

METABOLISMO RESPIRATÓRIO DE ANFÍBIO GYMNOPHIONA, *TYPHLONECTES COMPRESSICAUDA* (DUM. ET BIBR.)

por Paulo Sawaya

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

Durante a estadia, em 1944, em Belém do Pará, houve ocasião de capturar um exemplar de Anfíbio Ginofiono (*Typhlonectes compressicauda*) nas valas recentemente abertas nos arrabaldes, para saneamento da cidade. Trazido para São Paulo, serviu êsse exemplar para algumas experiências preliminares sôbre a determinação do metabolismo respiratório. Logo depois sobreveio a morte do animal, sendo, então, interrompido o estudo. No ano passado, a Srta. D. ALBA DE ALBUQUERQUE MARANHÃO distinta aluna do curso de História Natural, trouxe-me da mesma região, alguns exemplares vivos dêste animal, lá conhecido pelo nome de "Cobra-mole". Chegados a São Paulo foram mantidos, juntamente com as *Lepidosiren paradoxa*, em um aquário de 150x50 cms, com o fundo guarnecido de areia e terra, coberto com uma camada de água de ca. de 20 cms. de altura. A temperatura do aquário foi mantida continuamente a 25°C à custa de um aquecedor elétrico. A alimentação consistiu de pequenas porções de minhocas (*Pheretima* sp.) dadas regularmente três vêzes por semana. Todos os exemplares vivem aparentemente em bom estado, bastante ativos, e alimentando-se bem.

Tendo, recentemente, construído um respirômetro especial para pesquisar o metabolismo respiratório de *Lepidosiren* (SAWAYA 1947, v. êste boletim p. 43), resolvi aproveitar a oportunidade para estudar o de *Typhlonectes*, à vista da relativa semelhança de hábitos de ambos os animais. Realmente, tanto *Lepidosiren* como *Typhlonectes* não prescindem da vida aquática e nem da aérea. Ambos, no aquário, permanecem no fundo, mas, de vez em quando, sobem à superfície para respirar. Além dessa semelhança de hábitos dêstes animais, há ainda, a considerar a identidade do biótopo. Quando estive em Belém do Pará, tive ocasião de verificar essa particularidade, ocorrendo, na mesma região dos igarapés e dos igapós, *Lepidosiren*, *Typhlonectes*, *Electrophorus*, *Erythrinus*, juntamente com Crustáceos Decápodos, Oligoquetos, etc., todos vivendo em águas pobres de oxigênio, como soem ser as da região supra mencionada.

Além desse interesse ecológico, *Typhlonectes* mostra-se excepcional para as pesquisas sobre a respiração, pois pertence à classe dos Anfíbios, na qual a pele exerce papel importante nas trocas respiratórias. Além disso, nessa classe estão incluídos os Ginofionos, animais portadores de particularidades nos sistemas respiratório e circulatório, cuja função vem sendo estudada entre nós. Finalmente, ainda entre os Ginofionos, ocupa *Typhlonectes* posição especial, por ser dos únicos tipicamente aquáticos, contrariamente ao que acontece com os demais Ginofionos que são, em geral, de hábitos subterrâneos (HESSE 1924, p. 43; SAWAYA 1937, p. 250; MENDES 1941, p. 283). A diferença ainda é mais nítida quanto ao sistema respiratório, pois, os Ginofionos, em sua maioria, possuem o pulmão esquerdo atrofiado (SAWAYA 1940, p. 244; MENDES l. c.) o que não acontece com *Typhlonectes compressicauda* que possui ambos bem desenvolvidos, chegando mesmo a atingir a extremidade da cauda, ultrapassando, por vezes o reto (FUHRMAN 1912, p. 117).

Com tais particularidades, pareceu-me *T. compressicauda* material excelente para estudo da respiração, agora iniciado com a investigação sobre o metabolismo respiratório. No presente trabalho apresento os resultados obtidos, nos quais se incluem os conseguidos sobre a variação do conteúdo mineral da água determinada por métodos microquímicos.

Técnica

O respirômetro especial usado no estudo do metabolismo respiratório de *Lepidosiren paradoxa* (SAWAYA 1947, v. este Boletim p. 44) serviu para a determinação desse metabolismo em *Typhlonectes compressicauda*. A técnica utilizada foi a mesma, aproveitando-se a amostra d'água tomada para dosagem do CO₂ nela contido, para as análises dos ions sódio, potássio, cálcio, magnésio e fósforo. Os métodos empregados nestas análises foram os mesmos, (v. este Boletim p. 44). Afim de obter resultados comparáveis vali-me, em quasi tôdas (8) as experiências, do mesmo exemplar adulto, de 138 grs.; apenas uma vez foi aproveitado um outro espécime jovem, de 64 grs. Não me foi possível determinar o sexo e nem saber se ambos os *Typhlonectes* se achavam em repouso sexual. A julgar pelo que acontece com outro ginofiono neotrópico, *Siphonops annulatus*, a época de reprodução vai de novembro a princípios de janeiro (SAWAYA 1937, p. 251). As experiências com *T. compressicauda* efetuaram-se em fevereiro, pelo que presumo não se achar o animal em repouso sexual.

O fato de *Typhlonectes* não prescindir de ambos os meios, aquático e aéreo, para viver, impediu-me de lançar mão da anestesia como é recomendado por vários autores. Para isso, seria necessário modificar o respirômetro, o que ainda não pude fazer pela falta de recursos técnicos. Nessas experiências, meu intuito principal foi o de avaliar o consumo do oxigênio e a excreção do gás carbônico por este anfíbio quando em plena atividade, não me preocupando, por enquanto, com o metabolismo basal propriamente, pois, para isso, seria mister modificação sensível do aparelho. Trata-se de animal característico da região neotrópica e, ao que me consta, até agora não estudado sob esse ponto de vista. Além disso, como

T A B E L A

Oxigênio e gás carbônico, respectivamente consumido e eliminado por *Typhlonectes compressicauda* na água e no ar.

Valores reduzidos a 0° e a 760 mm.

N.º	TEMPO HORAS	A R				ÁGUA				PESO GRS.	G A S E S						CONTEÚDO MINERAL DA ÁGUA — em mgr per 1000 ml										
		TEMP. Cº		mm Hg		pH		CONSUMO DE O ₂			CO ₂ PRODUZIDO		ml/kg/h		Na		K		Ca		Mg		P				
		inic.	final	inic.	final	inic.	final	água	ar		total	água	ar	total	O ₂	CO ₂	Q	R	inic.	final	inic.	final	inic.	final	inic.	final	
1	2	21.80	21.0	705.4	703.0	7.5	7.3	.522	8.50	9.022	4.52	2.40	6.92	32	25	.7		2.40	4.10	2.00	...	45.40	50.60	2.30
2	2	20.00	22.0	705.4	703.8	7.4	7.2	1.320	20.70	22.020	3.40	7.50	10.90	79	39	.5		2.00	4.70	2.20	1.10	39.30	49.10	2.30	4.10
3	2	22.00	24.00	703.7	701.0	7.5	7.4	.204	19.00	19.204	7.88	4.90	12.78	69	46	.6		4.00	6.50	5.30	4.70	43.40	47.90	3.50	4.30	0.04	0.04
4	2	25.50	24.00	702.0	701.5	7.3	7.3	.692	18.40	19.092	5.34	4.43	9.77	149	73	.5		1.40	3.70	6.80	2.20	43.40	40.00	2.90	3.10	0.04	0.08
5	2	25.50	25.00	703.4	702.8	7.6	7.5	.605	21.90	22.505	8.10	2.05	10.15	81	36	.4		3.30	1.60	10.9	0.60	44.00	40.00	4.10	4.10	0.06	0.07
6	2	21.00	21.30	704.5	704.3	7.5	7.3	.409	9.50	9.909	5.03	2.36	7.39	36	27	.7		—	2.10	1.50	2.00	21.60	30.40	1.70	1.90	0.04	0.04
7	2	21.00	20.80	704.0	704.2	7.3	7.3	2.125	6.60	8.725	5.15	1.90	7.05	32	25	.7		3.40	2.30	1.00	0.70	24.00	30.90	1.60	1.70	0.04	0.04
8	2	21.00	21.00	705.0	702.7	7.4	7.2	.088	8.10	8.188	5.22	1.83	7.05	30	26	.8		2.70	3.40	1.00	1.60	29.00	31.50	1.60	1.60	0.09	0.05
9	2	19.20	20.00	705.8	703.5	7.5	7.4	.840	8.20	9.040	2.70	5.10	7.80	33	28	.8		1.80	2.90	1.60	1.60	24.20	30.30	1.80	1.60	0.04	0.06

foi dito, as particularidades de seu sistema respiratório tornam-no material apreciado para o estudo de complexo problema da respiração nos anfíbios.

Resultados e discussão

Os valores obtidos nas nove séries de experiências acham-se na tabela anexa. Tendo-se mantido o animal em jejum, houve ligeiro emagrecimento. A quantidade do oxigênio dissolvido nágua absorvida pelo animal é muito pequena em relação à do ar; varia, em geral, de 0,9% a 6% e só em um caso (exp. 7) êsse consumo foi de 32% em relação ao do oxigênio do ar. Já o mesmo não acontece com o gás carbônico, pois, com exceção de dois casos (exp. 2 e 9), a eliminação dêsse gaz na água é sempre maior que a correspondente do ar, podendo elevar-se até 400%.

Estas diferenças tão sensíveis estão a indicar o papel substancial da pele na excreção do gás carbônico, o que aliás confirma o que ocorre nos anfíbios em geral. A observação indica que *T. compressicauda* é animal essencialmente aquático, mas a pequena quantidade de oxigênio absorvida pela pele seria insuficiente para manter a vida, e daí a necessidade de vir à superfície para retirar o oxigênio do ar. Se a pele é preponderantemente o órgão eliminador do CO₂, aos pulmões está reservada a tarefa de absorver o O₂. Os valores indicados na tabela confirmam essa asserção. A rigor dever-se-ia levar em conta também a respiração buco-faríngea que ocorre nos Anfíbios, a qual, porém, parece não viria alterar sensivelmente os resultados agora conseguidos.

A bibliografia sôbre o assunto acha-se, em grande parte, condensada nos recentes trabalhos sôbre a fisiologia dos sistemas respiratórios e circulatórios de *Siphonops annulatus* publicados por SAWAYA (1937; 1940; 1941) e por MENDES (1941 e 1945). Especialmente êste último tratou do assunto mais sob o ponto de vista da fisiologia do trato respiratório, concluindo (1945, p. 59) pela importância da pele no metabolismo respiratório dêste Ginofiono. Os resultados conseguidos por MENDES com *S. annulatus* comparados com os agora obtidos em *T. compressicauda* em parte se correspondem embora se trate de Ginofiônos de habitat diferente. Na realidade não é de se estranhar o fato visto exigir *S. annulatus*, como os demais anfíbios, atmosfera úmida. A aludida correspondência poderá ser evidenciada quando se comparam os Q.R. de um e de outro Ginofiônio. A variação dêsse Q.R. foi aproximadamente a mesma: a de *S. annulatus* entre 0.3 e 0.9 (MENDES 1945, p. 33, tab. I) e de *T. compressicauda* de 0.4 a 0.8.

FURHMANN (1912), o principal estudioso da anatomia das espécies do gênero *Typhlonectes*, alude (p. 122) à presença em *T. compressicauda*, de uma dilatação traqueal no ponto em que a traquéia toca o pericárdio. Trata-se de um órgão respiratório, por assim dizer acessório, cuja estrutura é idêntica à dos pulmões dos anfíbios urodelos ou anuros (p. 137). Êsse órgão pode ser, ao meu vêr, responsável pelos batimentos ventrais que se notam em *Typhlonectes* quando se eleva à superfície da água para retirar o oxigênio do ar atmosférico. Sôbre a influência de tal órgão no metabolismo respiratório, no momento nada posso adiantar.

Quanto ao conteúdo mineral da água da câmara do respirômetro, medido antes e depois de cada série de experiências, nota-se aqui grande variação quanto ao sódio, que, em alguns casos, se elevou (exp. 1-4) e em outros diminuiu (5-9); o potássio diminui sempre. As diferenças relativas ao cálcio apenas podem dar indícios de pequeno aumento, havendo, praticamente equilíbrio, o mesmo acontecendo com o magnésio e o fósforo. As diferenças que se notam nos valores apresentados pela tabela são praticamente desprezíveis. Isto, sem dúvida, corre por conta do pouco tempo de cada experiência (2 horas). Dispondo apenas de poucos exemplares para continuação destes estudos, não ousei deixar o animal mais tempo no respirômetro, o que poderia acarretar a sua morte. Dada essa deficiência, os resultados quanto ao conteúdo mineral da água influenciado pela presença de *Typhlonectes*, são aqui apresentados preliminarmente, como base para outras investigações.

Fato digno de nota vem a ser o desaparecimento completo dos traços de ferro da água devido à presença nela, de *Typhlonectes*. A quantidade de ferro existente na água empregada é da ordem de 0,03 mg por litro. Na amostra retirada duas horas depois o ion referido não mais pode ser dosado.

O que acabo de relatar é reprodução do que aconteceu com *Lepidosiren paradoxa* (SAWAYA 1947, p. 47). E' possível que êsse ion intervenha acentuadamente no metabolismo destes animais, mas, outras pesquisas serão necessárias para a confirmação desta hipótese.

Os resultados das análises relativas às trocas respiratórias do animal aqui estudado podem ser assim resumidos:

1. A maior parte (94%) do oxigênio absorvido por *Typhlonectes compressicauda* provem do oxigênio atmosférico.

2. Nas trocas respiratórias de *Typhlonectes compressicauda* o gás carbônico é preponderantemente eliminado através da pele. A relação entre o CO₂ expulso por essa via e o eliminado pelos pulmões pode atingir a 400%.

3. O Q.R. de *Typhlonectes compressicauda* varia entre 0.4 e 0.8, o que concorda com o Q.R. de outros Ginofionos, embora êstes (gênero Siphonops) tenham hábitos diferentes.

Auxiliaram eficientemente na parte técnica dêste trabalho o Sr. JOÃO EUFROSINO e Srta. ANTONIETA BRUNO. O Dr. RUBENS SALOMÉ PEREIRA teve a gentileza de rever alguns cálculos e o manuscrito. A todos congnos aqui meus agradecimentos.

Summary

Respiratory metabolism of Amphibia-Gymnophiona, *Typhlonectes compressicauda* (DUM. et BIBR.).

Typhlonectes compressicauda is a characteristic neotropic Gymnophiona. The animal lives in the fresh-waters very poor oxygenated. Some specimens have been caught in the outskirts of Belém of Pará and transferred to the laboratory in São Paulo, were they live in a large aquarium

at constant temperature (25°C). Some experiments dealing with the respiratory metabolism were performed in the laboratory in São Paulo. The same respirometer constructed for determination of this metabolism of *Lepidosiren paradoxa* (SAWAYA 1947, p. 44) was used in these experiments. Some analyses of the mineral contents of water have been done and the results discussed.

The figures indicated in the table show that *T. compressicauda* chiefly uses of oxygen from the air, which is absorbed by lungs. Elimination of CO₂ is carried out through the skin, the gas being dissolved in water. R.Q. determined correspond to those of other Gymnophiona, as, for ex., *Siphonops annulatus* studied recently by MENDES (1945, p. 33).

Bibliografia

- Fuhrmann, O. 1912**, The genre Thyplonectes. Mém. Soc. Neuchâtel. Sc. Nat., v. 5, pp. 11-138, Neuchâtel. **Hesse, R. 1924**. Tiergeographie auf ökologischer Grundlage. XII + 613 pp. Jena. **Mendes, E. G. 1941**. Sobre a respiração (esofágica, traquéal e cutânea) do *Siphonops annulatus* (Amphibia Gymnophiona). Bol. Fac. Ciên. e Letr. Univ. S. Paulo, Zoologia n.º 5, pp. 283-304. São Paulo. **1945** — Contribuição para a Fisiologia dos sistemas respiratório e circulatório de *Siphonops annulatus*, Amphibia-Gymnophioli. Ibidem, Zoologia n.º 9, pp. 25-68, t. 1-2, São Paulo. **Sawaya, P. 1937**. Sobre o genero *Siphonops* Wagler (1828) — Amphibia-Apoda —, com descrição de duas variedades novas: *S. annulatus* (Mikan) var. *marmoratus* e *S. paulensis* Boettg. var. *maculatus*. Bol. Fac. Fil. Ciên. Letr. Univ. São Paulo, Zoologia n.º 1, pp. 225-264, t. 30-32. São Paulo. — **1940**, Sobre o veneno das glândulas cutâneas, a secreção e o coração do *Siphonops annulatus*. Ibid., Zoologia n.º 4, pp. 207-270, t. 18-19. — **1941**, Contribuição para o estudo da fisiologia do sistema circulatório do Anfíbio *Siphonops annulatus* (Mikan). Ibidem, Zoologia n.º 5, pp. 200-233. — **1946**, Sobre a biologia de alguns peixes de respiração aérea (*Lepidosiren paradoxa* e *Arapaima gigas*) Ibidem, Zoologia n.º 11, pp. 255-287, t. 1-3. — **1947**, Metabolismo respiratório de peixes de respiração aérea (*Lepidosiren paradoxa* Fitz.). Ibidem, Zoologia n.º 12, pp. 43-49.