observações ocasionais feitas durante o decorso de viagens ao continente sul-americano. Não obstante, a contribuição de muitos destes observadores é, por vezes, grandemente valiosa. Dos autores mais recentes que tiveram oportunidade de descrever os hábitos dos Pirarucús, destaco principalmente EIGENMANN e ALLEN (1942, p. 340) que trazem notas circunstanciadas a respeito das feitorias amazônicas, onde, embora com processo primitivo, se tem processado intensamente a industrialização desse peixe. Mais recentemente, GUDGER (1943, p. 509), ao tratar dos peixes gigantes da América do Sul, aduz várias notas informativas a respeito da *Arapaima*. Entre nós, valiosa contribuição para o conhecimento de sua biologia foi dada por OLIVEIRA (l. c., p. 104), a quem se deve a sua aclimatação nos campos de piscicultura do Museu Paraense "EMILIO GOELDI". Segundo suas notas e as de AZEVEDO e VIEIRA (1940, p. 118), o primeiro transporte de Pirarucús de Belém para o Nordeste foi efetuado em Agosto de 1939, contando os peixes 25 cm de comprimento. Cêrca de um ano mais tarde (Junho de 1940) o crescimento atingido no açude-viveiro, onde foram colocados, foi de 1,29 ms.

Os Pirarucús de 10 dias de idade são alimentados nos tanques com plancton (crustáceos em geral), vermes d'água doce (*Tubificidae*) reduzidos a pequenos pedaços. Vinte dias após a eclosão, os *Pirarucús* passam a caçar barrigudinhos (*Pæcilidae*), pequenos camarões (*Palaemonidae*). Os adultos comem peixes, carne, camarões, etc. Na ocasião de receberem alimento fazem um barulho singular que lhes é característico. À hora certa, todos os dias, os pescadores levam a ração alimentar para os Pirarucús e no instante em que o alimento é atirado no lago, o Pirarucú pula para apanhá-lo. VERISSIMO (1895, p. 24) descreve este fenômeno da seguinte maneira: "A cada momento ouve-se o ruído especial, ao ouvido do pescador familiar, do boiar do pirarucú, levantando o dorso espesso, cumulo d'água e deixando após si um largo rebojo, ou assiste-se o pulo alto da desprezível piraíba, o enorme corpo todo fora d'água envolto num lençol líquido, franjado de espuma, sumindo-se nela com estrondo, fazendo largos círculos ondeados, que vêm fenecer na margem...".

Como se sabe, o Pirarucú vem frequentemente à tona para respirar. Aproveitam-se disto os pescadores para fisga-lo com o arpão, como VERISSIMO (l. c., p. 34) bem acentua. Mas é curioso notar que, mesmo naquela época, o ilustre autor da "Pesca na Amazônia" ainda não sabia por que o peixe faz êsse intermitente boiar como se depreende do seguinte trecho (l. c., p. 36): "A inexplicável necessidade força-o a vir à tona. Irrompe com a cabeça, o corpo, a cauda, tudo a um tempo, água fora, rápido, instantaneo, levantando barulhosamente uma grossa coluna d'água. "Balacubão, bólócóbó" chamam onomatopaicamente os pescadores êste salto precipitado, medroso, e pronunciam a palavra imitando-lhe o barulho".



Conta ESTEVÃO DE OLIVEIRA (l. c.) que a primeira desova destas *Arapaimidae* nos lagos do Museu se deu em 1939, e em 1940 elas chegaram a efetuar 10 posturas, com média de 4.000 ovos cada uma. Excepcionalmente pode chegar a 11.000. Os inimigos que atacam os jovens peixes são os *Nematodes*, e por isso aconselha aquele autor (l. c.) alimentar os animais com larvas de *Chironomidae*, *Tubificidae* e pasta de camarões. Decorrendo dêste regime maior resistência dos animais, consegue-se evitar a morte pelo progresso da parasitose.

Como muitos outros peixes tropicais (SAWAYA & MARANHÃO 1946, v. êste Boletim p. 357), os Pirarucús também cavam ninhos no fundo dos lagos, nos lugares mais razos. Infelizmente não me foi dado ver nenhuma destas formações quando estive em Belém, mas OLIVEIRA (l. c., p. 105) diz que os Pirarucús, macho e fêmea, constróem ninhos que medem cêrca de 60 cms de diâmetro e 15 a 20 de profundidade. Ainda não foi possível observarem-se a postura e a eclosão das larvas.

O que se conhece sôbre a procriação do Pirarucú no ambiente natural, pelo menos, pelo que pude depreender da bibliografia disponível, vem a ser a observação de ALEXANDRE RODRIGUES FERREIRA, feita em 1792: "As fêmeas do Pirarucú desovam pelo princípio da enchente do rio e o modo com que o fazem não deixa de ser notável. Enfiam a cauda contra a correnteza do rio, e aluindo os opérculos das gueltras, assim como a galinha abre as azas para agasalhar os pintos, esperam que para dentro dêles se recolham os ovos que se não tresmalham e descem com a correnteza. Debaixo dos opérculos agasalham-se os ovos e saem transformados em peixes aos cardumes, ora soltos, e aos lados do corpo de suas mães, sem nunca perderem o tino de se refugiarem debaixo dos seus opérculos, principalmente assustando-se-lhes ou sendo perseguidos pelos outros peixes que os devoram" Aqui está um ponto obscuro da biologia dêste peixe. O próprio VERISSIMO (l. c., p. 39) julga "menos segura a notícia do estimável cientista brasileiro". O que é referido por FERREIRA (l. c.) e por VERISSIMO (l. c.) foi confirmado por OLIVEIRA (l. c.) i. é, que o Pirarucú faz ninho no fundo dos lagos e outras águas tranquilas de pequena corrente e que o casal cuida da prole "que acompanha a mãe, protegida a certa distância pelo macho, que navega de conserva" (VERISSIMO l. c., p. 39).

Quando cheguei a Belém, em 1944, encontrei os lagos e os tanques de criação com numerosos Pirarucús. As desovas processaram-se naquele ano com a mesma intensidade. Assim, pude dispor do material para os estudos que tinha em mira. A pesca nos grandes tanques faz-se com a rêde (Est. I, Fig. 1) que se arrasta dentro do tanque tal como se fôsse um picaré (Est. I, Fig. 2). Juntamente com os exemplares de tamanho médio, de 50 a 80 cms de comprimento, encontram-se também os alevinos (Est. I, Fig. 3) que, como se sabe, desde a desova acompanham sempre a fêmea.

Tive oportunidade de presenciar o cardume de alevinos volteando-se em torno da cabeça da fêmea. Acredita-se que êsse fenômeno, tão característico nos Pirarucús, decorra do fato de os alevinos se alimentarem da substância excretada pelas glândulas da cabeça. EINGEMANN & ALLEN (l. c., p. 345) transcrevem a suposição que o povo tem, dizendo que

tais glândulas cefálicas dos Pirarucús corresponderiam a glândulas máriais, e são peculiares às fêmeas, mas esses autores julgam tratar-se de órgãos adesivos e serem mais frequentes nos machos. Pelo que me foi dado ver nos exemplares de Belém, essas glândulas alojam-se em cavidade na região cefálica superior (Est. I, Fig. 4) e devem estar subordinadas a estimulantes de natureza incretória. Segundo consta, na época da desova, tais glândulas hipertrofiam-se e ficam entumescidas, salientam-se sob a pele da cabeça e produzem a secreção aludida.

Não obstante ser um dos peixes mais capturados na Amazonia, desde os tempos mais remotos, MARCOY refere (1875, p. 427) que numa quinzena se pescaram mais de 10.000, o Pirarucú ainda hoje é relativamente abundante na região.

Nos lagos e tanques do Museu Paraense "EMILIO GOELDI", os Pirarucús vivem e procriam quase como em seu habitat natural. Para as experiências que serão relatadas a seguir, foram selecionados alguns exemplares jovens, portanto de tamanho pequeno, para as medidas de consumo de oxigênio. Dois deles foram transportados para o laboratório em São Paulo onde resistiram apenas duas semanas.

#### b) *Respiração*

As primeiras experiências sôbre a respiração dos Pirarucús foram feitas em Belém. Em virtude da escassez de recursos, as tentativas para medida de consumo do oxigênio falharam. Na primeira experiência uma *Arapqima* de 29 grs e comprimento total de 370 mm foi colocada dentro de um aquário com 24 l. de água da torneira e a subida do animal se impediu com o auxílio de uma tela de arame. Uma camada de 4 cms de óleo de parafina protegia a água contra a contaminação do oxigênio do ar atmosférico. O peixe resistiu 30 minutos dentro do aquário. A quantidade de oxigênio existente no início da experiência era de 4.825 ml por litro (0° e 760°) que corresponde, nas condições experimentais (764.4 mms Hg e 28° 7 C), a 80% de saturação. Meia hora depois a taxa de oxigênio permaneceu praticamente inalterada, não havendo, portanto, consumo de oxigênio. Durante êsse tempo de permanência no aquário, porém, o Pirarucú, impossibilitado de vir à tona para respirar apresentou característicos sintomas de asfixia. Dou a seguir o protocolo desta observação.

0 minutos	— animal em boas condições.
5 "	— movimentos acelerados dos opérculos.
10 "	— perda do equilíbrio, sensível diminuição do movimento das nadadeiras.
20 "	— imobilidade. Movimentos das paredes do corpo apenas perceptíveis a custo.
30 "	— imobilidade completa. Retirado do aquário, morreu 3 minutos depois, não obstante os esforços empregados para reanimá-lo (compressão, arejamento intenso, etc.).

Não obstante o resultado negativo desta experiência, uma outra foi tentada, nas mesmas condições. Tratava-se de um peixe de 1.283 grs com 560 mm de comprimento total, e originário da desova de 2-3-1944,

TABELA I

Consumo do oxigênio pelos Pirarucis (*Arapaima gigas*). Valores em ml.

N.	Tempo exp. horas	TEMPERATURA				mm. Hg		pH		VOL. DA ÁGUA		VOL. DO APARELHO		CONSUMO DO OXIGENIO ml/kg/h		
		AR		ÁGUA		inicial	final	inicial	final	inicial	final	inicial	final	na água	no ar	TOTAL
		inicial	final	inicial	final											
1	3	20	20	21	21	705.5	705.8	7.5	7.6	1500.00	1383.8	12930.3	11673.32	0.23	11.15	11.17
2	4	20	21.5	25	26.5	705.8	706	—	—	1500.00	1383.8	12930.3	11673.32	0.20	8.25	8.27

portanto com 4 meses e 9 dias de idade. A quantidade de oxigênio inicial era menor i. é, 3.565 ml/l (0°-760°) ou seja uma saturação de 64%. Repetiram-se praticamente os mesmos fenômenos, com a diferença que êste peixe durante os primeiros minutos esteve bastante agitado tentando libertar-se da tela.

No laboratório em São Paulo, foram efetuadas também duas experiências apenas, com Pirarucús muito jovens, de 10 grs de peso. Para medida do consumo do oxigênio vali-me do respirômetro empregado por SMITH (1930, p. 127) um pouco modificado. Em resumo consta do seguinte: uma câmara respiratória constituída por um dissecador de 13.000 ml de capacidade em comunicação com o aparelho de HALDANE-BAILEY-HENDERSON por meio de um fio de cobre de 1 mm de diâmetro interno. A câmara continha de 1.500 a 2.000 ml de água da torneira, a qual era retirada por meio de um sifão de vidro disposto segundo a técnica preconizada por SAWAYA (1945, p. 138). Antes de colocada a *Arapaima*, retiravam-se de 50 a 0 ml de água, anotavam-se a temperatura da água e do ar da câmara e a pressão barométrica, e tomava-se a amostra de ar para o HALDANE. Estas operações eram repetidas no fim de cada experiência. A dosagem do oxigênio na água foi feita pelo método de WINKLER modificado por BIRGE e JUDAY (1911). Para o cálculo do oxigênio consumido do ar da câmara, fez-se a medida do volume de ar disponível, no começo e no fim da experiência, transformando-se então o resultado da percentagem em ml/kg/hora.

A Tabela I mostra os resultados obtidos nas duas únicas dosagens, pelos quais se vê que o consumo do oxigênio pelo Pirarucú é de 8.27 a 11,17 ml/gr/h. Dos resultados de apenas de duas análises, é claro nada se pode concluir. Todavia, julgo que servirão de ponto de referência para pesquisas futuras. Verificou-se diminuição da taxa de oxigênio na água, sendo, porém, muito maior a diminuição desse gás no ar da câmara de respiração. Nas condições estabelecidas, pois, o consumo do oxigênio na água é cerca de 164% menor que no ar. Isto quer dizer que a respiração do Pirarucú, é praticamente, respiração aérea.

Seja notado que para BÖKER (1932, p. 134) o Pirarucú respira o ar atmosférico, sendo o oxigênio absorvido pelos capilares de um órgão cilíndrico maciço localizado na parede dorsal da bexiga natatória de cada um dos lados da aorta, pertencente êsse órgão aos rins primitivos, como é bem figurado por RAUTHER (1937, p. 905, Fig. 900).

#### IV

### *Lepidosiren paradoxa* Fitzinger

#### a) *Notas biológicas*

Deve-se a JOHANN NATTERER (1839) a descoberta da Traira-boia na Amazônia, ao pescar dois exemplares, um no rio Madeira e outro na margem esquerda do Amazonas. Cerca de dez anos depois, CASTELNAU coletou

mais um exemplar, descreveu-o em 1855 (p. 104) juntamente com outras espécies, hoje invalidadas na sistemática ictiológica, existentes no Museu de Paris (GÜNTHER, 1870, p. 323). Adstrito à taxonomia, as descrições de CASTELNAU são avaras em notas biológicas. Passaram-se depois mais quarenta anos quando BARBOSA RODRIGUES, em 1886, encontrou dois destes peixes no igarapé do Aterro, em Manáos. Em 1892 outra *Lepidosiren* amazônica foi enviada a Berlim pelo engenheiro GUSTAVO TOPPER, proveniente de Itaituba, no Tapajoz.

Com a fundação do Museu do Pará, o Dr. EMILIO GOELDI intensificou a procura deste Dipnoico, tendo êsse zoólogo recebido o primeiro exemplar em 1896, procedente da Ilha do Marajó. Logo que iniciou suas atividades no Museu, GOELDI publicou (1895) algumas instruções para colheita de material zoológico, dedicando-as mais particularmente à *Lepidosiren paradoxa*. Baseando-se nesse exemplar marajoara, que era o sétimo conhecido no mundo (GOELDI 1896, p. 442), foram feitos trabalhos referentes à sua biologia (1897, p. 247; 1898, p. 413), nos quais o ilustre fundador do Museu Paraense contribuiu para o conhecimento dos hábitos da Traira-boia, especialmente no que se refere aos seus caracteres sistemáticos. GOELDI assinala neste último trabalho a semelhança entre a *Lepidosiren* e o *Electrophorus electricus*, o que motivou confusão do coletor do exemplar. Êste viveu longo tempo em um aquário com terra e fôlhas no fundo.

Concomitante com as publicações citadas acima, inúmeras outras vieram a lume sôbre a *L. paradoxa*, referindo-se, de modo particular, à espécie que habita o Chaco Paraguaio. Assim, RAY LANKESTER (1898, p. 11) em seu trabalho escrito por volta de 1894, compara os caracteres morfológicos externos da *L. paradoxa* com os do *Protopterus*, aduzindo interessantes notas sôbre a biologia de ambos. Suscitaram êsses trabalhos controvérsias sôbre a taxonomia da *Lepidosiren* (EHLERS 1894, p. 91), as quais representaram uma nova fase da discussão que decorreu dos trabalhos de NATTERER (1839, p. 167), OWEN (1839, p. 371), BISCHOFF (1840, p. 116), MILNE EDWARDS (1840, p. 162), DUMÉRIL e BIBRON (1854, p. 208), McDONNELL (1860, p. 410), SCLATER (1866, p. 34), DUMÉRIL (1866, p. 160) e outros. Uma resenha da bibliografia existente até então, encontra-se em BAUR (1887, p. 575).

Nessa discussão, fundamentalmente taxonômica, sobressairam-se, por vezes, excelentes contribuições para o conhecimento da morfologia da Traira-boia, como se nota por ex. nos trabalhos de BISCHOFF (l. c.), de RAY LANKESTER (l. c.) etc. Haja vista a descoberta, no macho, dos apêndices caudais, por GÜNTHER (1894, p. 316) que exibiu exemplares, capturados no rio Paraguai superior pelo Dr. BOHL. Sôbre a fisiologia destes apêndices houve também viva discussão relatada nos trabalhos CUNNINGHAM (1929, p. 330; 1932, p. 875) de CUNNINGHAM e REID (1932, p. 234; 1933, p. 913), de FOXON (1933, p. 732; 1933a, p. 913).

Incidentalmente, nas descrições puramente sistemáticas, vinham notas biológicas interessantes. Assim, quanto à alimentação temos o relato de GOELDI (1898, p. 419) que conseguiu manter a Traira-boia, em Belém do Pará, com carne, peixe, ampulárias, crustáceos e mandioca, não tendo, porém, jamais visto o animal comer. O fato de a mandioca servir

de alimento, já havia sido assinalado por NATTERER (1. c.), e BISCHOFF (1. c., p. 140), citando essa passagem, descrê dessa possibilidade por causa da ausência de facetas molares nos dentes. De minha parte posso asseverar que as *Lepidosiren*, muitas vezes, preferem a mandioca a outros alimentos. Tanto em Belém do Pará como em São Paulo, eu mesmo tive a oportunidade de as alimentar com essa raiz.

Na extensa bibliografia disponível é singular a verificação da predominância dos estudos efetuados sobre a *Lepidosiren* do Paraguai em oposição aos poucos dados sobre a correspondente da Amazônia. Decorre este fato, sem dúvida, da célebre viagem de GRAHAM KERR (1899, p. 292), no Chaco Paraguai, onde estudou hábitos da reprodução e colheu numerosos exemplares deste Dipnoico. Data dessa época uma série de pesquisas importantes que tornaram bem conhecidos muitos aspectos da morfologia da *L. paradoxa*. Se de um lado KERR e seus colaboradores se preocupavam com a espécie paraguaia, GOELDI (1898b, p. 853) obtinha novos exemplares e estudava-lhes o curioso comportamento no cativeiro. O animal então pescado em Obidos serviu para confirmar o fato de a mandioca servir de alimento e para o estudo das extremidades anteriores. O fato de as ter visto ramificadas, pela primeira vez, levou-o a aventar a hipótese de se tratar de brânquias externas, em oposição ao que BOULANGER (1891, p. 147) havia afirmado para o *Protopterus*. Esta pendência foi mais tarde elucidada por SEMON (1899, p. 294) que, na base de seus estudos sobre o *Ceratodus*, concluiu tratar-se realmente de extremidades para suporte do animal. De outra fonte também procedem as notas que conduziram ao progresso do conhecimento da biologia destes peixes. Para isso muito contribuíram os estudos comparativos de HUXLEY (1876, p. 24) feitos entre *L. paradoxa* e *Ceratodus forsteri*, e os do mesmo autor (1876a, p. 330; 1876b, p. 180) sobre a própria morfologia da Traira-boia amazônica.

Relativamente à reprodução, importância impar apresentam os estudos de KERR (1898a, p. 921) que desde logo chamaram a atenção para o hábito singular da construção do casulo que se inicia com o advento da estação seca. Tudo quanto se sabe sobre este ponto refere-se à *L. paradoxa* do Chaco Paraguai. A primeira nota a respeito parece-me a carta de R. J. HUNT e GRAHAM KERR (KERR 1898, p. 492) contando o achado do casulo da "Loalach", nome da Traira-boia naquela região. Um pouco mais tarde, o próprio KERR (1898, p. 492) exibiu em Londres os animais vivos. Não encontrei referência na bibliografia disponível sobre este ponto relativamente à *L. paradoxa* do Amazonas. Essa particularidade de construção do casulo de lama, como se sabe, ocorre também com o *Protopterus*, da África, já tendo sido objeto de estudo experimental por parte de SMITH (1930, p. 99; 1931, p. 172, 1939, p. 224), e acha-se relacionado com o fenômeno chamado estivação, o qual, tanto no *Protopterus* como na *Lepidosiren*, se conjuga com o ciclo da reprodução. Estas e outras particularidades foram bem pesquisadas, entre outros, por ROBERTSON (1914, p. 53) e CARTER (1930, p. 197).

Em toda a série de estudos acima citada, por vezes ocorrem notas que revelam interessantes aspectos fisiológicos, como por ex. as de KERR (1902, p. 447) que menciona os efeitos da luz sobre os cromatóforos, a

correlação funcional da válvula pilórica como armazenador de alimentos (KERR 1910, p. 487), etc. A questão da alteração da cor da Traira-boia observada por êsse autor nos exemplares do Chaco Paraguaio foi confirmada pelas interessantes e discretas observações de MAGALHÃES (1931, p. 216) efetuadas nas *Lepidosiren* da Ilha do Marajó. "A tarde, quando cai o crepúsculo, diz MAGALHÃES, os animais se tornam mais pálidos, os cromatóforos negros se contraem tornando-se pontos invisíveis, de modo que no jovem, tôda a criatura se torna praticamente branca e translúcida, enquanto que no adulto, cuja epiderme superficial é espessa, a mudança não é tão perfeitamente frisante, porém, ainda se dá tornando-se notavelmente pálida. Pela madrugada os animais ainda estão pálidos, mas se obscurecem gradualmente, até que, pelo nascer do sol, está readquirida a cor escura normal. Nos animais doentes ou feridos esta reação à luz é muito retardada; aí os cromatóforos negros parecem incapazes de distender seus pseudopodes e a cor pálida geral persiste mesmo quando expostos à luz do dia"

Como aconteceu com várias investigações das primeiras décadas dêste século, na falta de material vivente e adequado, os estudos sôbre a fisiologia de determinados órgãos fizeram-se sob base exclusivamente morfológica. E' o que se deu, por ex. com a pesquisa da função da chamada "laringe dorsal" da *L. paradoxa* por HOFWEBER (1926, p. 115) que opina ser um órgão de ventilação e condutor de ar. Esta opinião opõe-se à de WIEDERSHEIM (1904, p. 38) que atribui a essa laringe o caráter de glote rudimentar. Pelas descrições de HOFWEBER parece que a laringe dorsal da *L. paradoxa* exerceria a mesma função de órgão oclusor esofágico, que atuaria como órgão idêntico existente nos Ginofionos e estudado por MARCUS (1923, p. 336, 337) em *Hypogeophis* e por MENDES (1945, p. 52) em *Siphonops annulatus*.

Relativamente à respiração, assunto que interessa mais de perto ao presente trabalho, lembro as referências de GOELDI (1898, p. 419) que registrou a subida da *Lepidosiren* à superfície da água, aí demorando-se alguns segundos para respirar. Colocada em grandes aquários as subidas sucediam-se com intervalos de várias horas, mas nos pequenos, os peixes elevavam-se com a frequência de uma vez em cada 15 minutos. Este comportamento não é privativo da *L. paradoxa*. Já foi aqui mesmo indicada igual particularidade do Pirarucú, e BÖKER (1932, p. 232; 1933, p. 150) menciona-a em relação ao Peixe-elétrico amazônico (*Eletrophorus electricus*). Todos êsses peixes possuem órgãos respiratórios especializados. Mas tal respiração aérea também se verifica com Teleosteos providos de extensa superfície branquial, como por ex. o *Tarpon atlanticus* (CUV. e VAL.) estudado por SCHLAIFER e BREDER (1940, p. 493) e por SCHLAIFER (1941, p. 55). Mostraram êstes autôres que os movimentos de subida podem ser induzidos por meio de modelos. SCHLAIFER (l. c.) especialmente, concluiu de suas experiências que o movimento imitativo é baseado no estímulo visual, visto como os peixes cegos são incapazes de efetuá-lo sob tal excitação. Como o Pirarucú e a Traira-boia, também o *T. atlanticus*, se impedido de utilizar o oxigênio do ar atmosférico, sucumbe. No caso dêste último a resistência a tais condições vai de 7 a 128 horas.

As minhas observações pessoais confirmam as diferentes asserções acima referidas, não somente quanto ao regime misto de alimentação, como quanto à resistência em ambiente pobre em oxigênio. Tal como acontece com o Pirarucú, a Traira-boia, quando impedida de subir à superfície, apresenta muito cedo sintomas de asfixia. O tempo máximo de resistência, em experiências realizadas em Belém do Pará, não ultrapassou de 15 minutos, achando-se o animal dentro de um aquário de 24 litros de água da torneira. Infelizmente o número de exemplares de que dispunha não permitiu repetir as experiências efetuadas com o Pirarucú.

Quanto à mudança da côr, não me foi dado observar o que relatou o autor acima apontado. Desejo chamar a atenção para o fato de possuírem as jovens Traira-boias numerosas manchas amareladas espalhadas por todo o corpo. A tonalidade dessas manchas é variável de dia para dia. Todavia não observei o ritmo diurno da variação da côr dessas manchas ou de todo o animal.

Dou a seguir as experiências realizadas sobre a respiração.

#### b) *Respiração*

Antes de tratar, pròpriamente das experiências que tive oportunidade de efetuar com os exemplares de *L. paradoxa*, julgo oportunas algumas considerações sobre o ambiente normal em que vive este peixe. Em outra ocasião (SAWAYA 1946, v. este Boletim p. 335) fiz referências às pesquisas de CARTER e BEADLE (1930a, p. 205) sobre a natureza físico-química da região do Chaco Paraguai e às de CARTER (1934, p. 147) relativamente às águas das áreas florestais da Guiana Inglesa. Neste último trabalho fazem-se comparações dos resultados das análises com os da expedição anterior, concluindo CARTER (p. 185) que, tanto numa região como na outra, as águas rasas e as estagnadas são às vezes desprovidas de oxigênio em solução, o que foi confirmado, para a Guiana, por WILLMER (1934, p. 283).

Os resultados colhidos também levaram-no a pensar que o clima da Guiana contribui menos para o empobrecimento do oxigênio de suas águas doces que o clima do Chaco Paraguai (l. c.). A taxa de oxigênio em diversos tipos de águas na Guiana variou de 4,86 a 0,22 ml por litro (CARTER l. c., p. 166 t. I), ao passo que no Chaco Paraguai, se por vezes foram verificadas de 5-6 ml de oxigênio por litro, a norma geral era de um teor extremamente baixo do gás, i. é, de 2-3 ml por litro na superfície e de 1 a 0.2 ml por litro em várias profundidades (CARTER e BEADLE l. c., p. 226/228). Infelizmente, as informações de CUNNINGHAM (1932, p. 882) a respeito das condições físicas e químicas das águas doces da Ilha de Marajó onde capturou e estudou *L. paradoxa*, são muito escassas, mencionando apenas que o teor mais baixo de oxigênio ali por êle encontrado foi de 44 ml por litro.

Poder-se-á dizer, talvez, que em Belém do Pará as condições se aproximam das da Guiana Britânica. A julgar pelas minhas análises, a água corrente da torneira contém de 4.3 a 3.07 ml de oxigênio por litro. Não me foi possível avaliar a taxa de oxigênio das águas das valas e dos lagos onde habitam as *Lepidosiren*. Possivelmente, essa taxa não difere de modo sensível da da água da torneira.



Dentro de tais condições, pois, realizaram-se as minhas experiências em Belém do Pará.

Servi-me dos mesmos aquários usados para os Pirarucús e da mesma técnica já descrita à p. 262. Cumpre notar apenas que, quando as Traira-boias são colocadas no aquário ou no respirômetro, emitem certa quantidade de muco. À vista do que foi verificado por CUNNINGHAM (1932, p. 876/877) de não "haver indícios de absorção do oxigênio pelo muco", dispensei-me de empregar as modificações do método de WINKLER para os casos de água rica em matéria orgânica.

Por outro lado, deixei de parte, completamente, a questão do  $\text{CO}_2$ , por não dispor ainda de recursos suficientes para dosagem satisfatória desse elemento. O método de titulação com o  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  com a fenolftaleína como indicador, usualmente empregado, foi o adotado por CUNNINGHAM (l. c., p. 879) em seu estudo, mas é sabido ser inseguro, portanto de resultados precários.

Tanto nestas experiências como nas referentes aos Pirarucús, não se levaram em conta os coeficientes de solubilidade do  $\text{O}_2$  e do  $\text{CO}_2$  na água, em virtude de serem as alterações ocasionadas por esse fator desprezíveis à vista da grande variação dos resultados. Cuidado especial foi tomado quanto ao tempo, tendo-se a precaução de iniciar a colheita das amostras depois do animal achar-se calmo e adaptado ao respirômetro, como é recomendado por WELLS (1932, p. 580).

Traira-boias de 483, 470, 52, 48 e 15 grs de peso, foram empregadas nas cinco experiências para determinação do consumo do oxigênio dissolvido na água. Os resultados indicados na Tabela II, posso adiantar, são relativamente precários, visto o animal, de tempos em tempos, perfurar a camada de óleo de parafina que protegia a água contra o oxigênio do ar. E' natural, pois, que com tais deficiências os resultados sejam bastante variáveis e dêles apenas se pôde deduzir que há consumo do oxigênio dissolvido na água.

Em algumas dessas experiências contou-se o número de subidas à superfície. Em 66 minutos uma das Traira-boias (peso 483 grs) subiu 12 vezes, correspondendo em média, uma vez cada 5 minutos. Em outra experiência (Traira-boia de 48 grs), em 190 minutos houve 44 subidas, o que quer dizer, cêrca de uma subida de 4 em 4 minutos. Algumas vêzes, nestas experiências, as Traira-boias foram impedidas de subir à superfície para o que dispus uma tela de arame no aquário, a 10 cms abaixo da superfície da água. Logo nos primeiros minutos os animais se mostraram excessivamente irrequietos, apresentando nítido sintoma de asfixia. Com grande esforço sempre conseguiram escapar da prisão e vir à tona respirar. O tempo máximo de resistência não ultrapassou de 15 minutos.

As observações feitas, neste particular, aqui no laboratório de São Paulo, mostram que no grande aquário (de 150x50x20 cms) onde vivem, raramente se vêem as Traira-boias elevarem-se à tona. Geralmente 3 ou 4 vêzes em 72 horas vêm elas à superfície.

TABELA II

Consumo de oxigênio da água pelas Traira — boias, (*Lepidosiren paradoxa* Fitz).  
Experiências realizadas em Belém do Pará. Valores em ml.

N.º	Hora	TEMPERATURA C.º		PRESSÃO mm. Hg	Peso grs.	OXIGENIO			
		ar	água			ml/02/1	Dif.	sat. %	O <sup>2</sup> /Kg/h
1	9. 52	28.9	28	764.2	15	5.228	—	80	
	9. 22								
	10. "								
	10. 52								
	10. 22								
	11. 52								
2	11. "	31.1	30	762.4	483	4.150	—	75	
	16. 15								
	16. 45								
	16. "								
	17. 15								
	17. 45								
3	17. "	27.2	27	763.6	52	3.135	.376	—	1 05
	18. "								
	9. 25								
	9. 55								
	9. "								
	10. 25								
4	10. 55	28.9	28	763.6	470	4.150	—		
	10. "								
	11. 37								
	11. 10								
	11. 40								
	11. "								
5	12. 10	31.	30	763.6	48	3.318	—		
	12. 40								
	12. "								
	12. 10								
	12. 40								
	12. "								
	16. 45	31.	30	763.6	48	3.180	.138	—	
	16. 15								
	17. "								
	17. 15								
	18. "								
	18. 45								
	18. "					3.049	.062	—	2.8

TABELLA III

Consumo do oxigênio pela Traira — boias (*Lepidosiren paradoxa* Fitz.) — Respirômetro de Smith modificado.

N.º	Exper.	TEMPERATURA C.º				mm. Hg		pH		Peso grs.	VOL. DA ÁGUA ml		VOL. DO APARELHO ml		CONSUMO DO OXIGENIO ml/Kg/h		
		AR inicial	AR final	ÁGUA inicial	ÁGUA final	inicial	final	inicial	final		inicial	final	na água	no ar	TOTAL		
1	4	20	26	22	27.5	707.6	706.6	7.5	7.6	450	1443.6	1387.2	12930.3	11427.9	48	68.8	
2	8	18	25	21.5	26.0	705.5	704.1	"	"	"	1443.6	1387.2	12930.3	11427.9	90	11.25	
3	8	21	28	26.0	29.0	705.8	704.1	"	"	"	1783.8	1667.6	12200.0	10532.4	70	25.7	
4	4	20	28.5	26.0	29.5	704.6	703.4	"	"	"	1783.8	1667.6	12200.0	10532.4	75	6.5	
5	7	23	29	28.5	30.0	703.0	701.5	"	"	"	1843.6	1727.4	12200.0	10472.6	77	7.25	
6	7.5	27.5	29.0	27.0	29.0	703.9	701.7	"	"	"	1843.6	1787.2	12200.0	10412.8	.61	27.3	
7	1	23.0	22.0	27.0	26.0	703.6	703.4	"	"	"	1943.6	1887.2	12200.0	10312.8	6.07	31.7	
8	1	26.0	25.0	26.0	28.0	701.0	701.0	7.4	7.5	"	1943.6	1887.2	12200.0	10312.8	1.86	48.2	
9	1	24.0	25.0	28.0	27.0	700.6	700.0	7.5	7.7	"	"	"	"	"	1.78	7.0	
10	1	26.0	26.5	26.0	27.0	701.8	701.8	"	"	"	"	"	"	"	2.04	48.0	
11	1	22.0	23.5	25.0	28.0	702.2	701.6	"	"	"	"	"	"	"	2.15	97.5	
12	1	22.0	23.0	26.0	28.0	700.0	700.0	"	"	"	"	"	"	"	1.69	98.6	
13	1	26.0	23.0	26.0	27.0	700.0	700.0	7.3	7.4	"	"	"	"	"	2.22	9.7	
14	1	23.0	23.5	27.0	27.0	701.0	701.0	"	"	"	"	"	"	"	2.32	—	
15	1	22.0	23.0	28.0	27.0	700.2	701.8	"	"	"	"	"	"	"	1.50	30.2	
16	1	22.0	24.0	24.0	27.0	699.6	700.0	"	"	"	"	"	"	"	2.12	146.4	
17	1	25.0	26.0	27.0	29.0	697.4	697.0	"	"	"	"	"	"	"	2.01	7.55	
														<i>Média</i>	1.76	39.33	41.96

Para medida do consumo do oxigênio total destes Dipnoicos vali-me do mesmo respirômetro de SMITH modificado, como indiquei à p. 262 para o Pirarucú. A técnica seguida foi idêntica à descrita.

Os resultados transcritos na Tabela III mostram que o consumo total do oxigênio pela Traira-boia, nas condições experimentais, varia entre 100.65 e 2.32 ml/kg/h. Eliminando-se da Tabela II os valores acentuadamente baixos e altos, vê-se que o consumo de oxigênio fica ao redor de 35 ml/kg/h.

Outro ponto interessante revelado pela tabela vem a ser o consumo extremamente baixo do oxigênio dissolvido na água. Os máximos e mínimos acham-se, respectivamente, entre 6.07 e .48, sendo de 1.76 o valor médio. Não obstante a grande variação destes resultados, pode-se dizer que a respiração da *L. paradoxa* é essencialmente aérea, o que quer dizer que, mesmo fóra da estação seca, a respiração é do tipo pulmonar e não branquial. Digo propositadamente "não branquial", porque não posso excluir seja absorvido pela pele o oxigênio dissolvido na água. Preferi, nestas experiências, trabalhar com o mesmo animal (de 450 grs de peso) para evitar a influência desse importante fator na variação. Além disso, as condições de temperatura e de pressão (Tab. III) não sofreram alterações tais de molde a podermos tê-las como responsáveis pela referida variação do consumo.

## V

### Discussão

Ambos os peixes aqui considerados, i. é, a *Arapaima gigas* e a *Lepidostiren paradoxa*, pode-se dizer, vivem em águas pobres de oxigênio. Cada um deles é incapaz de se manter exclusivamente à custa do oxigênio dissolvido na água, do que resulta deverem ser considerados como peixes da respiração predominantemente aérea. Dos dois, quer-me parecer que o Pirarucú é o menos resistente à falta de oxigênio. Embora vivendo em águas rasas e ser capaz de resistir durante muito tempo em tanques não muito profundos, o meio aquático é-lhe indispensável. Parece, pois, que esta *Arapaimidae* está na dependência de ambos os meios, o aquático e o aéreo, tal como acontece com vários peixes da Índia, também respiradores de ar atmosférico (GHOSH 1933, p. 272; HORA 1933, p. 551). Já isto não se dá com a *L. paradoxa*. Embora os sintomas de asfixia apareçam mais cedo, quando se obsta o animal de atingir a superfície da água, ele pode viver, na época estival, durante muito tempo quase exclusivamente à custa do ar atmosférico, como é mencionado por vários autores já citados, e tal como acontece com o Dipnoico africano, o *Protopterus aethiopicus*, como é relatado por SMITH (1931, p. 170).

Poder-se-ia pois dizer que a Traira-boia é mais do meio aéreo que do aquático, ao contrário do que se dá com o Pirarucú.

Segundo as informações da bibliografia, este Dipnoico constrói casulos na época das secas, mantendo-se então exclusivamente à custa do ar atmosférico. A este propósito devo acentuar que todas as referências bibliográficas encontradas sobre a vida em casulos secos de lama, são ati-

nentes à *L. paradoxa* do Chaco Paraguai. Nenhuma informação, seja bibliográfica, seja pessoal, revela ser êsse hábito da espécie do Paraguai comum à da Amazônia. Aliás, a êste respeito, devo ponderar que, pelo menos em Belém do Pará, parece que a *L. paradoxa* não tem necessidade de construir o casulo de lama visto não ocorrer, durante todo o ano, estação propriamente sêca, tal como acontece no Chaco. A julgar pelos

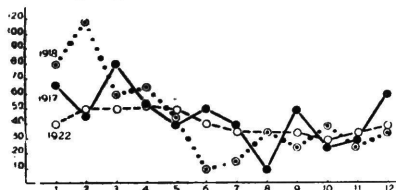


Gráfico n.º 1 — Regime de chuvas em Belém do Pará durante doze meses nos anos de 1917, 1918 e 1922.

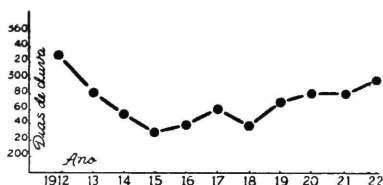


Gráfico n.º 2 — Frequência das chuvas em Belém do Pará de 1912 a 1922.

dados que me foram fornecidos pelo Serviço Meteorológico do Pará, embora de épocas já distantes, o regime de chuvas de Belém e seus arredores não permite estação sêca de molde a endurecer o casulo que por ventura a *L. paradoxa* fizesse. Os gráficos n.ºs 1 e 2 corroboram esta asserção, i. é, o regime de chuvas é tão intenso que apenas nos meses de Junho a Agosto ela diminui um pouco, mas não a tal ponto que possibilite abaixamento do estado higrométrico capaz de permitir a secagem da lama de um casulo. Em tais condições diferentes, é natural que a *L. paradoxa* em Belém não possua os mesmos hábitos que a do Chaco.

E' notório que a espécie habitante da Amazônia perfura as margens dos igarapés onde vive em liberdade e mesmo as dos lagos para onde foram transportadas. Em Belém tive oportunidade de saber que as Trairabóias facilmente passam de um para outro lago perfurando a larga faixa de terra que os separa. Parece que essa espécie, de distribuição geográfica tão singular (MARCUS 1933, p. 126), é peculiar da região amazônica não atingindo o nordeste como se poderia depreender da referência incidental de AZEVEDO (1938, p. 216) quando, ao transcrever a classificação dos tipos respiratórios de peixes dada por CARTER e BEADLE em que incluem a *Lepidosiren* no tipo V (1931, p. 354, Tab. I) alude à *L. paradoxa*, pois, ao mencionar os túneis cavados pelos peixes, até 2 m de profundidade, diz sempre ter encontrado o *Symbranchus marmoratus*, silenciando quanto ao Dipnoico. Dadas as semelhanças ecológicas entre o *S. marmoratus* e a *L. paradoxa*, solicitei informação do prezado colega Dr. PEDRO DE AZEVEDO, autor do trabalho da rubrica acima. S. s. teve a gentileza de escrever-me, respondendo à minha pergunta, declarando nunca ter surpreendido o Dipnoico nos canais de onde se retiraram as *Symbranchidae*.

Um outro característico da *L. paradoxa* tantas vezes assinalado nos machos vem a ser a presença dos apêndices caudais que crescem durante a época do choco e que serviriam para trocas gasosas, assunto discutido entre CUNNINGHAM e REID, e FOXON (l. c.). A única referência encontrada, sôbre êste ponto, para a Traira-boia, é a de CUNNINGHAM e REID (l. c.). Foram negativos meus esforços para conseguir informações em

Belém do Pará sôbre tais filamentos apendiculares. Os exemplares que trouxe, aqui permanecem há quase três anos, e nunca mostraram tais filamentos. E' possível que sejam todos fêmeas.

Pelos resultados das experiências relativas ao consumo total do oxigênio pela *L. paradoxa* (Tab. III) não se pode deixar de admitir, como já foi dito, um certo gasto do oxigênio dissolvido na água. Não tenho elementos para afirmar qual a via por que o gás é absorvido, se pelas brânquias se pela pele. A êste propósito o trabalho de STADTMÜLLER (1927, p. 489), fundamentalmente dirigido no sentido da anatomia comparativa dos filtros branquiais dos Dipnoicos, pouco adianta sôbre a função dos mesmos, e apenas homologa êste aparelho com o correspondente das larvas dos Urodelos (p. 524) nas quais, segundo ZANDER (1908, p. 75) seria medíocre a função respiratória. Nos Dipnoicos predominaria nestes filtros, de acôrdo com IMMS (1904, p. 22), a função de suporte.

Dar-se-á talvez com a *L. paradoxa* o mesmo que com o *Monopterus* da Índia, que possui a função respiratória das brânquias grandemente reduzida (HORA 1941, p. 380). FULLARTON (1931, p. 1.305) chega mesmo a dizer que as brânquias da *L. paradoxa* não são capazes de tomar grande parte na respiração.

Diz-se que a péle dêsse peixe não é constituída de molde a permitir suficientes trocas de gases para a respiração (FULLARTON, l. c., p. 1.305). Isto também se depreenderia do minucioso estudo histológico feito em *L. paradoxa* por FAHRENHOLTZ (1928, p. 55). O autor atribui ao epitélio bucofaríngeo a principal função respiratória. Não obstante tais restrições feitas à pele da *L. paradoxa* como órgão de função respiratória, não é de se desprezar essa hipótese, visto como a sua vascularização lembra o que ocorre em certos Ginofionos, do gênero *Siphonops* (SAWAYA 1941, p. 221; MENDES 1941, p. 297) sendo mesmo muito semelhante as estruturas dêstes órgãos em ambos os animais (SAWAYA, A. 1944, p. 166). Comprovando esta asserção menciono a Figura 5 do trabalho de FAHRENHOLTZ (l. c., p. 72) em que é perceptível, com bastante nitidez, riqueza de vascularização, muito embora o autor não faça, no texto, referência a êste fato que julgo de grande importância para a fisiologia do órgão e da respiração. O que acabo de dizer vem corroborar o quanto é afirmado por CUNNINGHAM (l. c., p. 877) admitindo ser a pele um órgão de absorção do oxigênio e eliminador de gás carbonico, portanto um verdadeiro órgão respiratório (p. 883).

Finalmente, muito embora se trate de espécies diferentes não podem passar sem reparo as pesquisas de SMITH (1930, p. 97) sôbre o metabolismo do Dipnoico africano, o *Protopterus athiopicus*. Parece-me ser o único trabalho sôbre êste assunto, até agora editado que pode fornecer dados quantitativos de importância para a fisiologia comparativa da respiração dos Dipnoicos. SMITH preocupou-se principalmente com o metabolismo do animal durante o sono estival. Até agora não me foi possível provocar o mesmo fenômeno na *L. paradoxa*, mas os dados relativamente ao consumo do oxigênio total não se distanciam, em geral, dos publicados por SMITH (l. c., p. 102, Tab. II) sôbre o metabolismo do *Protopterus*

*æthiopicus*. Êste Dipnoico na vida ativa consome em média 30 ml/kg/h e a *L. paradoxa*, de acôrdo com minhas análises, 41,96 ml/kg/h.

Relativamente ao mecanismo de respiração o assunto ainda permanece aberto. O que se conhece sôbre êste ponto vêm a ser as experiências de DUBOIS (1892, p. 65) em *Protopterus annectens*, relativo ao fenômeno da passagem da vida aérea, durantê a estação estival, à vida aquática. DUBOIS nega qualquer participação das narinas na respiração aérea. O assunto é discutido por BABÁK (1921, p. 677-679) que faz restrições ao trabalho de DUBOIS. Sôbre a respiração pulmonar dêstes peixes WINTERSTEIN (1921, p. 154) e LEINER (1938, p. 93-100) apresentam os dados da bibliografia antiga e recente a respeito dêste ponto, nos quais, porém, são muito escassas as informações sôbre a *L. paradoxa*. Não resta dúvida que o principal órgão respiratório é a bexiga natatória, aqui transformada funcionalmente em pulmões (SPENGLER 1904, p. 731) lembrando, sob certo aspecto, o que se dá com a do *Erythrinus unitaeniatus*, os Jejús há muito tempo estudados, sob êste ponto de vista, por JOBERT (1878, p. 5) e mais recentemente por CARTER e BEADLE (1931, p. 331).

## VI

### Resultados

1 Diversas observações sôbre o comportamento dos Pirarucús (*Arapaima gigas* CUVIER) e das Traira-boias (*Lepidosiren paradoxa* FITZINGER) em cativeiro são descritas no presente trabalho.

2. Quando impedidos, por qualquer artifício, de respirar o oxigênio do ar atmosférico, tanto o Pirarucú como a Traira-boia apresentam graves sintomas de asfixia.

3) Sôbre êste ponto as experiências com os Pirarucús demonstraram que êles não resistem mais que 30 minutos, acabando por morrer.

4. Os mesmos sintomas de asfixia grave são apresentados pela Traira-boia, 15 minutos depois de presa no fundo do aquário.

5. O consumo do oxigênio por ambos êstes peixes foi medido, calculando-se o gasto do oxigênio dissolvido na água e o do ar.

6. A *Lepidosiren paradoxa* consome em média 41,96 ml/kg/hora cabendo cêrca de 2% ao oxigênio dissolvido e 98% ao oxigênio do ar atmosférico.

## VII

### Summary

#### On the biology of some Air-breathing Fishes (*Lepidosiren paradoxa* Fitz. and *Arapaima gigas* Cuv.)

Some observations and experiments have been performed on typical air-breathing fishes of the neotropical region (*Lepidosiren paradoxa* and *Arapaima gigas*).

The author took the opportunity in Belém of Pará, for catching some fishes, which have been transported by airplane to São Paulo.

*Arapaima gigas*, the famous Pirarucú, is one of the most important fishes of the Amazon region. In the ponds of the garden of "Museu EMILIO GOELDI" many Pirarucús live as well as in their natural habitat. According to Mr. CARLOS ESTEVÃO DE OLIVEIRA (1944) some *Arapaima* have been transferred to the ponds of the Museu in 1934, and began to breed in 1939. From Pará the young *Arapaima* are shipped to the great ponds of Nordeste (Ceará, Piauí, Rio Grande do Norte and Pernambuco).

In the ponds of the Museum some Pirarucús reach 2,5 m long and 150 kgs. of weight. These figures agree with those indicated recently by GUDGER (1943, p. 505). This fish is indeed the greatest of Amazonia.

Some aspects of the biology of the Pirarucú are described in this paper and the literature is reviewed.

In the ponds Pirarucú nests on the ground where usually spawn 4.000 to 11.000 eggs. The mortality of the young fishes is enormous, and chiefly due to parasitosis (Nematodes). Young Pirarucús eat crustaceans from the plancton, *Chironomidae larvae* and *Tubificidae*, and the older ones (50 cms long) receive each day meat, fishes or fresh-water prawns.

These experiments deal with respiration. As many authors have mentioned, the Pirarucús die when their coming up to the surface of the water is avoided. When the fish is imprisoned in a cage under the water, evident symptoms of asphyxy are shown in the first 5 minutes and half an hour later, under these conditions, the fish die.

Two young Pirarucús have been transported to São Paulo, where they lived two weeks in the aquarium at 25°C. Oxygen consumption have been measured in the respirometer used by SMITH (1930, p. 127). This apparatus may be summarized as follows: a dissecator of 13.000 ml of capacity is connected with the HALDANE-BAILEY-HENDERSON analyzer through flexible 1 mm tubing with expanded brass nipples at each end to permit attachment to the chamber and the HALDANE analyzer. The dissecator receives 1.500-2.000 ml of tap-water. A first sample of air is taken off and its oxygen measured in the HALDANE. At the same time a sample of water is withdrawn by SAWAYA's method (1945, p. 138) and the amount of oxygen determined by the WINKLER method. The whole respirometer was placed into a large aquarium at constant temperature. After the first samples of water and air having been analysed the chamber was well sealed and 1-4 hours later new samples of air and water were withdrawn for analysis. The temperature of water of the air-chamber and the pH have been recorded at the beginning and the end of the experiment. The percentage of oxygen of the consumed air was transformed in ml/kg/hour, by calculating the exact volume of the air in the apparatus.

Table I shows the results obtained during the two experiments performed with young *Arapaima*. Unfortunately the fishes died after the second experiment, so that these results are of only little value, but they are recorded here for future experiments.

The second fish studied is the famous *Lepidosiren paradoxa*, the characteristic South-American Dipnoan. Some specimens have been caught in the outskirts of Belém of Pará in their natural habitat (Est. II,



Fig. 5-7) and in the ponds of the Museum (Est, II, Fig. 9). The bibliography on the morphology and physiology of this very interesting fish is reviewed in this paper, chiefly in comparing the habits of the *Lepidosiren* of the Amazon to that of the Paraguayan Chaco.

Some observations and experiments were done in the laboratory of the Museum of Pará and the preliminary results (Table II) indicate evidently that the fish use the oxygen dissolved in the water. Three *Lepidosiren* were transported from Belém to São Paulo in 1944 where they still live in the aquarium at 25°C.

The oxygen consumption was determined by the referred respirometer of SMITH (1930, p. 127). Table III shows a wide variation of the results. The middle values of the results indicates that the *L. paradoxa* use 30-40 ml/kg/O<sub>2</sub>, which corresponded to those obtained by SMITH on *Proptopterus athiopicus*. It is very interesting to note that the fish use very little the oxygen dissolved in the water and the contrary is done with the atmospheric oxygen. The relation between both is 2:98.

Some habits of this Dipnoan are described in this paper and the literature discussed. Considering the rain falls during the year (Fig. 1-2), it is admitted that *L. paradoxa* from Belém of Pará does not show estivating habits as the homonymous of the Paraguayan Chaco does, because in that city there is no actualy dry season.

## VIII

### Bibliografia

- AZEVEDO, P. de 1938. O Caseado dos Açudes Nordestinos "Plecostomus plecostomus". Arch. Inst. Biol., v. 9, pp. 211-224, t. 24, São Paulo. AZEVEDO, P. de e VIEIRA, B. B. 1940. Realizações da Comissão Técnica de Piscicultura. 1940. Bol. Inspect. Federal Obras Contra a Seca, v. 13, n. 2, pp. 113-124, 26 t. não num., Rio de Janeiro. BABÁK, E. 1921. Die Mechanik und Innervation der Atmung, em: WINTERSTEIN, H. Handb. vergl. Physiol., v. 1, 2.<sup>a</sup> ½, XII + 1.052 pp. Jena. BAUR, G. 1887. Ueber *Lepidosiren paradoxa* Fitz. Zool. Jahrb., Abt. Syst., Geogr. u. Biol., v. 2, f. 2, pp. 575-583, Jena. BIRGE, E. & JUDAY, C. 1911. The Inland Lakes of Wisconsin. Wisc. Geol. & Nat. Surv. Bull., v. 22, Ser. Scient., n. 7, 250 pp., Madison, Wisc. BISCHOFF, L. M. 1840. Description anatomique du *Lepidosiren paradoxa*. Ann. Sc. Nat. Zoologie, sér. 2, v. 14, pp. 116-159, t. 6-10, Paris. BÖCKER, H. 1932. Tiere in Brasilien. 309 pp. Strecker & Schroeder Verlag, Stuttgart. — 1933. Über einige neue Organe bei lufatmenden Fischen und im Uterus der Anakonda. Anat. Anz., v. 76, n. 9/11, pp. 129-176, Jena. BOULANGER, G. A. 1891. Exhibition of, and remark upon, a renewed left pectoral, limb of a *Protopterus annectens*. Proc. Zool. Soc. London, 1891, pp. 147-148, London. CARTER, G. S. 1930. Notes on the Habits and Development of *Lepidosiren paradoxa*. Journ. Linn. Soc. London, Zoology, v. 37, pp. 197-203, London. — 1934. Results of the Cambridge Expedition to British Guiana, 1933. The Fresh waters of the rain-forest areas of British Guiana. Ibid. v. 39, pp. 147-193, 3 t. CARTER, G. S. e BEADLE, L. C. 1930. Notes on the Habits and Development of *Lepidosiren paradoxa*. Ibid., v. 37, pp. 197-203. — 1930a. The Fauna of the Swamps of the Paraguayan Chaco in relation to its Environment — I. Physico-chemical Nature of the Environment. Ibid., pp. 205-258, t. 8-13. — 1931.

II. Respiratory Adaptations in the Fishes. *Ibid.*, pp. 327-368, t. 19-23. CASTELNAU, F. de 1855. Voyage à l'Amérique du Sud. Zoologie II. Poissons, XII, 112 p., 47 t., Paris. CUNNINGHAM, J. T. 1929. The Vascular Filaments on the Pelvic Limbs of *Lepidosiren*, their functions and Evolutionary Significance. *British Ass. Adv. Sc., Rep. 97th. (Meeting, (So. Africa), p. 330, London.* — 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. London, 1934, pt. 4, pp. 875-887, London.* CUNNINGHAM, J. T. & REID, D. M. 1932. Experimental Researches on the Emission of Oxygen by the Pelvic Filaments of the Male *Lepidosiren* etc. *Proc. Royal Soc., Ser. B, v. 110, pp. 234-248, London.* — 1933. Pelvic Filaments of *Lepidosiren*. *Nature, v. 131, n. 3.321, p. 913, London.* DUBOIS, R. 1892. Contribution à l'étude du mécanisme respiratoire des Dipnoïques et leur passage de la torpeur estivale à la vie active. *Ann. Soc. Linn. de Lyon, v. 39, 65-72, Lyon.* DUMÉRIL, A. 1866. Observation on some *Lepidosirens* (*Protopterus annectens* Owen) which have lived in the Ménagerie of Reptiles, and formed their Cocoon there. *Ann. Mag. Hist., ser. 3, v. 17., pp 160, London.* DUMÉRIL, A. M. C. & BIBRON, G. 1854. *Erpétologie Générale, v. 9, XX + 440 pp. Paris.* EHLERS, E. 1894. Zur Kenntniss der Eingeweide von *Lepidosiren*. *Nachr. Ges. Göttingen, pp. 84-91, ap.* GÜNTHER, A. C. L. G. 1894, p. 316. EIGENMANN, C. H. e ALLEN, W. R. 1942. *Fishes of Western South America. XV + 494 pp., 1 mapa, The Univ. Kentucky, Lexington, Kent.* FAHRENHOLTZ, C. 1928. Über die Drüsen und die Sinnesorgane der Haut der Lungfische. *Zeit. f. Mikr. Anat. Forsch., v. 17, pp. 55-74, Leipzig.* FERREIRA, A. R. 1787. *Memória sôbre o peixe pirarucú. Manuscrito da Bibl. Nacional, ap.* MIRANDA RIBEIRO, A. 1903. *Archv. Museu Nac., v. 12, pp. 155-158, Rio de Janeiro.* FLEMING, P. 1934. *Brazilian Adventure, 414 pp. Jonathan Cape, London.* FOXON, G. E. H. 1933. Pelvic Fins of the *Lepidosiren*. *Nature, v. 131, pp. 732-733, London.* — 1933a. *Idem, ibidem, pp. 913-914.* FULLARTON, M. H. 1931. Notes on the Respiration of *Lepidosiren*. *Proc. Zool. Soc. London, 1931, pp. 1.301-1.306, London.* GHOSH, E. 1933. Studies on the Asphyxiation of some air-breathing fishes of Bengal. *Proc. Indian Sc. Congr., v. 20, pp. 272-273, Calcutta.* GOELDI, E. 1895. Instruções práticas sôbre o modo de coligir produtos da natureza para o Museu Paraense. 30 pp., 1 t., ed. *Diário Oficial, Belém do Pará.* — 1896. A *Lepidosiren paradoxa*. *Bol. Museu do Pará, v. 1, f. 4, pp. 438-443, 1 mapa, Belém do Pará.* — 1897. *Lepidosiren paradoxa. Ibid., v. 2, f. 2, pp. 247-255.* — 1898. On the *Lepidosiren* of the Amazons, being Notes on five Specimens obtained between 1895-97, and Remarks upon an Example living in the Pará Museum. *Trans. Zool. Soc. London, v. 14, pp. 413-420, t. 37, 38, London.* — 1898a. Notice of a Memoir on the *Lepidosiren paradoxa* of the Amazons. *Proc. Zool. Soc. London, 1898, pp. 921, London.* 1898 b. Further Notes on the Amazonian *Lepidosiren*. *Ibid., 1898, pp. 852-857.* GUDGER, E. W. 1943, *The Giant fresh-water Fishes of South America. Sc. Monthly, v. 57, n. 6, pp. 500-513, Lancaster, Pa.* GÜNTHER, A. 1870. Catalogue of the Fishes in the British Museum. v. 8, XXV + 549 pp. London. — 1894. Exhibition of, and remarks upon, specimens of *Lepidosiren paradoxa*, collected by Dr. Bohls on the upper Paraguay. *Proc. Zool. Soc. London, 1894, p. 316, London.* HOFWEBER, H. 1926. Über die Function des von Wiedersheim als "dorsaler Larynx" gedeuteten Gebides bei *Lepidosiren paradoxa*. *Zool. Jahrb., Abt. Anat. u. Ont. d. Thiere, v. 48, f. 1, pp. 95-118, t. 1-2, Jena.* HORA, S. L. 1933. Respiration in Fishes. *Journ. Bombay Nat. Hist. Soc., v. 36, n. 3, pp. 538-560, Bombay.* — 1941. Physiology of Respiration of the air-breathing fish,

*Monopterus javanensis* Lacépède [= *Fluta alba* (Zuiew)]. A review. *Current Sci.*, v. 10, n. 8, pp. 379-380, New York. HUXLEY, T. H. 1876. Contributions to Morphology. Ichthyopsida, n. 1. On *Ceratodus forsteri*, with Observations on the Classification of Fishes. *Proc. Zool. Soc. London*, 1876, pp. 24-59, London. — 1876 a. The nostrils of *Lepidosiren paradoxa*. *Ibid.*, 1876, pp. 330. 1876 b. On the Position of the Anterior Nasal Apertures in *Lepidosiren*. *Ibid.*, 1876, pp. 180-181. IMMS, A. D. 1904. Notes on the Gill-rakers of the Spooombill, *Polyodon spatula*. *Ibid.*, 1904, v. 2, pp. 22. JOBERT, 1878. Recherches Anatomiques et Physiologiques pour servir à l'Histoire de la Respiration chez les Poissons. *Ann. Sc. Nat.*, 6.<sup>a</sup> sér., v. 7, pp. 1-7, Paris. KERR, J. G. 1898. Notes on the dry-season Habits of *Lepidosiren*, communicated to him in a letter by Mr. R. J. Hunt, of Paraguay. *Proc. Zool. Soc. London*, 1898, pp. 492, London — 1898a. Remarks upon his recent expedition to Paraguay in quest of *Lepidosiren*. *Ibid.*, pp. 921-923. — 1899. The External Features in the Development of *Lepidosiren paradoxa* Fitz. *Zool. Anz.*, v. 22, pp. 292-294, Leipzig. — 1902. The Development of *Lepidosiren paradoxa*. *Quart. Journ. Mier. Sc.*, v. 46, N. S., n. 183, pp. 417-459, t. 25-28, London. — 1910. Certain Features in the Development of the Alimentary Canal in *Lepidosiren* and *Protopterus*. *Ibid.*, v. 54, n. 216, pp. 483-518. KROGH, A. 1941. The Comparative Physiology of Respiratory Mechanism. 172 pp. Philadelphia, Pa. LANKESTER, E. R. 1898. On the *Lepidosiren* of Paraguay and on the external characters of *Lepidosiren* and *Protopterus*. *Trans. Zool. Soc. London*, v. 14, pp. 11-24, t. 2, London. LELNER, M. 1938. Die Physiologie der Fichtatmung. 134 pp. Akad. Verlag, Leipzig. MAGALHÃES, A. C. 1931. Monografia Brasileira dos Peixes Fluviais. 260 pp., 61 t., não num., Ed. Sec. Agric. Ind. Com. Est. São Paulo, São Paulo. MARCOY, P. 1875. Travels in South America from the Pacific Ocean to the Atlantic Ocean, v. 2 VIII + 496 pp., 10 mapas, Scribner Armstrong & Co., New-York. MARCUS, E. 1933. Tiergeographie em: *Handb. d. Geographischen Wiss.*, 166 pp. 11, t. Akad. Verlag. Athenaeion, Potsdam. MARCUS, H. 1923. Über den Übergang von der Wasser zur-Luftatmung mit besonderer Berücksichtigung des Atemmechanismus von *Hypogeophis*. *Beitr. VI. Zeitschr. f. Anat. u. Entwickl.*, v. 69, f. 4-6, pp. 328-343, Berlin-München. McDONNELL, R. 1860. Notiz über *Lepidosiren annectens* aus einem Brief. *Zeit. wiss. Zool.*, v. 10, f. 3, pp. 408-411, Leipzig. MENDES, E. G. 1941. Sôbre a respiração (esofágica, traqueal e cutânea) do *Siphonops annulatus* (Amphibia-Gymnophiona). *Bol. Fac. Fil. Ciênc. Letr. Univ. São Paulo, Zoologia* n. 5, pp. 283-304, São Paulo. — 1945. Contribuição para a Fisiologia dos Sistemas Respiratório e Circulatório do *Siphonops annulatus* (Amphibia-Gymnophiona). *Ibid.*, Zoologia n. 9, pp. 25-68, São Paulo. MILNE-EDWARDS, H. 1840. Remarque sur les affinités naturelles du *Lepidosiren*. *Ann. Sc. Nat., Zoologie*, sér. 2, v. 14, pp. 159-162, Paris. NATTERER, J. 1839. *Lepidosiren paradoxa*, eine neue Gattung. *Ann. Wien. Mus.* 1839, v. 2, pp. 167-170, t. 10, ap. BAUR, G. 1887, p. 582. OLIVEIRA, C. E. 1944. Piscicultura Amazônica. "A Voz do Mar", v. 23, n. 188, pp. 104-106, Rio de Janeiro. OWEN, R. 1839. Observations sur l'organisation des *Lepidosiren*. *Ann. Sc. Nat.*, 2.<sup>a</sup> sér., Zoologie, v. 11, pp. 371-378, Paris. RAUTHER, M. 1937. Die Schwimmblase, em BOLK, GÖPPERT, etc. *Handb. vergl. Anat. d. Wirbl.*, v. 3, XI + 1.018 pp. Urban & Schwarzenberg, Berlin & Wien. ROBERTSON, J. S. 1914. The Development of the Heart and Vascular System of *Lepidosiren paradoxa*. *Quart. Journ. Mier. Sc.*, v. 59, N. S., pp. 53-132, t. 5, London. RODRIGUES, B. 1886. Os peixes especiais da Amazônia. *Jornal do Comércio*, Novb. 15, 1886. Rio de Janeiro. SAWAYA, A. 1944. Sôbre a pele do *Siphonops annulatus*. *Bol. Fac. Fil. Ciênc. Letr. Univ. São Paulo, Zoologia* n. 8, pp. 163-167, t. 1, São Paulo. — SAWAYA, P. 1941.

Contribuição para o estudo da Fisiologia do Sistema Circulatório do Anfíbio *Siphonops annulatus* (Mikan). *Ibid.*, Zoologia n. 5, pp. 209-233. — 1945. Sôbre a Proteção da Água contra o Oxigênio do Ar com o auxílio de Óleos minerais e vegetais. *Ibid.*, Zoologia n. 10, pp. 135-151. — 1946. Sôbre o consumo do oxigênio por alguns peixes neotrópicos (Cichlidae — gen. *Cichla* e *Astronotus*). — *Ibid.*, Zoologia n. 11, pp. 333-356. SAWAYA, P. & MARANHÃO, A. A. 1946. A construção dos ninhos e a reprodução de alguns peixes neotrópicos (Cichlidae-gen. *Cichla* e *Astronotus*). *Ibid.*, pp. 357-382. SCHLAIFER, A. 1941. Additional Social and Physiological Aspects of Respiratory Behavior in Small Tarpon. *Zoologica*, N. Y., v. 26, n. 1-12, pp. 55-60, New-York. SCHLAIFER, A. & BREDER, C. M. Jr. 1940. Social and respiratory behavior of small Tarpon. *Ibid.*, v. 25, pp. 493-512, 2t. SCLATER, P. L. 1866. Remarks on the American *Lepidosiren* (*Lepidosiren paradoxa*). *Proc. Zool. Soc. London*, 1866, pp. 34-35, London. SEMON, R. 1899. Weitere Beiträge zur Physiologie der Dipnoerflossen, auf Grund neuer, von Mr. Arthur Thompson, angefangenen Exemplaren von *Ceratodus* angestellten Beobachtungen. *Zool. Anz.*, v. 22, pp. 294-300, Leipzig. SMITH, H. W. 1930. Metabolism of the Lung-fish *Protopterus aethiopicus*. *J. Biol. Chem.*, v. 88, n. 1, pp. 97-130, Baltimore. — 1931. Observations on the African Lung-fish *Protopterus aethiopicus*, and on evolution from water to land environments. *Ecology*, v. 12, n. 1, pp. 164-181, Brooklyn. — 1939. The Lung-fish. *Nat. Hist.*, v. 46, n. 4, pp. 224-225, New York. SPENGEL, J. W. 1904. Ueber Schwimmblasen, Lungen und Kiementaschen der Wirbelthiere. *Zool. Jahrb.*, Suppl. 7, Fest. Prof. Dr. AUGUST WEISSMANN pp. 727-749, Jena. STADTMÜLLER, F. 1927. Über das Kiemenfilter der Dipnoier. *Morph. Jahrb.*, v. 51, pp. 489-592, Leipzig. VERISSIMO, J. 1895. A Pesca na Amazônia. 206 pp., ed. Livr. Classica de Alves & Cia., São Paulo, Rio de Janeiro. WELLS, N. A. 1932. The Importance of the Time element in the determination of the respiratory metabolism of Fishes. *Proc. Nat. Acad. Sc.*, v. 18, pp. 580-585, Washington, D. C. WIEDERSHEIM, R. 1904. Ueber das Vorkommen eines Kehlkopfes bei Ganoiden und Dipnoern sowie über die Phylogenie der Lunge. *Zool. Jahrb.*, Suppl. 7, Fest. Prof. Dr. AUGUST WEISSMANN, pp. 1-66, t. 1-6, Jena. WILLMER, E. N. 1934. Some observations on the respiration of certain tropical fresh-water Fishes. *Journ. exp. Biol.*, v. 11, n. 3, pp. 283-306, Cambridge. WINTERSTEIN, H. 1921. Die physikalisch-chemisch Erscheinungen der Atmung, em: WINTERSTEIN, H. *Handv. vergl. Physiol.*, v. 1, 2.<sup>a</sup> ½ XII + 1.052, Jena. ZANDER, F. 1908. Sieb — und Filterapparate im Tierreiche. *Zeit. f. Naturwiss.*, v. 80, 90 pp. (página separata), I t. Leipzig.

IX  
**Estampas**

## ESTAMPA I

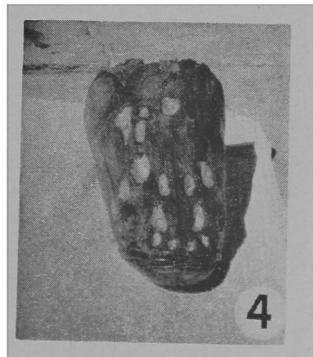
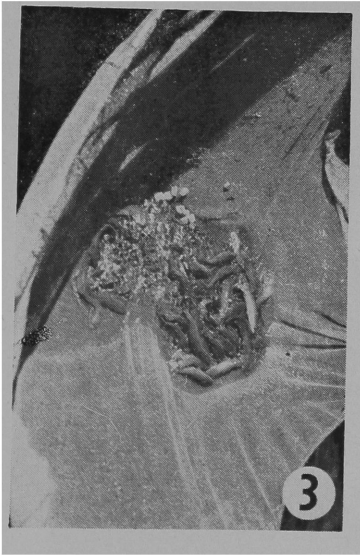
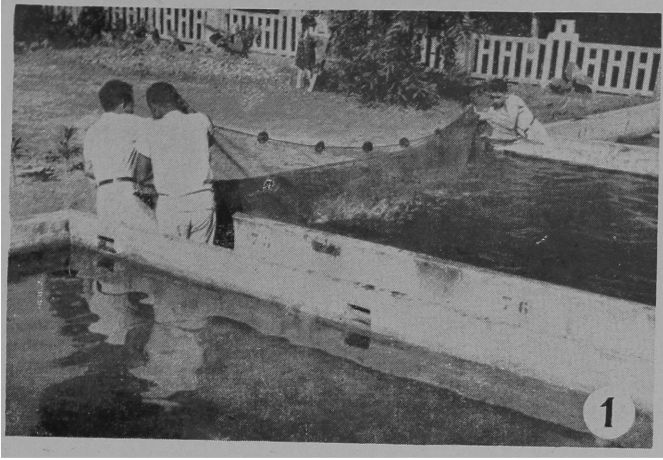
Fig. 1 — Tanque de criação dos Pirarucús (*Arapaima gigas*). Captura com a rêde.

Fig. 2 — Retirada dos Pirarucús do tanque.

Fig. 3 — Alcvinos de Pirarucús pescados com a rêde.

Fig. 4 — Cabeça de Pirarucú (*Arapaima gigas*) vendo-se as locas das glândulas cefálicas.

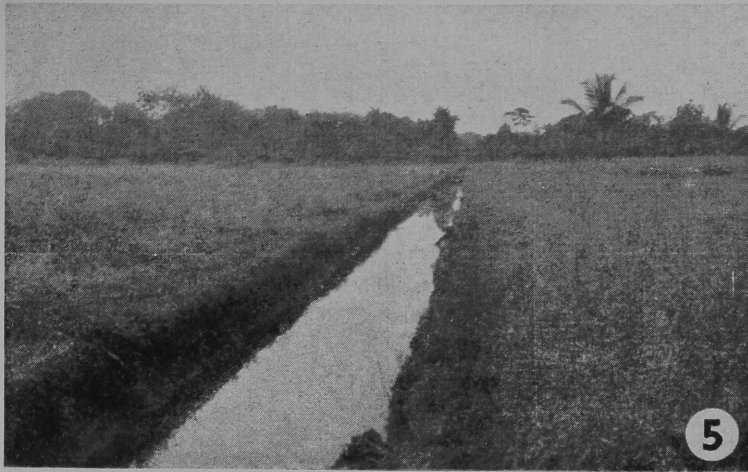
(Tôdas as fotografias desta e das demais estampas; Contax, Sonnar 1:2 f. 5 em, P. SAWAYA).



## ESTAMPA II

Figs. 3, 4 e 5 — Diversos aspectos das valas que circundam Belém do Pará, local de predileção da Traira-boia (*Lepidosiren paradoxa*). Na Fig. 5 mostram-se os pescadores à procura dêste Dipnoico.





## ESTAMPA III

- Fig. 8 — Pesca da Traira-boia (*Lepidosiren paradoxa*) nos lagos do Museu Paraense "EMILIO GOELDI".
- Figs. 9 e 10 — Igarapé das matas de Utinga, nos arredores de Belém do Pará, outro local onde se encontram as Traira-boias (*Lepidosiren paradoxa*).

