

## Excreção de amônia por tambaqui (*Colossoma macropomum*) de acordo com variações na temperatura da água e massa do peixe<sup>(1)</sup>

Rosa Angélica Ismiño-Orbe<sup>(2)</sup>, Carlos Alberto Rego Monteiro Araujo-Lima<sup>(3)</sup> e Levy de Carvalho Gomes<sup>(4)</sup>

Resumo – A amônia, produto de excreção dos peixes, é tóxica para organismos aquáticos. O objetivo deste trabalho foi quantificar taxas de excreção diária de amônia em tambaqui (*Colossoma macropomum*), principal espécie criada na Amazônia, que podem variar de acordo com a temperatura da água e a massa dos peixes. As taxas de excreção foram determinadas a cada 2 horas por um período de 24 horas e os resultados analisados por uma regressão linear múltipla. O tambaqui apresentou de dois a cinco picos de atividade de excreção durante 24 horas, caracterizados por rápidos aumentos de até dez vezes na taxa horária de excreção. O modelo desenvolvido pela regressão linear múltipla explicou 95,2% da taxa diária de excreção de amônia, que aumentou com a massa do peixe, mas diminuiu com o aumento da temperatura da água.

Termos para indexação: qualidade da água, ambiente de criação, produtos nitrogenados, peso, proteína.

### Ammonia excretion by tambaqui (*Colossoma macropomum*) related to water temperature and fish mass

Abstract – Ammonia, an excretion product of fish, is toxic to aquatic organisms. The objective of this study was to account daily ammonia excretion rates of tambaqui (*Colossoma macropomum*), the main fish species of the Amazonia related to water temperature and fish mass. Ammonia excretion rates were measured every two hours during a 24-hour period and results were evaluated by a multiple linear regression. Tambaqui presented two to five excretion peaks during the 24-hour period, reaching up to ten times the mean excretion rates. The model developed by the multiple linear regression explained 95.2% of the daily ammonia excretion rates, which increased according to fish mass and decreased when water temperature increased.

Index terms: water quality, rearing environment, nitrogen products, weight, protein.

---

<sup>(1)</sup> Aceito para publicação em 29 de julho de 2003.

Extraído da dissertação de mestrado apresentada pelo primeiro autor ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Manaus, AM.

<sup>(2)</sup> Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, Av. Abelardo Quiñónez, km 2,5, Iquitos, Peru. E-mail: rayo14@hotmail.com

<sup>(3)</sup> INPA, Caixa Postal 478, CEP 69011-970 Manaus, AM. E-mail: calima@inpa.gov.br

<sup>(4)</sup> Embrapa-Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Ocidental, Caixa Postal 319, CEP 69011-970 Manaus, AM. E-mail: levy@cpaa.embrapa.br

A amônia é o principal produto da excreção dos peixes, sendo responsável por 80% do total excretado por várias espécies (Westers, 2001). Esta molécula é derivada da digestão das proteínas e do catabolismo dos aminoácidos (Boyce, 1999) e sua síntese é energeticamente mais eficiente que outros produtos de excreção (Jobling, 1994), ocorrendo principalmente no fígado. A amônia produzida é transportada pelo sistema sanguíneo até as brânquias, de onde é excretada para a água. Em solução aquosa, normalmente está em equilíbrio entre a forma ionizada ( $\text{NH}_4^+$ ) e a não-ionizada ( $\text{NH}_3$ ) (Boyce, 1999).

A toxidez da amônia em organismos aquáticos é atribuída principalmente à forma não-ionizada (Tomasso, 1994). Exposições a altas concentrações de amônia, situação comum em sistemas de criação, causam degeneração na pele e danificação das brânquias e rins (Soderberg, 1994), além de retardar o crescimento e ter conseqüências negativas na sobrevivência (Jobling, 1994).

Este trabalho teve o objetivo de determinar a variação na quantidade de amônia excretada pelo tambaqui (*Colossoma macropomum*, Cuvier, 1818), a principal espécie criada na Amazônia, de acordo com mudanças na temperatura da água e massa dos peixes, em aquários.

Foram utilizados 18 peixes com peso entre 17,33 e 238,54 g, obtidos na estação de piscicultura de Balbina, Presidente Figueiredo, AM. Os peixes foram mantidos por duas semanas em dois tanques de 500 L, equipados com filtro biológico e bomba para recirculação de água. Durante este período os peixes foram alimentados diariamente, em 3% da biomassa, com ração comercial (24,5% de proteína).

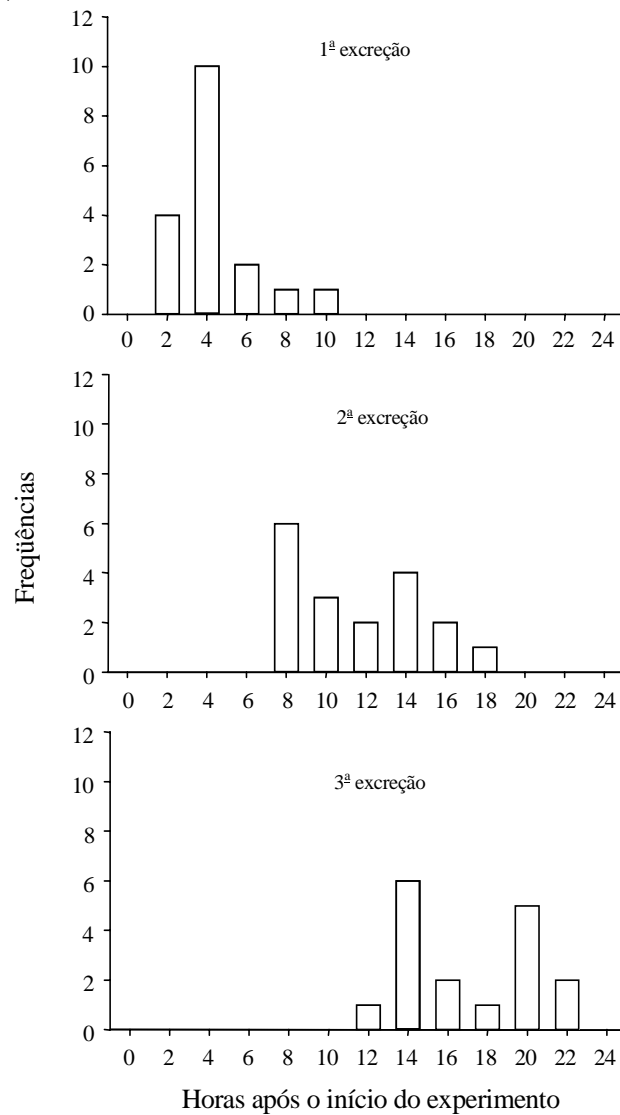
O experimento foi delineado para o desenvolvimento de um modelo de regressão linear múltipla. Os peixes foram transferidos individualmente para aquários independentes com capacidade para 36 L, preenchidos com 20 L de água, e um aquário sem peixe foi utilizado como controle. Os aquários foram mantidos com aeração constante, a temperatura de 25,5 a 27,5°C e pH de 6 a 6,6, variando entre aquários. No início do experimento, que teve a duração de 24 horas, os peixes foram alimentados na taxa de 3% do peso vivo.

Foram coletadas três amostras de água de cada aquário em intervalos de duas horas. As medidas de excreção de amônia foram calculadas pela média das três amostras e corrigidas pelo aquário controle (sem peixe). A concentração de amônia total ( $\text{NH}_3 + \text{NH}_4^+$ ) foi analisada pelo método descrito por Golterman et al. (1978), modificado para análise por injeção de fluxo (FIA). A taxa de excreção de uréia foi quantificada ao final do experimento pelo método de diacetilmonoxina (2,3 butanodiona monoxina).

A taxa diária de excreção de amônia ( $\text{mg NH}_3 + \text{NH}_4^+/\text{dia}$ ) foi calculada com uma regressão linear múltipla, sendo a taxa de excreção de amônia a variável dependente, e a temperatura média de cada aquário e a massa dos peixes, variáveis independentes. Os valores da taxa de excreção e da massa foram transformados em logaritmo ( $\ln$ ).

A excreção de amônia não foi constante durante o período de 24 horas (Figura 1). Os peixes apresentaram de dois a cinco picos de atividade de excreção. Estes picos foram caracterizados por rápidos aumentos de até dez vezes na taxa horária de excreção. Apesar da diferença entre peixes, houve uma tendência de sincronização nos picos de excreção de amônia. O primeiro

período de excreção ocorreu entre 2 e 10 horas após o início do experimento, e em 55% dos peixes, o pico ocorreu 4 horas após o início do experimento. A sincronização no ritmo da excreção diminuiu nos horários seguintes. As maiores frequências no segundo período ocorreram entre 8 e 18 horas e no terceiro período, entre 12 e 22 horas após o início do experimento. No segundo e terceiro período a maior sincronia de excreção ocorreu em 33% dos peixes às 8 e 14 horas, respectivamente.



**Figura 1.** Distribuição das frequências absolutas do primeiro, segundo e terceiro período de excreção de amônia de 18 tambaquis, até 24 horas após o início do experimento.

De acordo com o modelo de regressão linear múltipla gerado, a maior parte da amônia excretada (95,2%,  $p < 0,0001$ ) é explicada pela massa do peixe e pela temperatura da água. O coeficiente do modelo gerado mostra que a excreção de amônia aumenta com o aumento da massa do peixe e com a diminuição da temperatura da água. A relação entre a amônia total excretada, a massa do peixe e a temperatura da água é descrita pelo seguinte modelo:

$\ln$  taxa diária de excreção de amônia =  $31,03(2,96) + \ln m \times 0,79(0,06) - t \times 1,32(0,64)$  em que amônia é  $\text{NH}_3 + \text{NH}_4^+$  em mg/L,  $m$  é a massa em gramas e  $t$  a temperatura em °C. O erro padrão dos coeficientes está entre parênteses.

A quantidade de uréia excretada variou de 0,00016 a 0,0068 mg/dia, com valor médio de 0,0032 mg/dia (D.P.= 0,0028), sendo independente do tamanho do peixe ( $r = 0,16$ ;  $n = 6$ ;  $p = 0,76$ ) e da temperatura dos aquários ( $r = 0,16$ ;  $n = 6$ ;  $p = 0,76$ ).

O principal produto nitrogenado excretado pelo tambaqui foi amônia (93,7%), enquanto a uréia contribuiu com 6,3%. Outros produtos de excreção nitrogenados não foram medidos neste estudo. Porém, se considerarmos que esta espécie excreta uma quantidade de nitrogênio sob a forma de ácido úrico mais creatinina igual à quantidade de uréia, como ocorre com outras espécies (Jobling, 1994), a fração de amônia excretada seria 87,4%.

A excreção de amônia pelo tambaqui variou ritmicamente, em períodos de aproximadamente quatro horas. O principal pico de excreção ocorreu quatro horas após a refeição e foi o mais freqüente. Após esse pico, houve menos sincronia no ritmo de excreção entre os indivíduos.

Ritmos de excreção semelhantes já foram relatados em outras espécies. Echevarria et al. (1993) verificaram que *Sparus aurata* apresenta dois picos definidos de excreção de amônia. Rychly & Marina (1977) também registraram dois picos de excreção em truta arco-íris (*Salmo gairdneri*). Em *Sparus aurata* (Porter et al., 1987) e truta arco-íris (Ming, 1985), o máximo de excreção também ocorre quatro horas após a refeição. O ritmo de excreção parece estar relacionado com o ciclo do apetite (Ming, 1985), com a rápida oxidação dos aminoácidos ingeridos ou com o ritmo hormonal diário, que depende da secreção periódica de corticosteróides, cuja freqüência é relacionada com a temperatura (Porter et al., 1987).

A quantidade de amônia excretada pelo tambaqui esteve diretamente relacionada com a massa do peixe e inversamente relacionada com a temperatura. Outros fatores que poderiam influenciar na excreção, como a quantidade de alimento e a porcentagem de proteína, foram mantidos constantes e dentro dos valores normalmente utilizados na criação da espécie (Araujo-Lima & Goulding, 1997). O coeficiente de relação entre a massa e a taxa de excreção de amônia foi 0,79, ou seja, próximo ao expoente da relação alométrica entre massa e metabolismo para esta espécie. Coeficiente menor que um indica que a excreção de amônia por unidade de massa diminui conforme o peixe aumenta de massa (Saint Paul, 1986).

Para comparar a taxa de excreção do tambaqui com outras espécies, considerou-se que os experimentos foram realizados nas condições de temperatura e alimentação ótimas para as espécies. Um tambaqui pesando 90 g a 27°C excreta 0,35 mg de amônia/dia. Peixes carnívoros como *Dicentrarchus labrax*

e *Sparus aurata*, com mesma massa, em temperaturas de 24°C, excretam 0,52 e 0,42 mg de amônia/dia, respectivamente (Guerin-Ancey, 1976; Porter et al., 1987). O tambaqui, por ser um peixe onívoro, excreta menos amônia que espécies carnívoras cuja dieta é mais rica em nitrogênio.

O modelo de excreção de amônia gerado neste trabalho fornecerá subsídios para se determinar a taxa de renovação de água e a capacidade de carga de sistemas de criação do tambaqui.

### Referências

- ARAUJO-LIMA, C. A. R. M.; GOULDING, M. **So fruitful fish: ecology, conservation, and aquaculture of the Amazon's tambaqui**. New York: Columbia University Press, 1997. 157 p.
- BOYCE, S. J. Nitrogenous excretion in the Antarctic plunderfish. **Journal of Fish Biology**, Cambridge, Inglaterra, v. 54, n. 1, p. 72-81, 1999.
- ECHEVARRIA, G.; ZARAUZ, N.; LÓPIEZ-RUIZ, J.; ZAMORA, S. Study of nitrogen excretion in the gilthead seabream (*Sparus aurata* L.): influence of nutritional state. **Comparative Biochemistry and Physiology**, New York, v. 105, n. 1, p. 17-19, 1993.
- GOLTERMAN, H. L.; CLYMO, R. S.; OHNSTAD, M. A. M. **Methods for physical and chemical analysis of fresh water**. Oxford: Blackwell Scientific, 1978. 214 p.
- GUERIN-ANCEY, O. Etude expérimentale de l'excrétion azotée du bar (*Dicentrarchus labrax*) en cours de croissance – I: effets de la température et du poids du corps sur l'excrétion d'ammoniac et d'urée. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 9, n. 1, p. 71-80, 1976.
- JOBLING, M. **Fish bioenergetics**. London: Chapman & Hall, 1994. 294 p.
- MING, F. W. Ammonia excretion rates: an index for comparing efficiency of dietary protein utilization among Rainbow trout (*Salmo gairdneri*). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 46, n. 1, p. 27-35, 1985.
- PORTER, C. B.; KROM, M. D.; ROBBINS, M. G.; BRICKELL, L.; DAVIDSON, A. Ammonia excretion and total -N budget for gilthead seabream (*Sparus auratus*) and its effect on water quality conditions. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 66, n. 2, p. 287-297, 1987.
- RYCHLY, J.; MARINA, B. A. The ammonia excretion of trout during 24-hour period. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 11, n. 1, p. 173-178, 1977.
- SAINT PAUL, U. The neotropical Serrasalmid *Colossoma macropomum*: a promising species for fish culture in Amazonia. **Analysis Research and Development**, Hamburg, v. 22, n. 1, p. 7-35, 1986.
- SODERBERG, R. W. **Flowing water fish culture**. Boca Raton: CRC Press, 1994. 147 p.
- TOMASSO, J. R. Toxicity of nitrogenous wastes to aquaculture animals. **Reviews in Fisheries Science**, Amsterdam, v. 2, n. 1, p. 291-314, 1994.
- WESTERS, H. Production. In: WEDEMEYER, G. A. (Ed.). **Fish hatchery management**. 2<sup>nd</sup> ed. Bethesda: American Fisheries Society, 2001. p. 31-90.