

# Enriquecimento ambiental na piscicultura

Ambiente, bem estar, piscicultura, produtividade.

Johnny Martins de Brito<sup>1</sup>, Antônio Hosmylton Carvalho Ferreira<sup>2</sup>, Hermógenes Almeida de Santana Júnior<sup>3</sup>, Alan dos Santos Nascimento<sup>4</sup>, Lucas de Oliveira Freitas<sup>4</sup>, Cyro Henrique Lima Dos Santos<sup>4</sup>, Bruna Rocha Silva<sup>5</sup>, João Marcos Monteiro Batista<sup>5</sup>, Gilmar Lima dos Santos<sup>4</sup>, Letícia Tuane Souza Oliveira<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 1 Mestrando em Zootecnia na Universidade Federal do Piauí/UFPI. E-mail: johnnymartinsbk@outlook.com.

<sup>2</sup> Prof. Doutor do curso de Agronomia da UESPI Campus Parnaíba/PI, Parnaíba.

<sup>3</sup> Prof. Doutor do curso de Zootecnia da UESPI Campus Corrente/PI, Corrente.

<sup>4</sup> Graduando(a) em Agronomia na Universidade Estadual do Piauí/UESPI, Parnaíba.

<sup>5</sup> Graduando(a) em Zootecnia na Universidade Estadual do Piauí/UESPI, Corrente.

## RESUMO

A população mundial vem crescendo em um ritmo muito acelerado, dessa forma torna-se imprescindível a intensificação dos sistemas de produção com o intuito de atender a demanda por proteína de origem animal, mediante a esse contexto uma série de problemas surgem nos sistemas de criação devido a intensificação dos mesmos o que compromete o desempenho dos animais devido ao estresse sofrido uma vez que objetiva-se produzir mais em espaço cada vez menores, sendo assim para garantir uma produção em quantidade e qualidade é de fundamental importância a utilização de técnicas que garantam o bem estar dos animais no ambiente criatório para que eles expressem o máximo do seu potencial produtivo. O enriquecimento ambiental consiste em um conjunto de técnicas que visam modificar o ambiente criatório com o intuito de proporcionar comodidade e satisfazer as necessidades comportamentais dos animais o que contribuirá para a redução do estresse e como consequência melhorar o desempenho dos mesmos. Objetivou-se com essa revisão de literatura compilar informações a respeito do enriquecimento ambiental na piscicultura com o intuito de garantir o bem estar dos peixes e como consequência aumentar a produtividade e a lucratividade dos sistemas de criação.

**Palavras-chave:** ambiente, bem estar, piscicultura, produtividade.



# Nutri·Time

Revista Eletrônica

Vol. 12, Nº 05, set/out de 2015

ISSN: 1983-9006

www.nutritime.com.br

A Revista Eletrônica Nutritime é uma publicação bimensal da Nutritime Ltda. Com o objetivo de divulgar revisões de literatura, artigos técnicos e científicos e também resultados de pesquisa nas áreas de Ciência Animal, através do endereço eletrônico: <http://www.nutritime.com.br>.

## ENVIRONMENTAL ENRICHMENT IN AQUACULTURE

### ABSTRACT

The world population is growing at a very fast pace, so it is essential to intensify production systems in order to meet the demand for animal protein, by this context a number of problems arise in farming systems due the intensification of the same which compromises the performance of animals due to the stress suffered since the objective is to produce more into smaller and smaller space, so to ensure production in quantity and quality is of fundamental importance to use techniques that ensure animal welfare in the breeding environment for them to express the most of their productive potential. Environmental enrichment is a set of techniques to modify the breeding environment in order to provide convenience and meet the behavioral needs of the animals which will contribute to the reduction of stress and as a result improve their performance. The objective of this literature review to compile information about the environmental enrichment in fish farming in order to ensure the welfare of fish and consequently increase productivity and profitability of farming systems.

**Keywords:** environment, pisciculture, productivity, welfare.

## INTRODUÇÃO

O desenvolvimento do cultivo de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) nas duas últimas décadas impulsionou drasticamente a produção mundial de peixes de água doce para um total 33,7 milhões de toneladas, concebendo 56,4% do montante produzido no ano de 2010 (FAO, 2012). A aquicultura continental brasileira cresceu continuamente neste período, alcançando em 2010 uma produção de aproximadamente 394.340 toneladas de pescado, enquanto a tilapicultura alcançou o patamar de 155.450,80 toneladas produzidas, que representaram 39,42% das espécies cultivadas (BRASIL, 2012).

Uma forma de aumentar o nível de bem-estar e a produção de animais em cativeiros é evitar que ocorram alterações comportamentais desencadeadas pela pobreza dos ambientes em que os animais são mantidos, por meio do enriquecimento ambiental (BATISTA, 2010). Algumas espécies de peixes, incluindo os ciclídeos, usam o substrato para a construção de ninho e reprodução (STAUFFER et al., 2005). Simular essas condições de vida dos peixes num ambiente de cultivo é essencial para os animais expressarem o seu máximo potencial, com consequência em melhorias em seu desempenho.

A área científica do bem-estar animal tem como objetivo a caracterização da qualidade de vida dos animais e o desenvolvimento de estratégias que permitam o seu incremento quando os animais se encontram sob a responsabilidade de humanos (OLIVEIRA & GALHARDO, 2007). Diversos autores já encontraram interferências positivas de alguma forma de enriquecimento em diferentes comportamentos de animais (BATISTA, 2010). Brown et al. (2003), observaram que o enriquecimento ambiental com plantas, pedras e objetos novos aliado e a prévia exposição a presas vivas promove melhora no desempenho do forrageamento (reduzindo o período de latência para alimentação) em salmão do Atlântico.

Objetivou-se com essa revisão de literatura compilar informações a respeito do enriquecimento ambiental na piscicultura com o intuito de garantir o bem estar dos peixes e como consequência aumentar a produtividade e a lucratividade dos sistemas de criação.

## PISCICULTURA ATUAL

O pescado é a fonte de proteína animal mais demandada mundialmente (SIDONIO et al., 2012) e a de maior valor de mercado. Porém, no Brasil, seu consumo ainda é baixo, mesmo tendo aumentado nos últimos anos para 11,17 kg por habitante por ano (BRASIL, 2013), valor ainda abaixo do mínimo recomendado pela Organização Mundial da Saúde, que é de 12 kg por habitante por ano (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, 2012), mas 14,5% a mais do que em relação ao ano anterior (BRASIL, 2010).

Na piscicultura alguns fatores são imprescindíveis para que se tenha sucesso, tais como: o monitoramento diário da qualidade da água assim como a sua renovação sempre que necessário; a utilização de uma dieta balanceada de acordo as exigências da fases de vidas dos animais, fornecimento da ração em quantidades e horários adequados são fundamentais para que esses animais tenha um bom desempenho; a quantidade de peixes estocados por m<sup>3</sup> de água deve ser diferente para cada tipo de sistema, esses também são itens de fundamental importância para maximizar a produção.

Mediante ao crescimento da demanda por fonte de proteína animal de peixes na nutrição humana, existe a necessidade de intensificar os sistemas de criação, para atender a demanda, expondo continuamente os peixes a alterações na qualidade de água e á intensivas práticas de manejo - manuseio excessivo, transporte e adensamento (CHAGAS et al., 2009). Estas situações quando não monitoradas e controladas permitem a invasão de agentes patogênicos, devido à maior concentração de animais por unidade de espaço se comparado com o ambiente natural, devido ao desequilíbrio da tríade patógeno - hospedeiro - ambiente (TORANZO et al., 2004).

Na piscicultura a intensificação dos sistemas de produção, tem ocasionado uma série de problemas nessa atividade principalmente no que se diz respeito a sanidade dos animais, uma vez que a qualidade da água estar sendo cada vez mais comprometida promovendo um aumento de microrganismos patogênicos no ambiente aquícola e no organismos desses animais o que compromete o desempenho dos mesmos devido ao estresse sofrido.

Com o crescimento da aquicultura um dos métodos utilizados para o incremento da produção é a intensificação dos cultivos, o que causa estresse aos animais e diminui a qualidade da água (YOUSEFIAN & AMIRI, 2009). O controle desse conjunto de fatores proporciona sanidade aos animais e conseqüentemente um bom desempenho produtivo e uma maior lucratividade para os produtores. Devido a questões ambientais surgiu a necessidade de reutilizar a água do cultivo assim como reduzir o ciclo de produção, aumentar a taxa de lotação e proporcionar bem estar para os animais, com o objetivo de atender a demanda do consumidor e obter lucro com essa atividade.

Com base nesse contexto observa-se que a intensificação da produção de peixes é necessária para atender a demanda desse produto, assim como é evidente os problemas causados com essa intensificação sendo necessário estudos que visem melhorar a qualidade da água de cultivo, sanidade e o bem estar dos animais garantindo assim uma produção em quantidade e qualidade adequada.

#### **Tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*)**

A Tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) é uma das espécies de peixes mais utilizada em cultivos intensivos de criação, devido a sua habilidade de adaptação ao ambiente e também por apresentar elevada taxa de crescimento e rusticidade. Possui uma carne com boas características organolépticas e um filé que não apresenta espinhas intramusculares em forma de “Y” Meurer et al. (2007), Trata-se da segunda espécie mais cultivada em todo o mundo em águas continentais, superada apenas pelas carpas (YASUI et al., 2007).

A capacidade das Tilápias em suportar amplas variações de salinidade (eurialina), que vem do fato de terem seu ancestral de origem marinha e sua rusticidade também são características potenciais, pois lhes confere a capacidade de adaptação a ambientes diversos, podendo ser cultivadas em águas doce, salobra ou salgada o que facilita sua disseminação (KUBITZA, 2005).

O desenvolvimento do cultivo da Tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) nas duas últimas décadas impulsionou fortemente a produção mundial de peixes de

água doce para um total 33,7 milhões de toneladas, concebendo 56,4% do montante produzido no ano de 2010 (FAO, 2012). A aquicultura continental brasileira cresceu continuamente neste período, alcançando em 2010 uma produção de aproximadamente 394.340 toneladas de pescado, enquanto a tilapicultura alcançou o patamar de 155.450,80 toneladas produzidas, que representaram 39,42% das espécies cultivadas (BRASIL, 2012).

Conforme Cyrino et al. (2010), a utilização de rações e o conseqüente manejo nutricional dos peixes definem a severidade do impacto ambiental causado pela piscicultura, em proporção direta com a intensificação dos sistemas de produção, visto que, sobras alimentares e fezes são as principais fontes de poluentes em efluentes de piscicultura intensiva.

Essa intensa produção tem ocasionado sérios problemas na qualidade da água o que estressa os animais ficando assim com o desempenho comprometido além de contribuir para aumentar os impactos ambientais, em vista disso é de fundamental importância a utilização de técnicas manejo como a (quantidade, frequência e horários de fornecimento da ração, avaliação periódico dos parâmetros físicos e químicos da água de cultivo, respeitar a densidade de estocagem de acordo com o tipo de sistema e espécie utilizada no cultivo) e nutricionais para garantir a qualidade da água de cultivo assim como a sanidade dos animais.

#### **ENRIQUECIMENTO AMBIENTAL NA PRODUÇÃO ANIMAL**

O interesse pela área de bem-estar vem apresentando um acentuado crescimento nos últimos anos, onde cientistas e instituições se dedicam em busca da melhoria da qualidade de vida animal. A preocupação em torno dos efeitos entre a interação do meio ambiente e os organismos, há décadas, prende a atenção de pesquisadores do mundo inteiro. A questão de como definir e quantificar o bem-estar animal ainda está em constante debate (PIZZUTTO et al., 2009).

De acordo com Boere (2001) o enriquecimento ambiental é um conjunto de técnicas que modificam o ambiente, resultando em uma melhora na qualidade de vida dos animais ao satisfazer as suas necessidades comportamentais.

A significância do enriquecimento ambiental foi reconhecida primeiramente por (YERKES, 1925) e depois por Hediger (1950), os quais identificaram a importância do ambiente físico e social de animais cativos bem como seu impacto no bem-estar dos animais.

Segundo Dalla Costa et al. (2005), enriquecer um ambiente é fornecer aos animais artefatos permitindo que estes diversifiquem seus comportamentos. Ou ainda, um conceito mais amplo, segundo enriquecer um ambiente consiste em introduzir melhorias no próprio sistema confinado. O estudo do enriquecimento ambiental tem por objetivo proporcionar um ambiente adequado para criação, atendendo às necessidades comportamentais dos animais. Um animal com mais opções comportamentais terá mais chances de lidar com eventos estressantes ao seu redor (PINHEIRO, 2009).

Para os vertebrados, normalmente, os habitats não são estáticos, e os animais têm que se adaptar a situações previsíveis por meio de modificações fisiológicas e comportamentais. Os componentes não previsíveis promovem o chamado “estágio de emergência”, que resulta em mudanças nos parâmetros endócrinos e metabólicos de um organismo (MÖSTL & PALME, 2002).

Segundo Van de Weerd & Day (2009), o enriquecimento ambiental melhora o bem-estar dos animais por permitir que estes expressem seus comportamentos naturais específicos da espécie.

Campos et al. (2010) relatam que o enriquecimento ambiental é um princípio do manejo animal que visa estender a qualidade de vida dos animais confinados, pelo fornecimento de estímulos ambientais que favorecem o bem-estar psíquico e fisiológico, por estimular suas necessidades etológicas.

O estresse é um efeito ambiental sobre um indivíduo que sobrecarrega seus sistemas de controle e resulta em consequências adversas (BROOM & FRASER, 2010). O bem-estar pode variar desde muito bom até muito ruim. Sempre que existe estresse, o bem-estar torna-se pobre (BROOM & MOLENTO, 2004).

Alguns autores (SARUBBI, 2011; DAY et al., 2008; JENSEN et al., 2008) citam que medidas de enrique-

cimento ambiental diminuem comportamentos indesejáveis, como agressividade e aumentam comportamentos naturais específicos da espécie suína, como o investigativo. Além disso, pode-se observar uma melhora na produtividade e sanidade e na qualidade do produto final, a carne suína (SARUBBI, 2011).

Sarubbi (2011), relata que os substratos que formam cama para os animais são interessantes por estimularem o hábito de fuçar, investigar, chafurdar, além de reduzirem comportamentos indesejáveis, lesões originadas por luta e problemas locomotores.

### **ENRIQUECIMENTO AMBIENTAL NA PISCICULTURA**

O enriquecimento ambiental em peixes 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). Inferir locais de abrigo, marcos territoriais, utilização de diferentes substratos, correntes de água, formas estratégicas de distribuição de alimento (ALANÄRÄ, 1996), entre outros poderiam ter um papel relevante nas preferências e opções dos animais, incrementando assim o seu bem-estar.

O enriquecimento ambiental de tanques de piscicultura vem sendo proposto por diversos pesquisadores (BROW, 2003; DAVIDSON & LALAND, 2003). Outros demonstraram que, peixes cultivados em um ambiente estruturado (com gravetos de madeira, pedras, plantas artificiais ou naturais, etc.) aumentaram a eficiência de forrageamento dos indivíduos (BRAITHWAITE & SALVANE, 2005).

Taylor (1986) Constatou que salmões cultivados apresentaram menor variabilidade morfológica do que seus homólogos selvagens. Este fato pode ser resultado tanto da menor variabilidade genética dos peixes cultivados quanto da menor variabilidade ambiental da piscicultura. Em seu estudo, Taylor (1986) concluiu que as divergências morfológicas eram induzidas principalmente pelo ambiente cultivo, que tem forte efeito sobre a forma do corpo em peixes (FLEMMING et al., 1994).

Assim sendo, o enriquecimento ambiental de tanques de piscicultura pode ser proposto, como uma forma de contorna os efeitos da domesticação sobre a mor-

fologia. O enriquecimento ambiental pode ser definido como a incorporação de designs naturais para a obtenção de um ambiente de cultivo adequado, que tenta recriar as principais características ambientais naturais dominantes, tais como velocidade na água, temperatura, complexidade estrutural, características do substrato, com o objetivo de evitar os efeitos da homogeneidade do ambiente de cultivo sobre o fenótipo dos peixes (BELK et al., 2008).

Itens de enriquecimento ambiental podem proporcionar saúde, bom desempenho e desenvolvimento aos animais, mas quando mal empregados podem prejudicar esses parâmetros e, conseqüentemente, o bem-estar dos indivíduos. Embora o enriquecimento ambiental proporcione tais melhorias no bem-estar, pouca atenção tem sido direcionada para animais aquáticos, exceto mamíferos (WILLIAMS et al., 2009). Além disso, a preocupação com o bem-estar dos peixes é uma necessidade emergente para garantir a saúde e conforto dos animais e o enriquecimento ambiental pode ser uma importante técnica nesse quesito.

No entanto é imprescindível escolher cuidadosamente o enriquecimento ambiental a ser utilizado e adequar a complexidade do ambiente às características comportamentais e à capacidade de cada espécie em interagir com o item de enriquecimento introduzido (PIZZUTTO et al., 2009).

Ambientes que lembram o habitat natural, com características naturalísticas (MAPLE & STINE, 1982), mostram uma maior facilidade de expressão de comportamentos típicos da espécie e um aumento da reprodução (OGDEN et al., 2003).

A complexidade ambiental do recinto e as novidades introduzidas têm sido consideradas elementos básicos de enriquecimento para a redução de comportamentos adversos; modificações estruturais simples, mudanças na rotina diária e a própria socialização intra e interespecíficas são medidas suficientes para estimular e melhorar a condição psicológica e o bem-estar (BOERE, 2001). Alguns tipos de enriquecimento do ambiente físico geraram resultados positivos nas mudanças comportamentais: árvores (MAKI et al., 1989); material para aninhar (CHAMOVE et al.,

1988); novidades (WOOD, 1998); substratos para manipulação (BAKER, 1997).

Sendo assim os aspectos filosóficos sobre o que realmente significa bem-estar e diferentes tipos de metodologias para avaliá-lo em peixes ainda são controversos (VEISSIER & FORKMAN, 2008; VOLPATO et al., 2007). No entanto, a abordagem sobre as preferências dos animais está se tornando um bom método para avaliar o bem-estar (ASHLEY, 2007; VOLPATO et al., 2007; DAWKINS, 2006; DUNCAN, 2006), uma vez que o estado de bem-estar depende de como o animal percebe o ambiente e suas respostas são provenientes de avaliações cognitivas dessa percepção (VEISSIER & BOISSY, 2007). Vários fatores têm sido testados com sucesso por testes de preferência e de escolha em peixes, como sedimento (WEBSTER & HART, 2004), itens alimentares (FELÍCIO et al., 2006), temperatura (MORTENSEN et al., 2007) e cor dos alimentos (SPENCE & SMITH, 2008). Assim, para oferecer o enriquecimento ambiental que proporcione bem-estar, é interessante utilizar itens de preferência dos peixes.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O enriquecimento ambiental no cultivo de peixes pode ser um modo de minimizar o estresse causado pela monotonia do ambiente, fazendo com que os animais expressem de forma mais significativa o seu potencial produtivo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALANÄRÄ, A. The use of self-feeders in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) production. **Aquaculture**, v.145, p.1-20, 1996.
- ASHLEY PJ, 2007. Fish welfare: current issues in aquaculture. **Applied Animal Behaviour Science**. v.104, 199-235, 2007.
- BAKER K.C. Straw and forage material ameliorate abnormal behaviors in adult chimpanzees. **Zoo Biology**, v.16, p.225-236, 1997.
- BATISTA, L. **Papel do enriquecimento ambiental na cognição de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*)**, 2010.
- BOERE, V.; Environmental enrichment for neotropical primates in captivity; **Ciência Rural**, v.31, n.3, p.543-551, 2001.
- BOERE, V. Behavior and environment enrichment. In: Fowler ME, Cubas ZS. **Biology, medicine and**

- surgery of South American wild animals. Ames, IA: **Iowa University Press**, p.263-266, 2001.
- BELK, M.C.; BENSON, L.J.; RASMUSSEN, J.; PECK, S.L. Hatchery-induced morphological variation in an endangered fish: a challenge for hatchery-based recovery efforts. **Canadian journal of fisheries and Aquatic Sciences**, v.65, n.3, p.401-408, 2008.
- BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. **Boletim estatístico da pesca e aquicultura**. Brasília: MPA, p.129, 2012.
- BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. **Consumo de pescado no Brasil aumenta 23,7% em dois anos**, 2013. Disponível em: <<http://www.mpa.gov.br/index.php/imprensa/noticias/2226-consumo-de-pescado-no-brasil-aumenta-237-em-dois-anos>>. Acesso em: 15 mar. 2015.
- BRAITHWAITE, V.A.; SALVANE, A.G.V. Environmental variability in the early rearing environment generates behaviourally flexible cod: implications for rehabilitating wild populations. **Proceedings of the Royal Society Biology**, Bethesda, v.272, n.1568, p. 1107-1113, 2005.
- BROOM, D.M.; MOLENTO, C.F.M. Bem-estar animal: conceitos e questões relacionadas - Revisão. **Archives of Veterinary Science**, v.9, n.2, p.1-11, 2004.
- BROOM, D.M.; FRASER, A.F. **Comportamento e bem-estar de animais domésticos**. Barueri: Manole, n.4, v.438, p.2010.
- BROWN, C.; DAVIDSON, T.; LALAND, K. Environmental enrichment and prior experience of live prey improve foraging behaviour in hatchery-reared Atlantic salmon; **Journal of Fish Biology**; (Suplemento A), v.63, p.187-196, 2003.
- CAMPOS, J.A.; TINÓCO, I.F.F., SILVA, F.F.; et al. Enriquecimento ambiental para leitões na fase de creches advindos de desmame aos 21 e 28 dias. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.5, n. 2, p.272-278, 2010.
- CHAGAS, E.C.; PILARSKI, F.; SAKABE, R.; MAS-SAGO, H.; FABREGAT, T.E.H.P. Suplementos na dieta para manutenção da saúde de peixes. In: TAVARES-DIAS, M. (Ed.). **Manejo e sanidade de peixes em cultivo**. Embrapa, p.132-225, 2009.
- CHAMOVE A.S.; HOSEY G.R.; SCHATZEL P.P. Visitors excite primates in zoos. **Zoo Biology**, v.7, p.359-369, 1988.
- CYRINO, J.E.P.; BICUDO, A.J.A.; SADO, R.Y.; BORGHESI, R.; DAIRIKI, J. K. A piscicultura e o ambiente – o uso de alimentos ambientalmente corretos em piscicultura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 68-S87, 2010.
- DALLA COSTA, O.A. **Efeito de manejo pré-abate no bem-estar e na qualidade de carne dos suínos**. 2005. 160f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.
- DAY, J.E.L. et al. The effect of varying lengths of straw bedding on the behaviour of growing pigs. **Applied Animal Behaviour Science**, v.109, n.2-4, p.249-260, 2008.
- DAWKINS M.S. 2006. Through animal eyes: what behaviour tell us. **Applied Animal Behaviour Science**, v.100, p.4-10, 2006.
- DUNCAN I.J.H. 2006. The changing concept of animal sentience. **Applied Animal Behaviour Science** v.100, p.11-19, 2006.
- FELÍCIO A.K.C.; ROSA I.L.; SOUTO A, FREITAS R.H.A Feeding behavior of longsnout seahorse *Hippocampus reidi*. **Journal of Ethology**, v.24, p.219-225, 2006.
- FLEMING, I.A.; JONSSON, B.; GROSS, M.R. Phenotypic divergence of sea-ranched, farmed, and wild salmon. **Canadian journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, Ottawa, v.51, n.12, p.2808-2824, 1994.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO. **The state of world fisheries and aquaculture**, Roma: FAO, p.209, 2012.
- FSBI Fish Welfare (Briefing Paper 2). Fisheries Society of the British Isles. Cambridge: **Granta Information Systems**, 2002. disponível em: <http://www.le.ac.uk/biology/fsbi/briefing.html>, acesso em 15, mar de 2015.
- HEDIGER H. **Wild animals in captivity**. London: Butterworths, p.207, 1950.
- JANSEN, J.; BOLHUIS, J.E.; SCHOUTEN, W.G.P.; BERRY, M.; SPRUIJT, V.M. Wiegant Spatial learning in pigs: effects of environmental enrichment and individual characteristics on behaviour and performance. **Animal Cognition**, v.12, p.303-315, 2009.
- KUBITZA, F. Tilápia em água salobra e salgada: uma boa alternativa de cultivo para estuários e viveiros

- litorâneos. **Revista Panorama da Aquicultura**, v.15, n.88, p.14-18, 2005.
- MAKI S, ALFORD P.L.; BLOOMSMITH M.A.; FRANKLIN J. Food puzzle device simulation termite fishing for captive chimpanzee (*Pan troglodytes*). **American Journal of Primatology**, v.1, p.71-78, 1989.
- MAPLE T.L.; STINE W.W. Environmental variables and great ape husbandry. **American Journal of Primatology**, v.3, n.1, p.67-76, 1982.
- MEURER, F.; HAYASHI, C.; COSTA, M.M.; FRECIA, A.; MAUERWERK, M.T. Saccharomyces cerevisiae como probiótico para alevinos de tilápia do Nilo submetidos a desafio sanitário. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1219-1224, 2007.
- MORTENSEN, A.; UGEDAL, O.; LUND, F. Seasonal variation in the temperature preference of Arctic charr (*Salvelinus alpinus*). **Journal of Thermal Biology**, v.32, p.314-320, 2007.
- MÖSTL E, PALME R. Hormones as indicators of stress. **Domestic Animal Endocrinology**, v.23, p.67-74, 2002.
- OGDEN J.J.; FINLAY T.W.; MAPLE T.L. Gorilla adaptation to naturalistic environments. **Zoo Biology**, v.9, p.107-121, 1990.
- OLIVEIRA, R.F.; GALHARDO, L. Sobre a aplicação do conceito de bem-estar a peixes teleosteos e implicações para a piscicultura; **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, suplemento especial, p.77-86, 2007.
- PINHEIRO, J.V. **A pesquisa com bem estar animal tendo como alicerce o enriquecimento ambiental através da utilização de objeto suspenso no comportamento de leitões desmamados e seu efeito como novidade**. 2009.65p. Dissertação (Mestrado em Nutrição e Produção Animal), Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.
- PIZZUTTO C. S.; SGAJ M. G.F.G.; GUIMARÃES M. A.B.V. O enriquecimento ambiental como ferramenta para melhorar a reprodução e o bem-estar de animais cativos. **Revista Brasileira Reprodução Animal**, v.33, n.3, p.129-138, 2009. Disponível em [www.cbpa.org.br](http://www.cbpa.org.br).
- SARUBBI, J. Bem estar animal não se restringe às instalações e equipamentos: o uso de novas tecnologias. In: FÓRUM INTEGRAL DE SUINOCULTURA: TEORIA E PRÁTICA DO BEM ESTAR ANIMAL NA PRODUÇÃO DE SUÍNOS. Curitiba. **Anais...** v.1, p.36-50, 2011.
- SIDONIO, L.; CAVALCANTI, I.; CAPANEMA, L.; MORCH, R.; MAGALHÃES, G.; LIMA, J.; BURNS, V.; ALVES JÚNIOR, A.J.; MUNGIOLI, R. Panorama da aquicultura no Brasil: desafios e oportunidades. **BNDES Setorial**, v.35, p.421-463, 2012.
- SPENCE R, SMITH C. Innate and Learned Colour Preference in the Zebrafish, *Danio rerio*. **Ethology**, v.114, p. 582-588, 2008.
- STAUFFER, D.; KUNWAR, A. AND CHOWDHURY, D. Evolutionary ecology in-silico: evolving foodwebs, migrating population and speciation. **Physica**, v.352, p.202-215, 2005.
- TAYLOR, E.B. Differences in morphology between wild and hatchery populations of juvenile Coho Salmon. **The Progressive Fish-Culturist**, v.48, n.3, p.171-176, 1986.
- TORANZO, A.E.; BARJA, J.L.; DOPAZO, C.P.; ROMALDE, J.L. Enfermedades bacterianas y víricas de peces marinos. In: RANZANI-PAIVA, M.J.; TAKEMOTO, R.M.; LIZAMA, M.A.P. **Sanidade de organismos aquáticos**, p.03-52, 2004.
- VAN DE WEERD, H. A.; DAY, J.E.L. A review of environmental enrichment for pigs housed in intensive housing systems. **Applied Animal Behaviour Science**, v.116, n.1, p.1-20, 2009.
- VEISSIER, I.; BOISSY, A. Stress and welfare: two complementary concepts that are intrinsically related to the animal's point of view. **Physiology & Behavior**, v.92, p.429-433, 2007.
- VEISSIER I, FORKMAN B. 2008. The nature of animal welfare science. **Annual Review of Biomedical Engineering**, v.10, p. 15-26, 2008.
- VOLPATO GL. Considerações Metodológica Sobre os Testes de Preferência na Avaliação do Bem-Estar em Peixes. **Anais da 44ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Jaboticabal, p.1-21,2007.
- WEBSTER MM, HART PJB. Substrate discrimination and preference in foraging fish. **Animal Behaviour**, v.68, p.1071-1077, 2004.
- WILLIAMS, T.D.; READMAN G.D.; OWEN S.F. 2009. Key issues concerning environmental enrichment for laboratory-held fish species. **Laboratório Animal**, p.1-14, 2009.

YASUI, G.S.; SANTOS, L.C.; SHIMODA, E.; RIBEIRO-FILHO, O.P.; CALADO, L. L.; FREITAS, A.S.; VIDAL, M.V.; FERREIRA, E.B. Masculinização de três linhagens de tilápias-do-nilo utilizando o andrógeno sintético 17  $\alpha$ -metil-testosterona. **Zootecnia Tropical**, v.25, n.4, p.307-310, 2007.

YERKES RM. **Almost human**. London: Jonathan Cope, p.229, 1925.

YOUSEFIAN, M.; AMIRI, M.S. A review of the use of prebiotic in aquaculture for fish and shrimp. **African Journal of Biotechnology**. v.8, n.25, p.7313-7318, 2009.