



# DETERMINANTES DA DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DA ARRAIA AMAZÔNICA, *POTAMOTRYGON* CF. *HISTRIX* MULLER & HENLE 1834 (POTAMOTRYGONIDAE: CHONDRICHTHYES): EVIDÊNCIAS ECOFISIOLÓGICAS

N.F. Silva; A.T. Oliveira; A.P. Gomes; S.M.V. Melo; A. Shibuya; M.L.G. Araújo; O.T.F. Costa;

M.N. Fernandes & W.P. Duncan

Departamento de Morfologia, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Amazonas. Setor Sul. CEP 69077-000. Manaus, Amazonas. wduncan@ufam.edu.br

## INTRODUÇÃO

As arraias da família Potamotrygonidae são peixes elasmobrânquios completamente adaptados à vida no ambiente dulciaquícola. Este grupo está confinado às águas continentais da América do Sul nas bacias que drenam para o Oceano Atlântico e mar do Caribe. Dentre as características exclusivas dos potamotrigonídeos, algumas estão relacionadas à evolução no ambiente de água doce como: supressão do acúmulo de uréia, uso eletrólitos como solutos osmorreguladores, atrofia da glândula retal (responsável pela excreção de NaCl nos elasmobrânquios marinhos). Tais arraias estão representadas em três gêneros descritos (*Paratrygon*, *Potamotrygon* e *Plesiotrygon*) e um quarto em processo de descrição. Os gêneros *Paratrygon* e *Plesiotrygon* são monotípicos. Por enquanto, *Potamotrygon* é o único politípico (McEachran & Aschliman, 2004). Das 21 espécies descritas, cerca de 17 espécies ocorrem no Brasil, sendo que, muitas, apresentam padrão de distribuição em manchas com focos de endemismo. Por exemplo, *Potamotrygon leopoldi* e *P. henlei* são endêmicas de rios de águas claras, Xingu e Tocantins (Pará), respectivamente. Enquanto, *Potamotrygon* cf. *histris* (espécie nova) está restrita ao Médio rio Negro (Amazonas). Como na Amazônia, os rios recebem uma classificação conforme o padrão de coloração, então, pode-se associar o endemismo ao tipo de água onde a espécie habita.

As diferenças nas águas amazônicas vão além das cores. Rios de água preta como o rio Negro e o Uatumã são ácidos (~pH 3,7 a 5,8), pobres em íons e ricos em matéria orgânica dissolvida. Por outro lado, rios de água branca, como os rios Branco e Solimões/Amazonas têm pH próximo à neutralidade (~pH 6,3 a 7,2), são ricos em sais e em partículas minerais em suspensão (Furch et

al., 1982). Como resultado das diferenças físico-químicas, provavelmente os rios funcionam como barreiras geográficas determinantes da distribuição espacial das espécies de arraias de água doce, pois podem afetar os processos orgânicos que mantêm à homeostasia do animal.

Recentemente, Wood et al. (2002) estudaram os mecanismos de regulação iônica da arraia *P. cf. histris*. Segundo estes autores, os sistemas de transportes de Na<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup> e Ca<sup>+2</sup> demonstraram ser sensíveis às mudanças de pH e às variações de salinidade ambiental. Portanto, por ter uma distribuição geográfica tão restrita e, raramente ser capturada nos tributários de água branca (rio Demeni e rio Branco), nosso objetivo foi analisar os efeitos da exposição à água do rio Branco sobre os processos osmo-ionorregulatórios da arraia *P. cf. histris*. Estas informações podem contribuir para a compreensão dos fatores abióticos determinantes na distribuição geográfica dessa espécie, bem como conhecer quais processos orgânicos são afetados quando as características do ambiente forem diferentes daquelas que os animais estão adaptados a sobreviver.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os espécimes de *P. cf. histris* foram coletados no Médio rio Negro (Igarapé do Zalala, S00°41'881" W62°59'153"), distante cerca de 120 km acima da boca do Rio Branco. No local da captura, foram realizadas análises dos parâmetros físico-químicos da água (pH 4,4; oxigênio 5,8 mg/l; sólido total dissolvido (TDS) 8,7 mg/l; condutividade 16,3 mS/cm; potencial redox 135 mV e temperatura 30,1°C).

Seis exemplares (~354g; largura do disco, ~17,8cm) foram expostos durante 12 horas à água do rio Branco (foz do rio Branco, S01°23'248" W61°50'887"; pH 6,8; oxigênio 5,3 mg/l; TDS 14,7 mg/l;

condutividade 27,5 mS/cm; potencial redox -9,8 mV e temperatura 30,5°C). O outro grupo de seis arraiais (~416g; largura do disco, ~20,6cm) foi mantido na água do rio Negro (lago do Budarizinho, S00°40'628" W63°03'506"; pH 4,1; oxigênio 5,2 mg/l; TDS 5,3 mg/l; condutividade 9,3 mS/cm; potencial redox 117 mV e temperatura 31,4°C). Após exposição, os animais foram anestesiados (MS 222, 1:5.000) e o sangue retirado por meio de punção cardíaca. O fluido perivisceral e o plasma foram utilizados para análise da uréia e íon cálcio por meio de métodos enzimáticos/colorimétricos. O 2º arco branquial e o rim direito foram imediatamente removidos e mantidos em tampão sacarose/EDTA/imidazol em pH 7,4 para análise da enzima Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup>-ATPase (NKA). A determinação da atividade da NKA foi realizada pelo método da hidrólise do ATP e determinação do fosfato liberado. A atividade da enzima NKA foi determinada como sendo a diferença entre o fosfato liberado na presença e na ausência da ouabaína (inibidor da NKA).

Após log-transformação, os dados dos grupos experimentais (rio Negro *versus* rio Branco) foram comparados por meio do teste *t* de Student. Uma análise de regressão linear foi feita entre a atividade da NKA renal e branquial para se verificar o grau de integração funcional entre os órgãos osmorreguladores. Em todos os testes, o nível de significância aceito foi  $P < 0,05$ .

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A exposição à água do rio Branco não provocou alterações significativas nos teores de uréia e cálcio do plasma e, nem do fluido perivisceral (FPV) de *P. cf. hystrix* (arraia cururu). Como esperado, os valores de uréia e cálcio plasmáticos foram 1,3 e 2,9 mM, respectivamente. Isto confirma, pelo menos superficialmente, que o sangue e os mecanismos de regulação iônica dos potamotrigonídeos são similares aos de teleósteos de água doce. Surpreendente é a concentração de uréia no FPV (16,9±0,7 mM), i.é, cerca de 13 vezes superior ao do plasma, e, cerca de 25 vezes superior aos relatados por Thorson et al. (1967) para potamotrigonídeos. Nós sugerimos que a retenção de uréia no FPV ainda pode ser um importante osmólito para a homeostase em certos compartimentos corporais dessas arraiais. O fato de não haver mudanças significativas na composição do FPV e do plasma entre as arraiais expostas à água do rio Branco e aquelas do rio Negro, provavelmente, deve-se a um ajuste na atividade da bomba de Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup> (Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup>-ATPase, NKA) nos dois mais importantes órgãos

osmorreguladores: brânquias e rins.

A análise de regressão indicou que os dois órgãos funcionam de forma compensatória nas arraiais expostas à água do rio Branco. A correlação entre a atividade da NKA renal e branquial foi fortemente negativa ( $r = -0,8$ ;  $P < 0,05$ ), i.é, nos exemplares cuja a atividade da NKA branquial encontrava-se elevada, possivelmente “energizando” a tomada de íons do meio, a NKA renal tornava-se reduzida, provavelmente para permitir a eliminação do excesso de sais pela urina evitando o acúmulo de solutos no organismo.

O fato de não haver diferenças na atividade da enzima branquial entre o grupo exposto à água do rio Branco (1,7±0,1 mmoles Pi mg prot<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>) e o grupo mantido na água do rio Negro (1,8±0,1 mmoles Pi mg prot<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>), pode ser explicado pelo fato de que, em potamotrigonídeos, bem como em teleósteos de água doce, as brânquias não desempenham um papel central na excreção de sais, mas sim na retirada destes do meio aquático. Em geral, a atividade da NKA branquial de potamotrigonídeos é baixa se comparada aos outros peixes de água doce. Nós sugerimos que as brânquias das arraiais de água doce possuem uma outra ATPase mais importante, provavelmente uma próton-ATPase, que energiza a tomada de cloreto da água e a excreção de bicarbonato. Esta hipótese pode ser sustentada pelos dados de Wood et al. (2002), pois o influxo unidirecional de Cl<sup>-</sup> é quase 2 vezes maior que o de Na<sup>+</sup>. Isto pode ser um eficiente mecanismo para neutralizar os prótons na camada circundante ao epitélio branquial, uma vez que é comum capturarmos estas arraiais em microhabitat extremamente ácido do rio Negro (~pH 3,7). Por outro lado, nas arraiais expostas à água do rio Branco, a reduzida atividade da NKA renal (5,7±0,9 mmoles Pi mg prot<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>) quando comparada ( $P < 0,05$ ) ao grupo do rio Negro (12,7±0,7 mmoles Pi mg prot<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>) pode ser o reflexo dos mecanismos compensatórios relacionados à manutenção da homeostase iônica. A arraia cururu vive num ambiente extremamente diluído, mantém o balanço iônico por meio da dieta piscívora, insetívora e carinófaga e, ainda pode ser favorecida pelo microhabitat da região bentônica, provavelmente mais rico em íons. Além disso, estas arraiais evitam a perda de íons por meio de um eficiente e ativo sistema de reabsorção renal.

Em resumo, os mecanismos osmorregulatórios da arraia cururu estão adaptados à sobrevivência em águas extremamente diluídas e ácidas do rio Negro. A exposição à água do rio Branco exige a ativação de um sistema

osmorregulador compensatório. Portanto, acreditamos que a mistura das águas dos rios Branco e Negro na altura das coordenadas S01°23'25" W61°50'89" (foz do rio Branco) possa atuar como um dos fatores (além do substrato de fundo rochoso, etc.) que delimitam a distribuição geográfica da arraia cururu, *Potamotrygon* cf. *histris*, endêmica do Médio rio Negro.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Furch, K., Junk, W. J. & Klinge, H. 1982.** Unusual chemistry of natural waters from the Amazon region. *Acta Científica Venezuelana*, **33**: 269-273.
- McEachran, J.D. & Aschliman, N. 2004.** Phylogeny of Batoidea. In: Carrier, J.C., Musick, J.A. & Heithaus, M.R (eds). *Biology of sharks and their relatives*. Boca Raton, CRC Press, p. 79-113.
- Thorson, T. B., Cowan, C. M. & Watson, D. E. 1967.** *Potamotrygon* spp.: elasmobranchs with low urea content. *Science*, **158**: 375-377.
- Wood, C. M., Mtsuo, A. Y. O., Gonzalez, R. J., Wilson, R. W., Patrick, M. L. & Val, A. L. 2002.** Mechanisms of ion transport in *Potamotrygon*, a stenohaline freshwater elasmobranch native to the ion-poor blackwater of the Rio Negro. *J. Exp. Biol.*, **205**: 3039-3054.