

## Óleo de Cravo: Um Anestésico Alternativo para o Manejo de Peixes





ISSN 1517-3135

Julho, 2007

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Amazônia Ocidental  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

## **Documentos 51**

# **Óleo de Cravo: Um Anestésico Alternativo para o Manejo de Peixes**

*Luis Antonio Kioshi Aoki Inoue  
Gilberto Moraes*

Embrapa Amazônia Ocidental  
Manaus, AM  
2007

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Amazônia Ocidental**

Rodovia AM-010, km 29, Estrada Manaus/Itacoatiara

Caixa Postal 319

Fone: (92) 3303-7800

Fax: (92) 3303-7820

http: www.cpa.embrapa.br

**Comitê de Publicações da Unidade**

Presidente: *Celso Paulo de Azevedo*

Secretária: *Gleise Maria Teles de Oliveira*

Membros: *Carlos Eduardo Mesquita Magalhães*

*Cheila de Lima Bojink*

*Cintia Rodrigues de Souza*

*José Ricardo Pupo Gonçalves*

*Luis Antonio Kioshi Inoue*

*Marcos Vinícius Bastos Garcia*

*Maria Augusta Abtibol Brito*

*Paula Cristina da Silva Ângelo*

*Paulo César Teixeira*

*Regina Caetano Quisen*

**Revisor de texto:** *Carlos Eduardo M. Magalhães*

Normalização bibliográfica: *Maria Augusta Abtibol Brito*

Diagramação: *Gleise Maria Teles de Oliveira e Doralice Campos Castro*

Arte: *Gleise Maria Teles de Oliveira*

Fotos da capa: *Luis Antonio Kioshi Aoki Inoue*

1ª edição

1ª impressão (2007): 300

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,  
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

CIP-Brasil. Catalogação-na-publicação.  
Embrapa Amazônia Ocidental.

---

Inoue, Luis Antonio Kioshi Aoki.

Óleo de cravo: um anestésico alternativo para o manejo de peixes / Luiz Antonio Kioshi Aoki, Gilberto Moraes. - Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2007.

24 p. - (Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos; 51).

ISSN 1517-3135

1. Peixe. 2. Estresse. 3. Anestésico. I. Moraes, Gilberto. II. Título. III. Série.

CDD 639.22

# **Autores**

## **Luis Antonio Kioshi Aoki Inoue**

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. em Biologia e Melhoramento Genético, pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM, [inoue@cpaa.embrapa.br](mailto:inoue@cpaa.embrapa.br)

## **Gilberto Moraes**

Biólogo, D.Sc. em Ecologia e Recursos Naturais, professor titular de Bioquímica, Departamento de Genética e Evolução, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, [gil@power.ufscar.br](mailto:gil@power.ufscar.br)



# Apresentação

A piscicultura é uma atividade em franca expansão no Brasil. O número de animais manejados diariamente nas fazendas é bastante grande, porém nem sempre são empregadas as técnicas mais adequadas, entre elas o uso de anestésicos para o manuseio de peixes, com menor estresse para estes e com maior segurança possível para os trabalhadores. Isso ocorre por falta de informações a respeito de produtos alternativos, como o óleo de cravo, que podem substituir os produtos químicos tradicionais utilizados para esse fim, geralmente importados de outros países, de difícil aquisição, caros e eventualmente com riscos ao ambiente e à saúde pública.

Nesse contexto, é com satisfação que a Embrapa Amazônia Ocidental lança o presente Documento, na expectativa de atender aos agentes de desenvolvimento do setor produtivo e de pesquisa envolvidos diretamente com manejo de peixes vivos.

*Maria do Rosário Lobato Rodrigues*  
Chefe-Geral

# Sumário

<b>Óleo de cravo: um anestésico alternativo para o manejo de peixes.....</b>	<b>9</b>
<b>Introdução.....</b>	<b>9</b>
<b>Como usar o óleo de cravo (eugenol) no manejo de peixes.....</b>	<b>10</b>
<b>Óleo de cravo como anestésico para peixes.....</b>	<b>11</b>
<b>Óleo de cravo no transporte de peixes vivos.....</b>	<b>15</b>
<b>Considerações finais.....</b>	<b>18</b>
<b>Referências.....</b>	<b>20</b>
<b>Anexos.....</b>	<b>21</b>
<b>Estresse em peixes.....</b>	<b>21</b>
<b>Fig. 4. Principais reações fisiológicas ao estresse em peixes.....</b>	<b>24</b>





# Óleo de Cravo: Um Anestésico Alternativo para o Manejo de Peixes

---

*Luis Antonio Kioshi Aoki Inoue  
Gilberto Moraes*

## Introdução

O monitoramento das variáveis qualidade da água, alimentação, densidade de estocagem, sanidade, entre outras, tem por objetivo proporcionar o bem-estar dos animais nas fazendas, oferecendo assim as melhores condições possíveis para o crescimento e também, em alguns casos, para a reprodução destes. Entretanto, variações ambientais naturais, como quedas de temperatura, chuvas e outras, ou ainda a ação do próprio piscicultor, como o arrasto de redes, a transferência e o transporte de peixes, são fatores que quebram o equilíbrio dos animais com o ambiente, podendo resultar em taxas elevadas de mortalidade.

No entanto, as práticas de manejo são muitas vezes inevitáveis, por motivos operacionais óbvios da atividade econômica. Assim, necessita-se, no dia-a-dia das piscigranjas, de trabalhadores bem treinados e de perfeitas condições de saúde dos peixes, para que estes se recuperem adequadamente do manejo e retornem rapidamente ao ciclo de produção.

Diversos produtos com a finalidade de atenuar o estresse em peixes durante as diversas práticas de manejo vêm sendo sugeridos no Brasil, porém alguns ainda precisam de confirmações científicas a respeito de sua eficácia. Produtos como benzocaína, fenoxietanol, mentol e tricaína metano sulfonato (MS 222) são utilizados.

Dentre os fatores que contribuem para a escolha de um ou mais anestésicos, o preço e a disponibilidade no mercado ainda são os mais levados em consideração.

O óleo de cravo vem sendo indicado para o manejo de peixes por apresentar bons resultados quanto à eficiência anestésica e redução de algumas das principais respostas ao estresse. Trata-se de um produto natural, obtido por destilação do extrato de partes da planta de cravo-da-índia (folhas, caules e raízes), cujo principal componente é o eugenol (em torno de 80% de sua composição). O produto é facilmente encontrado no mercado consumidor, em farmácias de manipulação, que o comercializam para o tratamento de micoses. Antigamente utilizava-se esse produto como analgésico de uso odontológico.

O eugenol é também purificado a partir do óleo de cravo; essa forma pura encontra-se nas drogarias a preços acessíveis, as quais comercializam-no para uso na composição (misturado ao óxido de zinco) de preenchimento temporário de restaurações dentárias. O eugenol e seus derivados apresentam vasto uso na indústria de alimentos, na composição de aromas artificiais, sendo o mais conhecido o iso-eugenol, utilizado na composição da baunilha.

O presente trabalho avaliou o uso do óleo de cravo (eugenol) no manejo de peixes, exemplificando sua eficácia com base nos resultados obtidos de estudos sobre o metabolismo de peixes tropicais em diferentes situações de estresse. Utilizaram-se ferramentas de pesquisa em Bioquímica e Fisiologia, com fundamentação teórica (em anexo), para interpretação e aplicação dos resultados no campo.

## **Como usar o óleo de cravo (eugenol) no manejo de peixes**

O óleo de cravo é pouco solúvel em água. Soluções alcoólicas são recomendadas para o uso no manejo de peixes. Colocam-se 5 mL do produto em uma proveta e completa-se o volume até 20 mL com álcool etílico (etanol) comercial, para uso doméstico, ou absoluto, para uso laboratorial. Alternativamente, alguns autores recomendam a diluição em bebidas alcoólicas como o uísque e a cachaça. O álcool adquirido em postos de abastecimento de automóveis é contra-indicado, por possível presença de aditivos e de outros produtos prejudiciais aos

Essa solução pode ser estocada por várias semanas, ou até por meses, se bem guardada em frasco escuro, protegido contra luz e bem fechado, para evitar a evaporação do álcool. A concentração do eugenol em solução alcoólica é de aproximadamente 50 mg/mL, ou seja 1 mL comporta 50 mg de eugenol. Assim, de acordo com a dose necessária para anestésiar ou para tranqüilizar os peixes, é possível calcular a quantidade da solução alcoólica a ser utilizada. Por exemplo, se num balde de 10 L de água vai ser preparado um banho anestésico de 30 mg/L, dose suficiente para anestésiar a maioria das espécies em 1–2 minutos com recuperação satisfatória, seguem-se os cálculos:

$$\begin{array}{r}
 30 \text{ mg} \dots\dots\dots 1 \text{ L (dose de 30 mg/L)} \\
 x \dots\dots\dots 10 \text{ L (volume de água no balde)} \\
 \quad x = 300 \text{ mg (quantidade de eugenol necessária na água)} \\
 1 \text{ mL da solução alcoólica} \dots\dots\dots 50 \text{ mg de eugenol} \\
 x \dots\dots\dots 300 \text{ mg (quantidade de eugenol} \\
 \quad \quad \quad \text{necessária no balde)} \\
 \quad x = 6 \text{ mL da solução alcoólica}
 \end{array}$$

O álcool usado nesses procedimentos não é prejudicial aos peixes, já que menos de 1 mL da solução alcoólica por litro de água é suficiente para anestésiar a maioria das espécies de peixes. Se 1 mL de etanol for adicionado em 1 litro de água, teremos 0,1% de álcool na água. Estudos de toxicologia mostram que o etanol em concentrações de até 4% não apresenta efeitos deletérios para peixes. Ainda, espera-se que o álcool se evapore rapidamente quando adicionado à água dos peixes.

## Óleo de cravo como anestésico para peixes

Durante o manejo de algumas espécies, é necessária a imobilização dos indivíduos, devido à sua movimentação excessiva quando acudados nas redes, puçás e caixas de manejo. Essa movimentação excessiva pode causar acidentes sérios com agulhas e bisturis, além de injúrias aos peixes, por quedas e impactos em superfícies duras. Ferimentos na superfície do corpo, associados à perda de muco e escamas, predispõem os animais à manifestação de organismos patogênicos e também à morte.

O uso de anestésicos no manejo de peixes deve acontecer de forma que as doses sejam empregadas em concentrações mínimas, para que ocorra a adequada anestesia (imobilização) e a eficiente recuperação dos animais, pois, caso estes sejam expostos aos anestésicos em concentrações muito elevadas e por tempo muito prolongado, o anestésico pode ser ainda mais prejudicial que a não utilização de qualquer produto. Ou seja, o próprio anestésico pode matar os peixes.

Diversos são os estágios de anestesia descritos na literatura, classificados de acordo com os graus de perda de equilíbrio e de alterações na frequência dos batimentos operculares (Tabela 1). Em geral, o estágio 3, caracterizado pela perda total do equilíbrio na coluna de água e também pela incapacidade de retornar à posição normal de nado, é o mais utilizado, já que os peixes se apresentam suficientemente anestesiados para a maioria das práticas de manejo.

**Tabela 1.** Estágios de anestesia em peixes de acordo com suas características comportamentais.

Estágio	Características do Comportamento
1	Desbalanço visível dos movimentos operculares.
2	Perda parcial de equilíbrio e dificuldade em manter posição normal de nado, quando parado.
3	Perda total de equilíbrio e incapacidade de recuperar a posição vertical de nado (“barriga para cima”).
4	Ausência de reação a qualquer estímulo.
Recuperado	Recuperação da posição normal de nado e da capacidade de nadar.

Fonte: Woody et al. (2002).

O óleo de cravo apresenta-se bastante eficiente como anestésico para peixes, sendo que doses de 25 mg/L a 60 mg/L são suficientes para anestesiarem peixes por um período aproximado de 1 minuto. Na Tabela 2, é apresentado o tempo de indução à anestesia para biometria de juvenis de matrinxã (*Brycon amazonicus*).

O conhecimento do tempo necessário para anestesiarem os peixes em relação à dose utilizada permite o planejamento adequado do manuseio de grandes quantidades de peixes, sem que ocorra a exposição destes

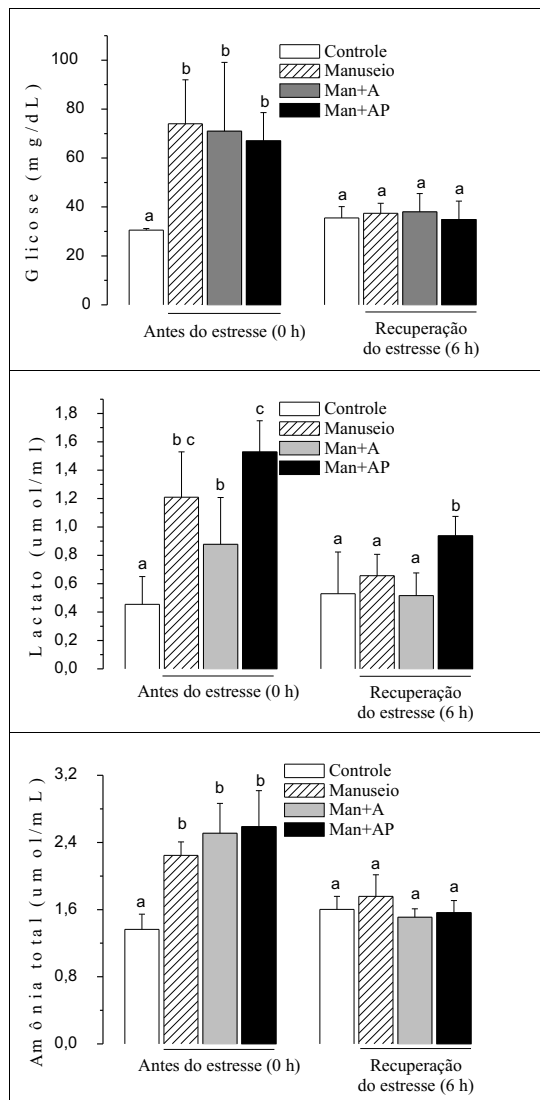
**Tabela 2.** Tempo de indução à(s) anestesia(s) para biometria de juvenis de matrinxã (*B. amazonicus*).

Eugenol (mg/L)	Tempo de anestesia (s)	Comprimento (cm)	Peso (g)
15	374.1 ± 36.7a	18.9 ± 0.8	87.3 ± 10.9
20	155.6 ± 6.5b	18.0 ± 0.3	74.9 ± 4.0
25	79.8 ± 3.4c	18.6 ± 0.9	81.7 ± 3.4
30	69.6 ± 1.9c	18.5 ± 0.8	86.0 ± 1.9
35	69.1 ± 2.6c	18.8 ± 0.7	84.2 ± 2.6
40	64.1 ± 3.4c	20.4 ± 0.9	113.2 ± 15.9
50	59.0 ± 3.0c	18.2 ± 0.9	90.1 ± 24.7
60	50.2 ± 1.9c	18.3 ± 0.4	77.7 ± 6.0

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa ( $P < 0.05$ ). (Dados não publicados).

O uso do eugenol em banhos anestésicos para peixes apresenta-se bastante satisfatório, inclusive com redução de algumas respostas do estresse para tilápia em anestesia leve (Fig. 1). Resultados similares foram também observados em juvenis de matrinxã.

Elevações nos valores de glicose plasmática em peixes estressados são interpretadas como mecanismo para disponibilizar mais energia para que o animal possa fugir ou se adaptar a certa condição estressante (mais informações em anexo). Essa demanda extra por energia pode ser também solicitada pelo metabolismo anaeróbico, usualmente refletido nas elevações do lactato plasmático. A excreção nitrogenada em peixes acontece por meio das brânquias, por difusão da amônia. Durante o estresse, os gradientes de concentração da amônia entre o sangue e a água doce tendem a diminuir, dificultando assim a excreção nitrogenada. É provável, também, que o eugenol aumente o acúmulo de amônia no plasma, devido às mudanças nos fluxos de água, por alterações nos batimentos operculares.



**Fig. 1.** Resposta de estresse de juvenis de tilápia (*Oreochromis niloticus*) submetidos ao manuseio e à anestesia com óleo de cravo. Grupo controle consiste de peixes não submetidos a qualquer estressor. Man + A = Manuseio e anestesia feita em banhos a 20 mg/L por 10 min. Man + AP = Manuseio e anestesia profunda feita em banho a 80 mg/L por 10 min. Peixes foram amostrados 0 h (antes do estresse) e 6 h (recuperação do estresse) após procedimentos experimentais.

## **Óleo de cravo no transporte de peixes vivos**

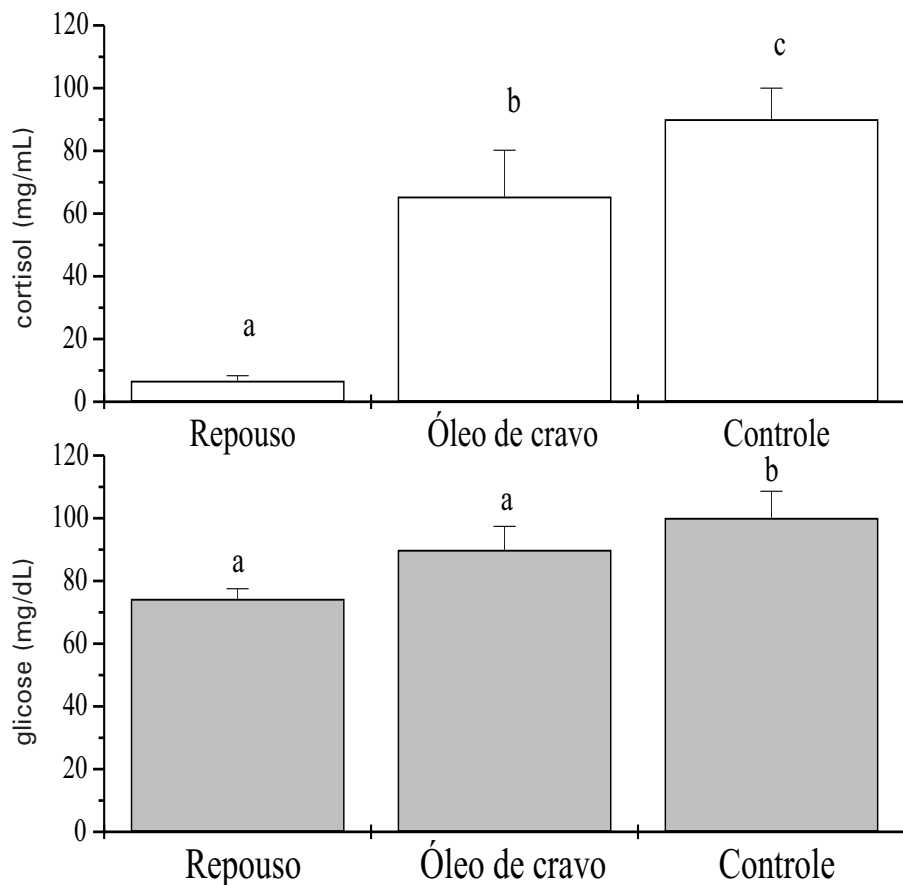
O transporte de peixes vivos consiste na captura dos peixes, com redes de arrasto, puçás ou demais artefatos, e no acondicionamento destes em sacos plásticos, que são lacrados em atmosfera modificada com oxigênio puro. Ou de maneira semelhante, os peixes são acondicionados em tambores ou caixas (de 300 L a 2.000 L) equipadas com “borbulhadores” de oxigênio. Esses recipientes são próprios para o transporte de peixes, nos quais as densidades são altíssimas, chegando-se até 500 kg/m<sup>3</sup>. Essas caixas são transportadas por veículos diversos e para distâncias variadas, desde alguns metros até milhares de quilômetros, e, então, os peixes são liberados em condições similares às iniciais.

O óleo de cravo, diluído na água do transporte em dose de 5 mg/L, reduz as respostas de cortisol plasmático – principal indicador de estresse do matrinxã (vide anexo) – (Fig. 2), sugerindo-se, portanto, o uso do produto nessa importante prática de manejo de peixes. Entretanto, o mecanismo pelo qual o óleo de cravo atenua a resposta primária de estresse é ainda desconhecido. Especula-se que o óleo de cravo possa parcialmente bloquear a transmissão dos impulsos nervosos para o hipotálamo, onde são desencadeadas as demais reações do sistema nervoso central, como as respostas de estresse, entre elas a cortisolemia e a glicemia.

O desbalanço de sais plasmáticos em peixes tem sido descrito, em resposta ao estresse, como consequência das elevações das concentrações de catecolaminas e de cortisol durante o transporte. Distúrbios nítidos na regulação osmótica, que são indicados nos valores de sódio, cloreto, potássio e proteína plasmática, são observados. O óleo de cravo atenua alguma perda de sódio, cloreto e potássio no plasma (Fig. 3).

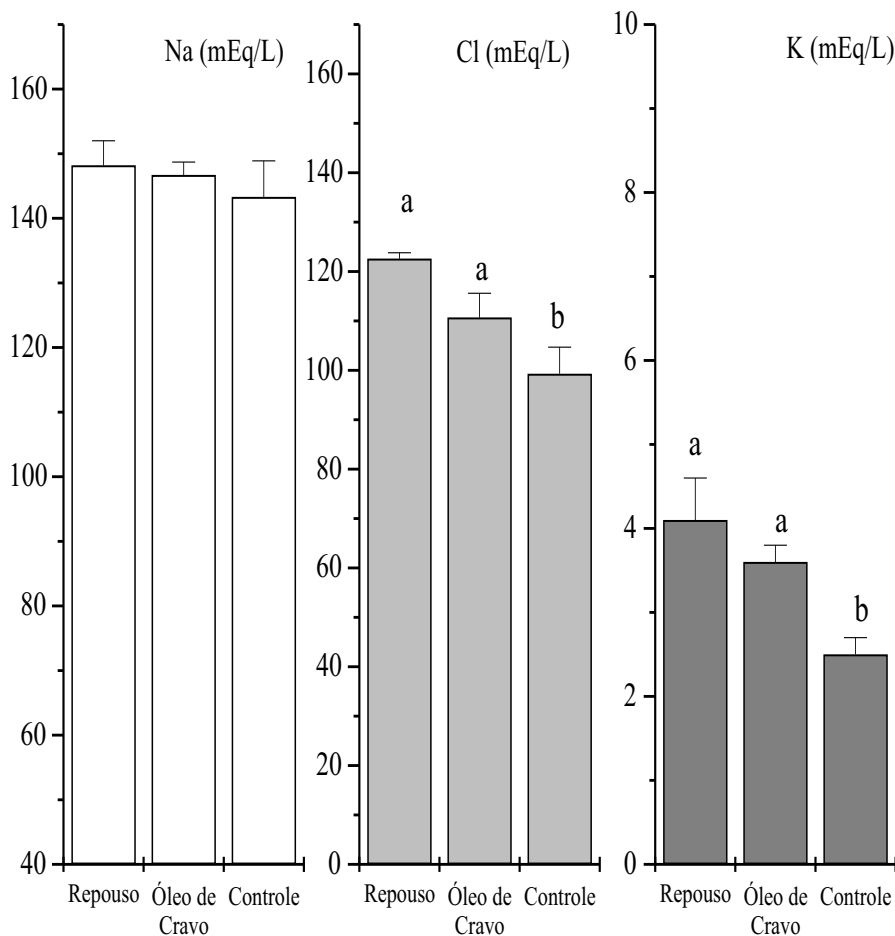
Acredita-se que, em condições de campo, o uso de condicionadores no transporte de peixes vivos pode reduzir a atividade muscular dos peixes e a excreção nitrogenada; conseqüentemente, maior quantidade de peixes tranqüilizados poderiam ser transportados em um mesmo espaço. Entretanto, nossos resultados contradizem tal idéia, uma vez que a qualidade da água após o transporte evidentemente se deteriora, e o uso do óleo de cravo não proporciona concentrações menores de





Dados: (INOUE et al., 2005)

**Fig. 2.** Efeito do óleo de cravo nas respostas ao estresse em matrinxã (*B. amazonicus*) submetido ao transporte em sacos plásticos. Óleo de cravo foi utilizado na concentração de 5 mg/L. Grupo controle foi submetido ao transporte sem a adição de qualquer produto. Grupo repouso foi composto de peixes somente amostrados, sem imposição de qualquer estressor.



Dados: (INOUE et al., 2005)

**Fig. 3.** Valores de sódio, cloreto e potássio plasmáticos em juvenis de matrinxã (*B. amazonicus*) submetidos ao transporte em sacos plásticos com a adição de óleo de cravo na concentração de 5 mg/L. Grupo controle constituído de peixes transportados sem a adição de qualquer produto na água de transporte. Grupo repouso constituído de peixes somente amostrados sem imposição de qualquer

**Tabela 3.** Qualidade da água do transporte de juvenis de matrinxã (*B. amazonicus*) em sacos plásticos com a adição de óleo de cravo (5 mg/L).

Condição	Amônia total NH <sub>4</sub> ,mg/L	Amônia não ionizada NH <sub>3</sub> ,mg/L <sup>1</sup>	pH	Temperatura °C	Oxigênio mg/L
Repouso <sup>2</sup>	0.87 ± 0.12	0.05 ± 0.01	7.8 ± 0.40	24.1 ± 0.1	5.03 ± 0.20
Óleo de cravo 5 mg/L	7.97 ± 0.52	0.04 ± 0.01	6.8 ± 0.06	24.1 ± 0.1	19.31 ± 0.52
Controle <sup>3</sup>	8.07 ± 1.05	0.04 ± 0.02	6.7 ± 0.20	24.1 ± 0.1	16.89 ± 1.25

<sup>1</sup> Amônia não ionizada (NH<sub>3</sub>) calculada a partir das concentrações de amônia total em relação ao pH e à temperatura da água.

<sup>2</sup> Repouso composto por peixes sem a imposição de estressores.

<sup>3</sup> Controle composto por peixes transportados sem a adição de qualquer produto na água de transporte.

## Considerações finais

O manejo de peixes pode ser estressor agudo, cujas respostas fisiológicas e bioquímicas são prontamente detectadas. O uso do óleo de cravo (eugenol) as diminui, de certa forma, mas não as bloqueia totalmente. Ou seja, não há produto, no mercado, que propicie o manuseio de peixes sem isentá-los de qualquer consequência fisiológica. Ademais, certos procedimentos só são possíveis quando os peixes estão totalmente anestesiados, por exemplo: a manipulação segura de peixes grandes com ferrões, como o pintado (*Pseudoplatystoma* sp.). Além disso, peixes devem ser anestesiados para práticas como a biometria, para obtenção de leituras corretas na balança.

O eugenol apresenta-se adequado para o manejo de peixes, por não aparentar características tóxicas a eles, aos trabalhadores e nem ao ambiente. Esse produto é rapidamente eliminado da corrente sanguínea dos peixes (em torno de 48 horas), sem a necessidade de período de carência para consumo ou liberação, ao ambiente, dos peixes previamente anestesiados. Áreas como a odontologia utilizam esse produto para uso interno em seres humanos, em concentrações muito maiores que as possivelmente ingeridas, caso um peixe anestesiado fosse consumido por uma pessoa.

As práticas de manejo e o conseqüente estresse dos peixes são componentes inevitáveis nas estações de piscicultura. Porém, a experiência e o cuidado por parte das equipes de trabalho durante o manejo irão determinar a intensidade desse estresse. Assim, tanto a condição inicial (sanidade, nutrição, etc.) dos peixes como a intensidade do estresse a eles imposta serão fatores decisivos para o sucesso do empreendimento. O óleo de cravo (eugenol) pode ser indicado como alternativa ao desempenho de diversas atividades no campo ou em laboratório, com índices mínimos de estresse, que muitas vezes não podem ser evitados.

## Referências

INOUE, L. A. K. A. et al. Effects of clove oil on the stress response of matrinxã (*Brycon cephalus*) subjected to transport. **Acta Amazônica**, v. 35, n. 2, p. 289-295, 2005.

WOODY, C. A.; NELSON, J.; RAMSTAD, K. Clove oil as an anaesthetic for adult sockeye salmon: field trails. **Journal of Fish Biology**, v. 60, n. 2, p. 340-347, 2002.

## Anexos

### Estresse em peixes

A manipulação inevitável dos peixes durante as práticas de manejo inicia uma série de reações fisiológicas adversas, as quais tendem a buscar o restabelecimento das condições fisiológicas do indivíduo, quando em equilíbrio com o ambiente, ou seja, a homeostase. Assim, esse conjunto de respostas fisiológicas é denominado estresse, cuja intensidade e tempo para atingir o completo retorno às condições fisiológicas iniciais são indicadores bastante úteis da qualidade da sanidade e do manejo de peixes.

Os conjuntos de resposta fisiológica dos peixes às diferentes fontes de estresse são conhecidos como respostas primárias, secundárias e terciárias (Fig. 4). As respostas primárias referem-se ao reconhecimento do estressor pelo organismo através do sistema nervoso central, onde são observadas as reações em nível hormonal do eixo hipotálamo – pituitária – inter-renais (HPI). Assim, logo que o indivíduo percebe os estímulos externos adversos à homeostase, ocorre a liberação, na corrente sangüínea, das catecolaminas pelas células de cromafina e do cortisol pelas células inter-renais, localizadas na região anterior dos rins.

As reações dos peixes às mudanças no ecossistema são desencadeadas de forma que o indivíduo sempre busque o retorno à homeostase por meio da fuga ou, caso contrário, por ajustes e adaptações fisiológicas que solicitam energia extra e que podem ser abastecidas por ciclos bioquímicos diversos. Logo, o desencadeamento das respostas

secundárias ao estresse por ação do aumento do cortisol plasmático é caracterizado pelo desbalanço das reações que são responsáveis pelo equilíbrio no fornecimento de energia para o organismo em todos os momentos de sua vida.

A influência do cortisol e as alterações na gliconeogênese e na glicogenólise são algumas das respostas ao estresse mais estudadas em peixes, pois, seguido ao aumento do cortisol plasmático, observa-se o aumento dos teores de glicose plasmática, que pode ser originária de diversos mecanismos metabólicos, tais como a quebra das reservas de glicogênio hepático ou muscular e o aumento das atividades do metabolismo de proteínas. Sinais da ação do aumento do cortisol plasmático na gliconeogênese são também descritos por mudanças nas taxas de transaminação, que usualmente são detectadas nas alterações dos níveis de amônia e proteína plasmática de peixes estressados.

Sabe-se que o aumento de catecolaminas e do cortisol plasmático resulta em aumento visível dos parâmetros cardíacos e respiratórios em peixes. Logo, o aumento da circulação sangüínea, associado a um aumento nos parâmetros respiratórios (aumento dos batimentos operculares), resulta em mudanças claras na capacidade de trocas, através das brânquias, onde o desbalanço eletrolítico (evidenciado pelos teores plasmáticos de Na, Cl e K) e o da excreção nitrogenada dos peixes são evidentes.

Situações de estresse em peixes podem causar, ainda, demanda energética maior que a sustentável pelo metabolismo aeróbico. O estresse pode dificultar o suprimento de oxigênio às células, tanto por meios diretos, como queda da concentração do oxigênio dissolvido na água por razões naturais do ambiente (exemplo: diminuição da taxa fotossintética pelo fitoplâncton), como por meios indiretos, como a diminuição da capacidade respiratória induzida por determinado agente (exemplo: danos nas lamelas branquiais pela presença de parasitas ou ainda presença de compostos químicos tóxicos). Assim, o metabolismo anaeróbico é notado por meio dos aumentos clássicos dos teores de lactato plasmático, que pode ser um indicador da intensidade de muitos estressores.

As respostas terciárias ao estresse são conhecidas por evidenciar a incapacidade dos indivíduos de se adaptar ou retornar à homeostase após um estímulo adverso que teve intensidade e/ou duração excessiva ou crônica. Ou seja, é nesse estágio de estresse que são observadas as perdas reais na produção da piscicultura. As respostas terciárias evidenciam as respostas fisiológicas na população de forma geral, sendo observada a queda nas taxas de crescimento, a resistência a doenças, a capacidade de natação, etc.



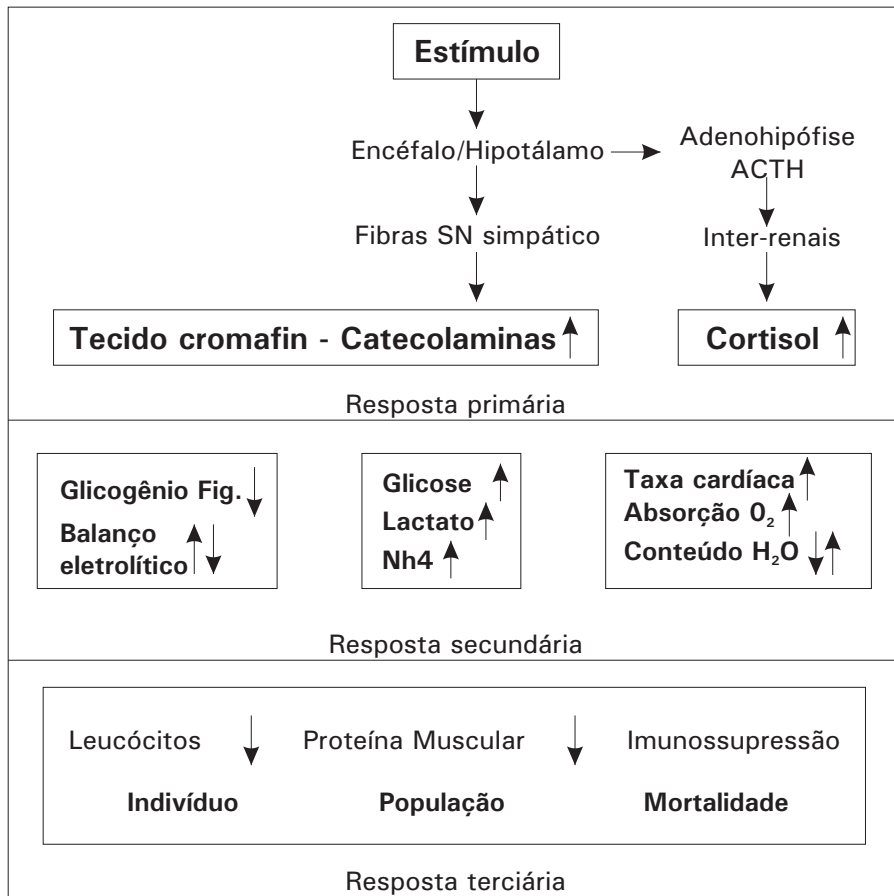


Fig. 4. Principais reações fisiológicas ao estresse em peixes.





---

*Amazônia Ocidental*

Ministério da Agricultura,  
Pecuária e Abastecimento



