

“DOS PEIXES E DOS HOMENS: O ESTUDO DO BEM-ESTAR ANIMAL APLICADO À PISCICULTURA”

Leonor Galhardo¹, Rui Oliveira²

Introdução

Os peixes são amplamente usados como recurso em várias áreas importantes da actividade humana, como sejam na pesca e aquacultura, na investigação científica, como animais de companhia e em aquários públicos. Embora a legislação reguladora destas actividades tenda a abranger todos os vertebrados, o conhecimento acerca do bem-estar animal no grupo dos peixes é ainda muito reduzido (Braithwaite & Huntingford 2004).

Nas últimas décadas os estudos de bem-estar centraram-se em mamíferos e aves nos mais variados contextos artificiais. A percepção do estado em que os animais se encontram e a compreensão do que necessitam tem aumentado substancialmente. Este conhecimento tem vindo a modelar normas de boas práticas, linhas de orientação e legislação acerca de como devem ser tratados em cativeiro. Relativamente aos peixes, apesar de existir um corpo abundante de estudos relacionados com a sua saúde e mecanismos de stresse (Barton 1997), só recentemente se começam a integrar estes e outros aspectos no contexto do bem-estar animal. Contudo a aplicação deste termo aos peixes, com as implicações no domínio mental que acarreta, tem gerado alguma controvérsia (Rose 2002, Sneddon 2003). O presente texto tem como objectivo evidenciar como o bem-estar animal é um conceito legitimamente extensível aos peixes, e de como deve ser tido em conta em actividades tão expressivas como a aquacultura.

¹ Bolseira de Doutoramento da FCT, leonor_galhardo@ispa.pt, Unidade de Investigação em Eco-Etologia, Instituto Superior de Psicologia Aplicada, Rua Jardim do Tabaco, 34 1149-041 Lisboa

² Professor Associado com Agregação, Rui.Oliveira@ispa.pt, Unidade de Investigação em Eco-Etologia, Instituto Superior de Psicologia Aplicada, Rua Jardim do Tabaco, 34 1149-041 Lisboa

Ética e bem-estar animal

O bem-estar animal refere-se à qualidade de vida dos animais (Appleby 1999). Como área científica deve a sua origem às preocupações do público a respeito de como os animais são tratados em cativeiro. Embora com gênese em preocupações de carácter moral, o bem-estar animal limita-se a procurar caracterizar objectivamente o estado em que se encontram os animais, e a desenvolver estratégias para incrementar o seu bem-estar quando sob a responsabilidade de humanos. A análise do que é ou não admissível fazer-se com os animais e do grau de sofrimento considerado aceitável transcende os objectivos desta ciência, caindo antes no domínio da ética. Neste domínio, a senciência tem sido um critério fundamental, embora não o único, para atribuição de estatuto moral aos animais. De acordo com a abordagem utilitarista de Singer (1991), sendo as consequências dos actos que determinam a sua legitimidade, deve existir igualdade de consideração de interesses iguais dos seres sencientes, independentemente da espécie. Regan (1984) alarga a ética deontológica aos animais, atribuindo estatuto moral a todos os que para além de sencientes, possuem determinadas características cognitivas, como sejam intencionalidade, alguma forma de auto-consciência, crenças, desejos e sentido de futuro (“sujeitos-de-uma-vida”). A esses deverão ser reconhecidos direitos e, em consequência disso, o seu uso como recurso, seja qual for o fim, não é considerado ético. Como notam Sandøe et al. (1997), são possíveis outras abordagens éticas baseadas na senciência, as quais combinam elementos do utilitarismo de Singer e dos direitos dos animais de Regan.

As definições propostas de bem-estar animal assentam em três vertentes fundamentais: o funcionamento orgânico, as experiências mentais e a “natureza” dos animais (Fraser et al. 1997). Embora possa ser atribuída uma importância diferente a estas abordagens, o conceito de bem-estar animal tem evoluído operacionalmente de forma a integrá-las e a analisá-las, sempre que possível, interdependentemente (Mason & Mendl 1993, Mendl 2001).

O funcionamento orgânico e a saúde são um dos aspectos fundamentais do bem-estar animal. Doenças, ferimentos, malformações e má nutrição são as principais ameaças ao equilíbrio orgânico dos animais. Em geral, os sinais positivos de saúde provêm de um bom aspecto físico, alimentação regular,

taxas de crescimento e reprodução normais, boa longevidade e taxas de mortalidade reduzidas (Duncan & Fraser 1997).

Contudo, o que o termo 'bem-estar' tem de especial em relação à saúde animal é a incorporação da dimensão mental dos animais. A sua capacidade consciente de sentir e certas características cognitivas relacionadas, constituem elementos-chave deste aspecto (Broom 1998, Appleby 1999). Assim, o bem-estar animal respeita não só à qualidade de vida dos animais, mas também e sobretudo à percepção que estes têm dela. Estados mentais negativos ou sofrimento (dor, medo, tédio, etc.) induzem mal-estar, enquanto que estados mentais positivos (alegria, conforto, prazer) propiciam o bem-estar no seu sentido positivo. Apesar das dificuldades de que se reveste o estudo dos estados mentais dos animais, existe actualmente um conjunto de evidências indirectas relacionadas com a anatomia, fisiologia, etologia e cognição que permitem a compreensão destes fenómenos em várias espécies (Broom 1998, Appleby 1999, Mendl & Paul 2004).

O terceiro aspecto considerado no âmbito do bem-estar animal é a questão da "natureza" dos animais (Appleby 1999), a qual determina a necessidade de os animais poderem expressar o seu repertório natural de comportamento. Contudo, tal como alguns autores põem em evidência (Fraser et al. 1997, Dawkins 2004), certos comportamentos naturais podem já não ser relevantes para os animais quando mantidos em condições artificiais, ou podem mesmo ser indicadores de mal-estar (e.g. fuga a predadores). Por isso, mais do que a questão da "natureza" dos animais, o importante será a compreensão da forma como o comportamento está relacionado com a saúde e com o que o animal deseja ou não em cada momento (Dawkins 2004).

O conceito de bem-estar animal tem vindo a ser aplicado aos peixes, nomeadamente em inúmeros estudos relacionados com aquacultura. Apesar de não abordarem directamente a questão do sofrimento, várias publicações acerca dos mecanismos de stresse e desenvolvimento de patologias assumem-no como uma possibilidade, com base em critérios comportamentais e fisiológicos (e.g. Ellis et al. 2002, Lambooi et al 2002). Contudo, como já mencionado, a alegada capacidade dos peixes de sentir conscientemente experiências mentais desagradáveis não é uma questão cientificamente consensual, constituindo actualmente o âmago das atenções de vários

investigadores em bem-estar animal (Sneddon et al. 2003). Finalmente, tal como para outros animais, a averiguação das preferências dos peixes ou do seu grau de motivação para levar a cabo comportamentos ou ter acesso a recursos (Dawkins 1990, 2004; FSBI 2002), pode completar o cenário do que efectivamente contribui para o seu bem-estar em cativeiro.

Stresse e bem-estar em peixes

O stresse pode ser considerado como um conjunto de respostas não específicas do organismo a situações que ameaçam desequilibrar a sua homeostase (Barton 2002, FSBI 2002). Os agentes de stresse ou stressores em peixes podem ser de inúmeros tipos, entre os quais se contam os de natureza física, como o transporte, o confinamento ou manuseamento; os de natureza química, como os contaminantes, o baixo teor de oxigénio ou o pH reduzido; e os percebidos pelos animais, como a presença de predadores ou de conspecíficos estranhos (Barton 1997). Os stressores podem ser de curta ou de longa duração, e podem possuir diferentes intensidades. A exposição moderada a estes agentes pode produzir nos peixes uma resposta adaptativa, que restitui o equilíbrio ao organismo. Contudo, se estes estiverem sujeitos a agentes de stresse intensos ou prolongados, a resposta pode tornar-se maladaptativa, com consequências negativas para o seu estado de saúde. Conte (2004) reconhece que o stresse é um dos principais factores responsáveis pela ocorrência de doenças e mortalidade em aquacultura.

A resposta fisiológica a agentes de stresse em peixes é similar à verificada em outros vertebrados e tem sido descrita a três níveis (Barton 1997, FSBI 2002, Rose 2002). A resposta primária, ou reacção de alarme, inclui as mudanças neuroendócrinas imediatas à exposição ao agente de stress, ou seja refere-se à libertação de catecolaminas das células cromafinas (homólogas da medula supra-renal dos mamíferos) e de cortisol das células inter-renais (homólogas do córtex supra-renal dos mamíferos). A resposta secundária é uma fase de resistência e tentativa de adaptação e resulta dos níveis de catecolaminas e cortisol em circulação. Inclui uma série de alterações, entre as quais se contam a alteração das taxas de circulação de outras hormonas (da pituitária e tiróide), a alteração das taxas de reconversão de neurotransmissores cerebrais, o aumento da taxa cardio-respiratória e a

mobilização de energia (a partir de reservas de hidratos de carbono, lípidos e proteínas). A resposta terciária ocorre numa fase de exaustão do organismo, quando a exposição a agentes de stresse se torna crónica e inclui alterações da função imune e da resistência à doença, assim como mudanças na taxa de crescimento e reprodução. Este nível de resposta já excedeu a capacidade de adaptação do organismo, sendo por isso considerada maladaptativa, e muitas vezes conduzindo à morte (Barton 1997).

A resposta comportamental a agentes de stresse em peixes é também similar à encontrada em outros grupos de vertebrados: depende do tipo de agente de stresse a que estão submetidos e pode constituir um potente indicador da ocorrência de respostas fisiológicas (FSBI 2002). As alterações comportamentais verificadas constituem mecanismos adaptativos que visam, em geral, reduzir ou eliminar a exposição a agentes de stresse. Quando possível, o comportamento mais imediato é a fuga ou imobilização. Se o contexto ambiental não permite a fuga, verificam-se alterações significativas do comportamento, tais como mudanças no ritmo e padrão natatório, redução ou alteração do comportamento anti-predatório, disrupção do comportamento alimentar, aumento da procura de abrigo (por vezes, de forma inapropriada), redução de comportamentos agonísticos ou territoriais, ou pelo contrário, aumento de agressividade, e alterações da capacidade de aprendizagem (Schreck et al. 1997).

A intensidade e duração da resposta a estímulos adversos depende das espécies, estirpes, ou stocks considerados, bem como do facto de se tratar de animais nascidos em meio natural ou em cativeiro. Também as condições ambientais, de desenvolvimento ou genéticas podem gerar uma maior ou menor susceptibilidade a agentes de stresse, influenciando o tipo de respostas geradas (Barton 2002). Barton (1997) chama a atenção para a necessidade de ter estes aspectos em consideração quando se interpretam os resultados de análises ao cortisol. O mesmo autor (2002) refere a relevância da investigação de taxas metabólicas, imunocompetência e reprodução na compreensão dos contextos em que o stresse ocorre.

Os efeitos da exposição a agentes de stresse não se limitam a ter um impacto fisiológico e comportamental. Weiner (1992) usa o termo “experiência stressante”, em vez de stresse, para indicar que a organização da resposta não

é apenas função da percepção do agente de stresse, mas também de experiências passadas. Inevitavelmente, existe uma dimensão psicológica do stresse reconhecida por vários autores (FSBI 2002, Chandroo et al 2004).

Evidência de senciência em peixes

Como já foi mencionado, o âmago do conceito de bem-estar animal está relacionado com a capacidade ou não de o animal ter consciência de sensações e sentimentos (senciência). Nesta perspectiva, torna-se fulcral averiguar da existência desta característica em peixes para avaliar até que ponto é pertinente a aplicação a estes do conceito de bem-estar.

Consciência e cognição

Apesar de o termo consciência ser geralmente reconhecido como demasiado vago para poder ser definido, Griffin (1992) conceptualiza-o como sendo “o que o animal percebe num dado momento a respeito da sua situação imediata”. Este conceito pode, segundo este autor, incluir memórias de percepções passadas, ou antecipação de eventos futuros. Contudo, este e outros autores (Dawkins 2001, Mendl & Paul 2004) fazem uma distinção clara entre consciência e complexidade cognitiva. Dawkins (2001) chega mesmo a alertar para os perigos de interpretar simultaneamente os conceitos de consciência, cognição e bem-estar animal, um dos quais será o erro de assumir que só organismos complexos possuem consciência, e que implicitamente estes podem ter mais problemas de bem-estar. Mendl & Paul (2004) reconhecem, no entanto, a importância do estudo das capacidades cognitivas dos animais para melhor enquadrar o contexto em que o sofrimento pode ocorrer ou pode ser evitado. Por exemplo, a capacidade de planejar um evento futuro ou de antecipar uma determinada ocorrência são processos cognitivos que podem ter consequências muito relevantes na gestão de situações potencialmente promotoras de sofrimento. Para outros autores (Duncan & Petherick 1991, Braithwaite & Huntingford 2004, Chandroo et al. 2004, Yue et al. 2004), contudo, estas e outras capacidades cognitivas não só informam a respeito do contexto em que o sofrimento pode ocorrer, como sobretudo constituem elementos cognitivos indissociáveis do estudo da consciência e senciência.

O mais simples de todos os processos cognitivos relevantes para a consciência é a capacidade de sentir os estímulos internos e de perceber os externos (Duncan & Petherick 1991). Esta capacidade está dependente da formação de representações mentais declarativas que, em humanos, envolvem a consciência. As representações declarativas implicam a atenção selectiva a estímulos, a capacidade de antecipar e possuir expectativas e o direccionamento flexível e integrado das respostas comportamentais (Chandoo et al 2004). Em contraste, as representações processuais (ou implícitas) não são conscientes e traduzem respostas reflexivas, estando presentes em formas simples de condicionamento e habituação (Hampton & Schwartz 2004).

A investigação da memória envolvendo representações declarativas tem sido levada a cabo em animais de várias espécies, fornecendo importantes dados a respeito da ocorrência de fenómenos mentais conscientes. Um dos exemplos destes estudos é a investigação de memória episódica (evocação consciente de experiências passadas específicas) em gaios (*Aphelocoma coerulescens*). Clayton et al. (2003) concluíram que estas aves, armazenadoras de alimentos no meio natural, formam memórias integradas, flexíveis e dependentes de um único evento sobre onde, quando e que tipo de alimento escondem. Além disso aperceberam-se igualmente que animais com experiência de roubar comida armazenada, são capazes de atribuir esta característica a outros, ajustando o seu comportamento de armazenamento em função dessa antecipação. Outros estudos recentes incluem a averiguação de metacognição (o próprio 'saber o que sabe') em primatas, com resultados que evidenciam o uso de processos mentais conscientes (Mendl & Paul 2004).

Apesar de não ser abundante, a investigação efectuada em diversas espécies de peixes revelou comportamentos indiciadores de representações mentais declarativas e de uma memória e capacidade de aprendizagem complexas e flexíveis (Braithwaite & Huntingford 2004). A tabela 1 ilustra alguns exemplos que podem evidenciar a ocorrência destas representações em contextos relacionados com interacção social, memória espacial e processos de aprendizagem em peixes. Os mecanismos neuronais de algumas destas características cognitivas sugerem um certo grau de especialização e similaridade funcionais com os vertebrados terrestres, uma vez que a

destruição do telencéfalo dos peixes resulta em perturbações da orientação espacial, em particular da formação de mapas cognitivos, e de certas formas de aprendizagem, de forma similar à ocorrida noutros vertebrados em consequência de lesões do hipocampo (Salas et al. 1996).

Tabela 1. Exemplos de estudos que indiciam a formação de representações mentais do tipo declarativo em peixes

Características cognitivas	Espécies	Autores
Uso de informação em interações sociais adquirida a partir da observação de interações entre conspecíficos (“eavesdrop”).	- Guppy (<i>Poecilia reticulata</i>) - Peixe combatente (<i>Betta splendens</i>) - Truta arco-íris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	- Dugatkin & Godin 1992 - Oliveira et al, 1998, McGregor et al. 2001 - Johnson & Åkerman 1998
Reconhecimento individual com subsequente alteração do comportamento (estratégia de luta, mudança de cor)	- Truta arco-íris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) - Salmão-atlântico (<i>Salmo salar</i>) - Salvelino-ártico (<i>Salvenius alpinus</i>)	- Johnson 1997 - O’Connor et al. 1999, 2000 - Höglund et al. 2000
Memória espacial complexa e flexível, com recurso a diversas estratégias adaptativas (mesmo intra-espécie), incluindo a formação de mapas cognitivos. Evidência de aprendizagem integrada (testes de reversão e de transferência)	- Peixe-capim (<i>Bathygobius soporator</i>) - Peixe-vermelho (<i>Carassius auratus</i>) - Salmão-atlântico (<i>Salmo salar</i>) - Esgana-gata de três espinhos (<i>Gasterosteus aculeatus</i>)	- Aronson 1951, 1971 - López et al. 1999, 2000; Rodríguez et al. 2002; Salas et al. 1996 - Braithwaite et al. 1996 - Odling-Smee & Braithwaite 2003
Associação de estímulos distintos e não emparelhados, evidenciando comportamento antecipatório e predição das consequências dos actos	- <i>Macropodus opercularis</i>	- Topál & Csányi 1999

como resultado dessa associação (processo de aprendizagem interactiva).		
Associação de eventos ao tempo e lugar	- Peixe do Paraíso (<i>Notemigonus crysoleucas</i>) - <i>Galaxias maculatus</i>	Reebs 1996 Reebs 1999
Comportamento de evitar lugares percebidos como perigosos (antecipação)	- Esgana-gata - Várias espécies	- Huntingford & Wright 1989 - Kelley & Magurran 2003

Emoções, cognição e motivação

Os estados emocionais envolvem alterações neuro-hormonais e comportamentais, com actividade electroquímica em regiões bem definidas do cérebro (Broom 1998). Existem inúmeras abordagens ao estudo das emoções, sendo que os aspectos ligados à cognição e à motivação são dificilmente separáveis do universo emocional quer em termos comportamentais, quer em termos das estruturas cerebrais responsáveis (Lazarus 1991, Damásio 1994, Chandroo et al. 2004). Com efeito, o sistema límbico dos vertebrados terrestres possui funções relacionadas com o comportamento emocional, com a memória e com a aprendizagem, certos sistemas neuronais dopaminérgicos específicos estão envolvidos nos processos emocionais e motivacionais. Chandroo et al. (2004) revê um conjunto de evidências que sugerem a existência de estruturas e sistemas neuronais homólogos em peixes. Portavella et al. (2002, 2004) demonstram a existência de homologias entre estruturas cerebrais responsáveis pela actividade emocional e processamento de informação sensorial, aprendizagem e memória, nomeadamente entre o pallium médio telencefálico de teleósteos e a amígdala de tetrápodes, bem como entre o pallium lateral e o hipocampo, respectivamente. Mattioli et al. (1997) sugerem que a substância P (neuropeptídeo implicado em algumas formas de plasticidade neuronal) estimula a memória e a aprendizagem de peixes-

vermelhos (*Carassius auratus*) no contexto de tarefas envolvendo motivação específica (fome).

As teorias hedonísticas de motivação atribuem a expressão “estados motivacionais afetivos” para exprimir as adaptações que motivam certos tipos de comportamento, sobretudo sempre que uma resposta aprendida e flexível tem mais valor adaptativo do que uma resposta rígida ou reflexiva (Fraser & Duncan 1998). Também Dawkins (1998) se refere à emergência da consciência e de estados emocionais como uma competência extra para lidar com contextos mais complexos ou envolvendo uma escala de tempo alargada. Este facto implica que as características ecológicas em que as espécies evoluíram podem determinar selectivamente o recurso a estas capacidades mentais. Os estados emocionais, ou estados motivacionais afetivos, podem ser negativos (dor, medo, fome, etc.) ou positivos (prazer, alegria, conforto). Podem ser activados pela necessidade de sobrevivência ou de promoção da *fitness* (por exemplo, o medo que está na base da fuga a predadores), ou pelo prazer de levar a cabo acções cujos custos são suficientemente baixos (prazer de brincar ou explorar). Como exemplificam Fraser & Duncan (1998), certos comportamentos podem ser motivados pela ocorrência simultânea de estados emocionais negativos e positivos (por exemplo, comer motivado pela fome e pelo prazer). A compreensão destes processos tem implicações profundas na gestão da ocorrência de sofrimento e na promoção do prazer e bem-estar dos animais em cativeiro.

A averiguação de emoções em animais baseia-se normalmente na análise do comportamento e das alterações fisiológicas. Mas a sua dimensão cognitiva é frequentemente estudada através de mecanismos de aprendizagem, nomeadamente do condicionamento clássico e operante. A forma como os animais aprendem a antecipar ou a evitar estímulos aversivos é muito informativa e está, na verdade, associada à forma como os percebem e processam (Portavella et al. 2003, Mendl & Paul 2004, Yue et al. 2004).

No contexto da investigação em bem-estar animal, o estudo da motivação para ter acesso a certos recursos ou para levar a cabo certos comportamentos realiza-se através de paradigmas de condicionamento operante, ou através da análise dos custos que o animal está preparado para

pagar em termos de esforço físico ou de privação (Fraser & Matthews 1997, Dawkins 1983). Broom (1998) reconhece um papel relevante destes estudos (quando apropriadamente concebidos) na indicação dos estados emocionais relacionados com a fome, sede ou desconforto térmico. Por outro lado, Dawkins (2001) chama a atenção para o facto de ser um erro assumir que as escolhas que os animais fazem possam sempre implicar consciência. Contudo, sempre que essas escolhas envolvam a aprendizagem por reforço positivo (estimulador de emoções positivas), é lícito usar argumentos por analogia com humanos acerca dos estados emocionais subjacentes.

O estudo da percepção da dor, cuja dimensão consciente a distingue de nocicepção, tem originado recentemente um interesse particular no contexto de averiguação da capacidade de sofrimento em peixes (Rose 2002, Sneddon 2003, Sneddon et al. 2003). Os estudos realizados por Sneddon e colaboradores na truta arco-íris (Sneddon 2003, Sneddon et al. 2003) demonstraram um sistema nociceptor semelhante ao de outros vertebrados, ou seja, a existência de nociceptores na pele e dos dois tipos de fibras do nervo trigeminal que conduzem a informação nociceptiva ao cérebro. Os mesmos autores identificaram um conjunto de comportamentos em resposta à estimulação nociva, indicadores de processamento cerebral, entre os quais se destacam a alteração do comportamento alimentar, o aumento do ritmo respiratório, o repouso com balanceamento do corpo no substrato, e a fricção das áreas do corpo afectadas nas paredes e substrato do aquário. Sneddon (2003) mostrou o efeito analgésico da morfina à resposta comportamental a estímulos nocivos em trutas. Chandroo et al (2004) refere vários estudos em teleósteos que comprovam a produção de opiáceos, com funções de mediação da dor, e a existência dos seus receptores específicos. O mesmo autor menciona trabalhos que demonstram a forma como estímulos nocivos, potencialmente causadores de dor, são facilitadores de certas formas de aprendizagem.

O medo é uma emoção que, como as demais, resulta em alterações fisiológicas e comportamentais na sequência da percepção de um estímulo perigoso. Os indicadores de medo que têm sido referenciados para peixes incluem o aumento da taxa respiratória, a produção de feromonas de alarme e reacções comportamentais de aversão, nomeadamente a fuga rápida e o

distanciamento (Chandroo et al. 2004, Yue et al. 2004). Usando um paradigma de condicionamento operante e clássico, Yue et al. (2004) demonstraram como trutas arco-íris aprendem, através de uma associação de estímulos, a evitar um evento percebido como perigoso, sendo capazes de aprendizagem envolvendo memória de longa duração. O tipo de resposta comportamental exibida (fuga) mostrou ser flexível e adaptativa, pois o seu tempo de latência variou com a exposição ao estímulo, sendo menor quando na presença do evento adverso (estímulo não condicionado) do que relativamente ao estímulo condicionado (que originalmente antecedia e sinalizava a ocorrência do evento adverso). Também Sneddon et al (*in press*, in Braithwaite & Huntingford 2004) demonstraram como um estímulo normalmente provocador de comportamentos de aversão causou uma resposta reduzida em trutas arco-íris previamente expostas a um estímulo nocivo (potencialmente causador de dor). Este efeito foi revertido, aumentando a resposta ao medo, mediante a administração de um analgésico (morfina).

Stresse psicogénico

Tal como mencionado, a resposta a estímulos aversivos é um processo integrado que conta não só com a percepção dos animais, mas também com a memória de experiências anteriores, o que confere ao stresse uma dimensão inevitavelmente psicológica (Barton 1997). Este mesmo aspecto foi demonstrado por Moreira & Volpato (2004), com tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*), usando o paradigma de condicionamento clássico. O confinamento provoca uma resposta ao stresse, e estes animais aprenderam a associar uma luz (estímulo condicionado) à ocorrência deste evento. Depois de um período de aprendizagem, os autores mencionados mostraram como os peixes produzem o mesmo tipo de resposta hormonal (aumento dos níveis de cortisol) exclusivamente em resposta à exposição à luz. Moreira et al. (2004) sugerem que existem diferenças comportamentais e cognitivas (memória e aprendizagem) entre duas linhagens de trutas arco-íris seleccionadas pelas suas respostas baixas ou elevadas de cortisol a stressores. Também Schreck et al. (1995) já tinham mostrado, associando a remoção da água de salmão-real (*Oncorhynchus tshawytscha*) à distribuição de alimento, como o

condicionamento positivo, contribuiu para atenuar a resposta fisiológica a stressores subsequentes (transporte).

O contexto social em que os indivíduos vivem pode ser uma fonte de stress originado pela dinâmica do estabelecimento de hierarquias, territorialidade, acasalamento, entre outros. Neste contexto, o stress psicológico gerado pode ter três componentes: estados emocionais negativos (como o medo), processos de percepção que implicam o reconhecimento de conspecíficos e a capacidade de antecipação da presença ou de acções agonísticas por parte de conspecíficos (Chandoo et al. 2004). O estado de stress crónico em que se encontram animais subordinados de várias espécies é com frequência resultado da mera percepção da presença de indivíduos dominantes. Este estado crónico, que provavelmente envolve medo, altera ou mesmo inibe o estado motivacional desses animais para outros comportamentos (Chandoo et al. 2004).

Em conclusão parecem existir dados que consubstanciam a existência de sciência em peixes, pelo que o estudo do seu bem-estar é da maior pertinência em inúmeros contextos, nomeadamente em aquacultura.

Bem-estar de peixes em aquacultura

A aquacultura é um dos sectores da produção animal que mais rapidamente se expandiu por todo o globo, sendo de importância económica fulcral em praticamente todos os continentes (Conte 2004). Tal como na maioria dos demais tipos de produção animal, a produção de peixes implica sistemas concebidos para produzir o máximo ao menor custo. Contudo, actualmente é cada vez mais reconhecido que a alta produtividade deve estar relacionada com cuidados apropriados dos animais. A sua saúde e bem-estar ocupam assim uma importância crescente nas preocupações relacionadas com as técnicas de produção adoptadas (Schwedler & Johnson 2000). Aspectos como o maneo, o alojamento e os procedimentos adoptados relativamente ao transporte e abate são as áreas que por ventura têm um maior impacto na vida dos peixes em aquacultura.

Maneio

Uma dieta nutricionalmente equilibrada, e ajustável às necessidades específicas dos peixes, é fundamental para manter o funcionamento orgânico normal e a resistência a doenças (Fletcher 1997). Contudo, Schwedler & Johnson (2000) reconhecem ainda existir um conhecimento muito restrito acerca do que constitui uma dieta equilibrada, sobretudo para os peixes recentemente usados em aquacultura. Embora os períodos de privação alimentar dos peixes possam não ter o mesmo impacto no seu equilíbrio, por serem animais ectotérmicos, a consideração pela sua motivação para se alimentarem é essencial na preservação do bem-estar. Com base em dados de taxas de crescimento e conversão, Alanärä (1996) refere o uso de alimentadores activados pelos animais como tendo potencial em aquacultura. As consequências de privação alimentar prolongada incluem a erosão da barbatana dorsal de truta arco-íris, o aumento da glucose plasmática no salmão, e a perda de peso e condição física em várias outras espécies (FSBI 2002).

Certos procedimentos que implicam manipulação física, como é o caso da captura para controlo de doenças ou transporte ou a separação dos animais por tamanhos ('grading') são actividades causadoras de stresse físico e psicológico agudos, pelo que carecem de investigação continuada e aplicação de métodos que minimizem este impacto (FSBI 2002). As técnicas de condicionamento positivo podem ser uma possibilidade, tal como já evidenciaram Schreck et al. (1995) associando alimento à captura e transporte de salmão-real. Também Lines & Frost (1999) descrevem uma série de técnicas de controlo e inspecção selectiva de animais baseadas nas próprias características sensoriais e comportamentais destes.

O controlo de doenças em aquacultura passa pelo controlo da exposição a agentes patogénicos e de situações que possam causar ferimentos aos animais, mas passam sobretudo pelo controlo da exposição a agentes de stresse (Schwedler & Johnson 2000, Conte 2004).

Alojamento

A qualidade da água e os factores ambientais associados é uma das áreas que tem recebido mais atenção quer por parte da investigação sobre o

stresse em peixes, quer pela própria indústria (FSBI 2002). As concentrações de oxigénio, de dióxido de carbono e de nitrogénio dissolvidos na água, a salinidade e o pH, a taxa de circulação da água, a temperatura e os regimes de luminosidade são os factores ambientais mais críticos à manutenção do equilíbrio dos peixes. Para obtenção de valores óptimos é necessário ter em conta as características naturais dos animais, mas também a interacção destes factores com outros, como o espaço disponível e o ambiente social (Conte 2004, Schwedler & Johnson 2000). A ocorrência de químicos poluentes na água, frequentemente usados pela própria actividade de produção, também é um aspecto que carece de controlo na protecção dos peixes. Costello et al. (2001) revêem os principais químicos usados na indústria europeia e produzem linhas de orientação para melhorar a prática do seu uso.

A densidade populacional nos sistemas de criação de peixes é um dos factores mais críticos em aquacultura e no bem-estar dos animais. Densidades inadequadas podem promover a agressividade, e o excesso populacional incrementa a competição e influencia negativamente a qualidade da água. A falta de espaço para nadar é também prejudicial a muitas espécies (Schwedler & Johnson, 2000). A dimensão óptima dos grupos depende das características comportamentais dos animais (em particular, a tendência para formar cardumes, ou a territorialidade). Em geral, densidades demasiado elevadas têm um efeito prejudicial (e.g. salmão, FSBI 2002). Alguns dos indicadores de excesso populacional prolongado em trutas incluem a redução das taxas de conversão e crescimento, a redução da condição física, e a erosão das barbatanas dorsais (Ellis et al. 2002). No entanto, os mesmos autores referem nem sempre existir evidência de stresse em condições de densidade elevada nesta espécie. Com efeito, esta relação pode não ser linear, pois em determinados contextos a densidade baixa em trutas pode mesmo tornar-se prejudicial (FSBI 2002). Para outras espécies, geralmente territoriais, as densidades altas parecem ajustar-se melhor a um ambiente com níveis de agressividade baixos. Este é o caso de espécies como o salvelino-ártico e o peixe-gato (FSBI 2002). Para espécies, como a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), existe um óptimo populacional, pois densidades baixas promovem agressividade entre machos, e densidades demasiado elevadas têm efeitos negativos a nível reprodutivo (Bhujel 2000).

Devido às hierarquias sociais que se estabelecem em certas espécies, a composição dos grupos sociais deve ser igualmente objecto de atenção em aquacultura para reduzir a agressividade de animais dominantes e o stresse e, com frequência, subnutrição crónicos em subordinados (FSBI 2002). A prevenção de stresse agudo e de ameaças à integridade física dos peixes passa também pelo controlo de predadores, como focas, aves, etc., em aquaculturas (FSBI 2002).

O enriquecimento ambiental em peixes de aquacultura é um assunto praticamente não abordado. Contudo, face às características ecológicas de algumas espécies um certo grau de complexidade ambiental poderia ser importante (FSBI 2002). Seria de inferir que locais de abrigo, marcos territoriais, uso de diferentes substratos, correntes de água, formas estratégicas de distribuição de alimento (e.g. Alanärä 1996), entre outros poderiam ter um papel relevante nas preferências e opções dos animais, incrementando assim o seu bem-estar.

Transporte e abate

Os factores mais críticos a considerar em relação ao transporte são o manuseamento dos animais (captura) e o controlo dos factores ambientais da água durante o transporte, já que os animais são transportados em tanques de muito elevada concentração populacional (Conte 2004). O stresse fisiológico provocado pelo manuseamento e transporte dos peixes permanece durante 6 horas a um dia, mas pode persistir até 2 semanas se a exposição aos agentes de stresse se mantiver (Schreck et al. 1997). Como mencionado atrás, técnicas de condicionamento podem ajudar os animais a reduzir a sua reacção negativa a estes procedimentos (Schreck et al. 1995).

A técnica de abate de peixes tem sido alvo de inúmeros estudos, com vários objectivos, entre os quais os de promover o controlo de qualidade, a eficiência e a segurança dos procedimentos (Conte 2004). Vários trabalhos têm também o objectivo de minimizar o tempo necessário para produzir a morte, e implicitamente reduzir ao máximo o medo e a dor que os animais possam sentir (e.g. Lambooij et al. 2002). Alguns exemplos de métodos de abate incluem o atordoamento eléctrico seguido de decapitação, o golpe letal na cabeça, o atordoamento percussivo, o atordoamento pelo frio e a remoção da água. Os

atordoamentos eléctricos e percussivos, aplicados somente na cabeça, parecem ser em geral os métodos causadores de menos perturbação, a julgar por dados comportamentais, por indicadores de reflexos cerebrais e pela qualidade da carcaça. A morte por asfixia e com recurso ao gelo parecem ser os métodos menos aceitáveis (Conte 2004).

Conclusão

As evidências apresentadas acerca da dimensão psicológica do stresse, dos estados motivacionais afectivos que gera, das motivações comportamentais e das funções cognitivas dos peixes, sugerem fortemente a existência de senciência, donde decorre a legítima aplicação do conceito de bem-estar a este grupo de animais. Ao mesmo tempo, estes mesmos aspectos são de relevância fundamental para a detecção e identificação de potenciais problemas de bem-estar, podendo contribuir para a produção de importantes recomendações na manutenção e manejo de peixes em cativeiro, nomeadamente na aquacultura.

Referências

- ALANÄRÄ, A. The use of self-feeders in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) production. **Aquaculture**, v.145, p.1-20, 1996.
- APPLEBY, M. **What should we do about animal welfare?** Oxford: Blackwell Science, 1999.
- ARONSON, L.R. Orientation and jumping in the Gobiid fish *Bathygobius soporator*. **American Museum Novitates**, v.1486, p.1-22, 1951.
- ARONSON, L.R. Further studies on orientation and jumping behaviour in the Gobiid fish *Bathygobius soporator*. **Annals of the New York Academy of Science**, v.188, p.378-392, 1971.
- BARTON, B.A. Stress in finfish: past, present and future – a historical perspective. In: Iwana, G.K., Pickering, A.D. Sumpter, J.P., Schreck, C.B. (eds) **Fish Stress and Health in Aquaculture**. Society for Experimental Biology, Seminar Series 62, Cambridge: Cambridge University Press, 1997. p1-33.
- BARTON, B.A. Stress in fishes: a diversity of responses with particular reference to changes in circulating corticosteroids. **Integ. and Comp. Biol**, v.42, p.517-525, 2002.
- BRAITHWAITE, V.A.; ARMSTRONG, J.D.; MCADAM, H.M.; HUNTINGFORD, F.A. Can juvenile Atlantic salmon use multiple cue systems in spatial learning? **Animal Behaviour**. v.51, p.1409-1415, 1996.
- BRAITHWAITE, V.A.; HUNTINGFORD, F.A. Fish and welfare: do fish have the capacity for pain perception and suffering? **Animal Welfare**, v.13 suppl, p.S87-92, 2004.
- BROOM, D.M. Welfare, Stress and the Evolution of Feelings, **Advances in the Study of Behaviour**, v.27, p.317-403, 1998.
- BSHARY, R.; WICKLER, W.; FRICKE, H. Fish cognition: a primate's eye view. **Animal Cognition**, v.5, p.1-13, 2002.
- BHUJEL, R.C. A review of strategies for the management of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) broodfish in seed production systems, especially hapa-based systems. **Aquaculture**, v.181, p.37-59, 2000.
- CHANDROO, K.P.; DUNCAN, I.J.H.; MOCCIA, R.D. Can fish suffer?: perspectives on sentience, pain, fear and stress. **Applied Animal Behaviour Science**. v.86, p.225-250, 2004.

- CLAYTON, N.S.; BUSSEY, T.J.; DICKINSON, A. Can animals recall the past and plan for the future? **Nature Reviews/Neuroscience**, v.4, p.685-691, 2003.
- CONTE, F.S. Stress and the welfare of cultured fish. **Applied Animal Behaviour Science**, v.86, p.205-223, 2004.
- COSTELLO, M.J.; GRANT, A.; DAVIES, I.M.; CECCHINI, S.; PAPOUTSOGLU, S.; QUIGLEY, D.; SAROGLIA, M. The control of chemicals used in aquaculture in Europe. **Journal of Applied Ichthyology**, v.17,n.4, p.173-180, 2001.
- DAMÁSIO, A.R. **O Erro de Descartes – emoção, razão e cérebro humano**. Fórum da Ciência. Publicações Europa América, 1994.
- DAWKINS, M.S. Battery hens name their price: consumer demand theory and the measurement of ethological 'needs'. **Animal Behaviour**, v.31, p.1195-1205, 1983.
- DAWKINS, M.S. From an animal's point of view: motivation, fitness, and animal welfare. **Behavioural and Brain Sciences**, v.13, p.1-61, 1990.
- DAWKINS, M. S. Evolution and Animal Welfare. **The Quarterly Review of Biology**. v.73, n.3, p. 305-327, 1998.
- DAWKINS, M.S. Who needs consciousness?. **Animal Welfare**, v.10 Suppl, p.S3-8, 2001.
- DAWKINS, M.S. Using behaviour to assess animal welfare. **Animal Welfare**, v.13 Suppl, p.S19-30, 2004.
- DUGATKIN, L.A.; GODIN, J-GJ Reversal of female mate choice by copying in the guppy *Poecilia reticulata*. **Proceedings Royal Society of London, Biological Sciences**, v.249, p.179-184, 1992.
- DUNCAN, I.J.H.; FRASER, D. Understanding Animal Welfare. In: Appleby, M. & Hughes, B.O. (eds) **Animal Welfare**. London: CABI Publishing, 1997. p.19-32.
- DUNCAN, I.J.H.; PETHERICK, J.C. The implications of cognitive processes for animal welfare. **Journal of Animal Science**, v.69, p.5017-5022, 1991.
- ELLIS, T.; NORTH, B.; SCOTT, A.P.; BROMAGE, N.R.; PORTER, M.; GADD, D. The relationships between stocking density and welfare in farmed rainbow trout. **Journal of Fish Biology**, v.61, n.3, p. 493-531, 2002.

- FLETCHER, T.C. Dietary effects on stress and health. In: Iwana, G.K., Pickering, A.D. Sumpter, J.P., Schreck, C.B. (eds) **Fish Stress and Health in Aquaculture**. Society for Experimental Biology, Seminar Series 62, Cambridge: Cambridge University Press, 1997. p.223-246.
- FRASER, D.; DUNCAN, I.J.H. 'Pleasures', 'pains', and animal welfare: toward a natural history of affect. **Animal Welfare**. v.7, p.383-396, 2003.
- FRASER, D.; MATTHEWS, L.R. Preference and motivation testing. In: Appleby, M. & Hughes, B.O. (eds) **Animal Welfare**. London: CABI Publishing, 1997. p.159-174.
- FRASER, D.; WEARY, D.M.; PAJOR, E.A.; MILLIGAN, B.N. A scientific conception of animal welfare that reflects ethical concerns. **Animal Welfare**. v.6, p.187-206, 1997.
- FSBI **Fish Welfare (Briefing Paper 2)**. Fisheries Society of the British Isles. Cambridge: Granta Information Systems, 2002.
<http://www.le.ac.uk/biology/fsbi/briefing.html>
- GRIFFIN, D.R. **Animal Minds**. The University of Chicago Press, Chicago, 1992.
- HAMPTON, R.R.; SCHWARTZ, B.L. Episodic memory in nonhumans: what, and where, is when? **Current Opinion in Neurobiology**, v.14, p.192-197, 2004.
- HÖGLUND, E.; BALM, P.H.; WINBERG, S. Skin darkening, a potential social signal in subordinate Arctic charr (*Salvenius alpinus*): the regulatory role of brain monoamines and pro-opiomelanocortin-derived peptides. **Journal of Experimental Biology**, v.203, p.1711-1721, 2000.
- HUNTINGFORD, F.A.; WRIGHT, P.J. How sticklebacks learn to avoid dangerous feeding patches. **Behavioural Processes**, v.19, p.181-189, 1989.
- JOHNSON, J.I. Individual recognition affects aggression and dominance relations in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. **Ethology**, v.103, p.267-282, 1997.
- JOHNSON, J.I.; ÅKERMAN, A. Watch and learn: preview of the fighting ability of opponents alters contest behaviour in rainbow trout. **Animal Behaviour**, p.56, v.771-776, 1998.

- KELLEY, J.L.; MAGURRAN, A.E. Learned predator recognition and antipredator responses in fishes. **Fish and Fisheries**, v.4, p.216-226, 2003.
- LAMBOOIJ, E.; VAN DE VIS, J.W.; KLOOSTERBOER, R.J.; PIETERSE, C. Welfare aspects of live chilling and freezing of farmed eel (*Anguilla anguilla* L.): neurological and behavioural assessment. **Aquaculture**, v.210, p.159-169, 2002.
- LAZARUS, R.S. Cognition and motivation in emotion. **American Psychologist**, v.46, p.352-367, 1991.
- LINES, J.A.; FROST, A.R. Review of opportunities for low stress and selective control of fish. **Aquacultural Engineering**, v.20, p.211-230, 1999.
- LÓPEZ, J.C.; BROGLIO, C.; RODRÍGUEZ, F.; THINUS-BLANC, C.; SALAS, C. Multiple spatial learning strategies in goldfish (*Carassius auratus*). **Animal Cognition**, v.2, p.109-120, 1999.
- LÓPEZ, J.C.; BROGLIO, C.; RODRÍGUEZ, F.; THINUS-BLANC, C.; SALAS, C. Reversal learning deficit in a spatial task but not in a cued one after telencephalic ablation in goldfish. **Behavioural Brain Research**, v.109, p.91-98, 2000.
- MATTIOLI, R.; SANTANGELO, E.M.; COSTA, A.C.C.; VASCONCELOS, L. Substance P facilitates memory in goldfish in an appetitively motivated learning task. **Behavioural Brain Research**, v.85, p.117-120, 1997.
- MASON, G.; MENDL, M. Why is there no simple way of measuring animal welfare? **Animal Welfare**, v.2, p.301-320, 1993.
- MCGREGOR, P.K.; PEAK, T.M.; LAMPE, H.M. Fighting fish *Betta splendens* extracts relative information from apparent interactions: what happens when what you see is not what you get. **Animal Behaviour**, v.62, p.1059-1065, 2001.
- MENDL, M. Assessing the welfare state. **Nature**, 410: 31-32. (2001)
- MENDL, M.; PAUL, E.S. Consciousness, emotion and animal welfare: insights from cognitive science. **Animal Welfare**, 13 Suppl: S17-26. (2004)
- MOREIRA, P.S.A.; VOLPATO, G.L. Conditioning of stress in Nile tilapia. **Journal of Fish Biology**, v. 64, p.961-969, 2004.
- MOREIRA, P.S.A.; PULMAN, K.G.T.; POTTINGER, T.G. Extinction of a conditioned response in rainbow trout selected for high or low

- responsiveness to stress. **Hormones and Behaviour**, v.46, p.450-457, 2004.
- O'CONNOR, K.I.; METCALFE, N.B.; TAYLOR, A.C. Does darkening signal submission in territorial contests between juvenile Atlantic salmon, *Salmo salar*? **Animal Behaviour**, v.58, p.1269-1276, 1999.
- O'CONNOR, K.I.; METCALFE, N.B.; TAYLOR, A.C. Familiarity influences body darkening in territorial disputes between juvenile salmon. **Animal Behaviour**, v.59, p.1095-1101, 2000.
- ODLING-SMEE, L.; BRAITHWAITE, V.A. The influence of habitat stability on landmark use during spatial learning in the three-spined stickleback. **Animal Behaviour**, v.65, p.701-707, 2003.
- OLIVEIRA, R.F.; MCGREGOR, P.K.; LATRUFFE, C. Know thine enemy: fighting fish gather information from observing conspecific interactions. **Proceedings Royal Society of London, Biological Sciences**, v.265, p.1045-1049, 1998.
- PORTAVELLA, M.; SALAS, C.; VARGAS, J.P.; PAPINI, M.R. Involvement of the telencephalon in spaced-trial avoidance learning in the goldfish. **Physiology & Behaviour**, v.80, p.49-56, 2003.
- PORTAVELLA, M.; TORRES, B.; SALAS, C.; PAPINI, M.R. Lesions of the medial pallium, but not of the lateral pallium, disrupt spaced-trial avoidance learning in the goldfish. **Neuroscience Letters**, v.362, p.75-78, 2004.
- PORTAVELLA, M.; VARGAS, J.P.; TORRES, B.; SALAS, C. The effects of telencephalic pallial lesions on spatial, temporal, and emotional learning in goldfish. **Brain Research Bulletin**, v.57, p.397-399, 2002.
- REGAN, T. **The Case for Animal Rights**. London: Routledge, 1984.
- REEBS, S.G. Time-place learning in golden shiners (Pisces: cyprinidae). **Behavioural Processes**, v.36, p.253-262. (1996)
- REEBS, S.G. Time-place learning based on food but not on predation risk in a fish the inanga (*Galaxias maculatus*). **Ethology**, v.105, p.361-371, 1999.
- RODRÍGUEZ, F.; LÓPEZ, J.C.; VARGAS, J.P.; BROGLIO, C.; GÓMEZ, Y.; SALAS, C. Spatial memory and hippocampal pallium through vertebrate evolution: insights from reptiles and teleost fish. **Brain research Bulletin**, v.57, n.3/4, p. 499-503, 2002.

- ROSE, J.D. The neurobehavioural nature of fishes and the question of awareness and pain. **Reviews in Fisheries Science**, v. 10, n.1, p.1-38, 2002.
- SALAS, C.; BROGLIO, C.; RODRIGUEZ, F.; LÓPEZ, J.C.; PORTAVELLA, M.; TORRES, B. Telencephalic ablation in goldfish impairs performance in a 'spatial constancy' problem but not in a cued one. **Behavioural Brain Research**, v.79, p.193-200,1996.
- SANDØE, P.; CRISP, R.; HOLTUG, N. Ethics. In: Appleby, M. & Hughes, B.O. (eds) **Animal Welfare**. London: CABI Publishing, 1997. p.3-18.
- SCHRECK, C.B.; JOHNSON, L.; FEIST, G.; RENO, P. Conditioning improves performance of juvenile Chinook salmon, *Oncorhynchus tshawytscha*, to transportation stress. **Aquaculture**, v.135, p.99-110, 1995.
- SCHRECK, C.B.; OLLA, B.L.; DAVIS, M.W. Behavioral responses to stress. . In: Iwana, G.K., Pickering, A.D. Sumpter, J.P., Schreck, C.B. (eds) **Fish Stress and Health in Aquaculture**. Society for Experimental Biology, Seminar Series 62, Cambridge: Cambridge University Press, 1997. p.145-170.
- SCHWEDLER, T.E.; JOHNSON, S.K. **Responsible care and health maintenance of fish in commercial aquaculture**. Animal Welfare Information Center Bulletin, Winter 1999/2000, v.10, p.3-4.
- SINGER, P. **Animal Liberation**. 2nd edn. London: Thorsons, 1991.
- SNEDDON, L.U. The evidence for pain in fish: the use of morphine as an analgesic. **Applied Animal Behaviour Science**. v.83, p153-162, 2003.
- SNEDDON, L.U.; BRAITHWAITE, V.A.; GENTLE, M.J. Do fish have nociceptors? Evidence for the evolution of a vertebrate sensory system. **Proc. R. Soc. London**, v.B270, p.1115-1121, 2003.
- TOPÁL, J.; CSÁNYI, V. Interactive learning in the paradise fish (*Macropodus opercularis*): an ethological interpretation of the second –order conditioning paradigm. **Animal Cognition**, v.2, p.197-206, 1999.
- WEINER, H. **Perturbing the Organism: the Biology of Stressful Experience**. Chicago: University of Chicago Press, 1992.
- YUE, S.; MOCCIA, R.D.; DUNCAN, I.J.H. Investigating fear in domestic rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, using an avoidance learning task. **Applied Animal Behaviour Science**, v.87, p.343-354, 2004.