

OXITETRACICLINA PARA MARCAÇÃO QUÍMICA DE JUVENIS DE PIAVA *Leporinus obtusidens*: DETERMINAÇÃO DE DOSES E DURAÇÃO DO TRATAMENTO*

Mariana Roza de ABREU¹; Túlio Barbosa ARANTES¹; Samara HERMES-SILVA²;
Evoy ZANIBONI-FILHO³

RESUMO

O objetivo deste estudo foi definir concentrações e tempos de imersão para a marcação química de juvenis de *Leporinus obtusidens*, utilizando oxitetraciclina (OTC). Foram utilizados 20 juvenis por tratamento submetidos a banhos com seis concentrações de OTC (50, 100, 150, 300, 500, 800 mg L⁻¹) e três tempos de imersão (6, 12, 24 h), mais um tratamento controle. Foram avaliadas escamas de três indivíduos por tratamento em microscópio confocal com luz UV. Os valores médios de temperatura, pH e OD se mantiveram em 27,4°C; 7,2 e 7,4 mg L⁻¹, respectivamente. Em nenhum dos tratamentos foi observada mortalidade. A presença da marca só foi observada a partir do tratamento 100 mg L⁻¹ 24 h⁻¹, sendo de fraca intensidade. Os tratamentos com 12 e 24 h produziram marcas visíveis para 300 mg L⁻¹ e fortemente visíveis e contínuas para 500 mg L⁻¹. Nos tratamentos com 800 mg L⁻¹, todos os tempos de exposição produziram marcas fortemente visíveis e contínuas.

Palavras chave: escama; marcação maciça; estruturas calcificadas

OXYTETRACYCLINE FOR CHEMICAL MARKING OF PIAVA JUVENILES *Leporinus obtusidens*: DETERMINING CONCENTRATION AND TIME OF TREATMENT

ABSTRACT

The aim of this study was to define the concentrations and immersion periods for the chemical marking of piava juveniles *Leporinus obtusidens*, using oxytetracycline (OTC). Twenty piava juveniles were used per treatment and submitted to six concentrations of OTC (50, 100, 150, 300, 500, 800 mg OTC L⁻¹) and three immersion periods (6, 12, 24 h), and one treatment as control. Scales of three fishes per treatment were evaluated under a confocal microscope with UV light. The mean values of temperature, pH and dissolved oxygen were kept at 27.4°C, 7.2, and 7.4 mg L⁻¹, respectively. No mortality was observed in the treatments. The presence of a chemical mark was only observed from the treatment 100 mg L⁻¹ 24 h⁻¹, however it was of low intensity and discontinuous. Treatments with immersion periods of 12 and 24 h produced visible marks in 300 mg L⁻¹, and clear bright and continuous marks in 500 mg L⁻¹. Treatments of 800 mg L⁻¹, for all immersion periods, produced clear bright and continuous marks.

Keywords: scale; mass-marking; calcified structures

Nota Científica: Recebida em 16/10/2013 – Aprovada em 04/08/2014

¹ Programa de Pós-Graduação em Aquicultura da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). e-mail: marirozaabreu@hotmail.com; tulioarantes@yahoo.com.br

² Laboratório de Biologia e Cultivo de Peixes de Água Doce (LAPAD – UFSC). Bolsista PNPd/CAPES. e-mail: samara@lapad.ufsc.br.

³ Laboratório de Biologia e Cultivo de Peixes de Água Doce (LAPAD-UFSC). Rodovia SC 406, 3532 – CEP: 88066-000 – Lagoa do Peri – Florianópolis – SC – Brasil. e-mail: evoy@lapad.ufsc.br (autor correspondente)

* Apoio financeiro: CAPES (Processo nº 23038.007784/2011-36)

INTRODUÇÃO

Os programas de repovoamento têm sido uma prática de manejo bastante utilizada nas últimas décadas em diversos reservatórios de usinas hidrelétricas, geralmente associados à tentativa de mitigar os efeitos destes empreendimentos sobre as populações de peixes nativos (AGOSTINHO *et al.*, 2008). No entanto, a grande maioria dessas ações não apresenta resultados positivos numa análise de longo prazo, já que são realizadas de forma indiscriminada, sem objetivos bem definidos e sem a avaliação contínua dos resultados. Além disso, a capacidade de avaliar o sucesso ou o fracasso dessas ações é considerada o ponto mais importante para sua viabilidade, tornando-se possível com a utilização de marcações nos peixes estocados (BLANKENSHIP e LEBER, 1995; AGOSTINHO *et al.*, 2008).

As técnicas de marcação química de estruturas ósseas de peixes têm sido testadas visando sua utilização no manejo de grande número de peixes, sendo uma alternativa para contornar a problemática dos métodos de marcação que envolve a manipulação individual (FIELDER, 2002; LEAL *et al.*, 2012), como o uso dos Tags (PIT, DART) e da VIFE (Implante Visual Fluorescente de Elastômero), que requerem mão de obra intensa, de alto custo e causam estresse aos peixes manipulados.

A oxitetraciclina (OTC) é uma substância que se liga aos tecidos calcificados (otólitos, escamas, vértebras) e que apresenta fluorescência quando expostos a luz ultravioleta (UV) (FIELDER, 2002). O composto pode ser administrado por métodos invasivos como injeção ou incorporados na dieta e por banho de imersão (MORALES-NIN *et al.*, 2011). Desde o seu isolamento e desenvolvimento, em 1950, a OTC tornou-se um dos antibióticos mais utilizados na aquicultura (XU e ROGERS, 1994).

Diversos estudos demonstram a eficiência desse antibiótico como marcador de peixes na avaliação de ações de estocagem (FIELDER, 2002; MEERBEEK e BETTOLI, 2005; TAYLOR *et al.*, 2005; LOCHET *et al.*, 2011; CRUMPTON *et al.*, 2012), bem como em estudos de idade e crescimento (WARTENBERG *et al.*, 2011). Na sua maioria, estes experimentos envolvem banhos de

imersão com diferentes concentrações, entre 0 e 750 mg L⁻¹, e aplicados em diferentes tempos de imersão, entre 6 e 24 h (TAYLOR *et al.*, 2005; MEERBEEK e BETTOLI, 2005; LOCHET *et al.*, 2011; CRUMPTON *et al.*, 2012). Além disso, a técnica de marcação química também pode ser utilizada para criar marcas duplas, podendo servir para diferenciar lotes de peixes, locais de soltura ou até mesmo tamanhos de peixes soltos (IGLESIAS e RODRIGUEZ-OJEA, 1997; TAYLOR *et al.*, 2005).

Para utilizar esse tipo de marcação em estudos de eficiência de programas de repovoamento é necessário conhecer o tempo de retenção das marcas. Alguns trabalhos avaliaram a viabilidade desse tipo de marcação para programas de repovoamento, demonstrando a permanência das marcas por um grande período de tempo, como 425 dias para *Argyrosomus japonicus* (TAYLOR *et al.*, 2005) e após 4,5 anos para *Sciaenops ocellatus* (JENKINS *et al.*, 2002). Segundo JENKINS *et al.* (2002), a marcação com OTC é um método bastante eficiente para programas de estocagem de peixes, pois além da marca permanecer por períodos longos (> 4 anos), os peixes marcados e recapturados podem ser facilmente identificados.

A piava *Leporinus obtusidens* (Valenciennes, 1837) é uma espécie de peixe com ampla distribuição na América do Sul, encontrada nas Bacias do São Francisco, La Plata, Paraná (REIS *et al.*, 2003) e Rio Uruguai (ZANIBONI-FILHO e SCHULZ, 2003). Na Bacia do Rio Uruguai, esta espécie apresenta elevada importância recreativa e comercial, tanto para a pesca como para o cultivo (REYNALTE-TATAJE e ZANIBONI-FILHO, 2010). Por ser uma espécie considerada migradora obrigatória de longa distância (ZANIBONI-FILHO, 2004) e, assim como as demais espécies de peixes, fica sujeita aos impactos dos empreendimentos hidrelétricos.

O uso de OTC na marcação química de espécies nativas brasileiras ainda não foi relatado; dessa forma, o objetivo deste estudo foi definir as concentrações e o tempo de imersão necessário para a marcação química com OTC em juvenis de piava *L. obtusidens*, buscando definir uma técnica de marcação maciça para peixes que facilite a

rastreabilidade desses indivíduos quando utilizados em programas de repovoamento.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Biologia e Cultivo de Peixes de Água Doce (LAPAD-UFSC) no mês de março de 2012. Os juvenis de piava *L. obtusidens* foram produzidos a partir de reprodução induzida de indivíduos selvagens da bacia do Alto rio Uruguai, que compõem o plantel de reprodutores do próprio Laboratório (Autorização N° 016/2011 – NUPESC/IBAMA/SC). A marcação foi feita com a aplicação do hidrocloreto de oxitetraciclina (Oxytetracycline Hydrochloride - Yangzhou Pharmaceutical Co. Ltd.) contendo 96% de ingrediente ativo, em banhos de imersão.

Foram utilizados 20 peixes por tratamento, mantendo biomassa semelhante entre eles, com comprimento total e peso de 3,6 cm \pm 0,63 e 0,5 g \pm 0,29 (média \pm desvio-padrão), respectivamente. Buscando testar diferentes concentrações, os peixes foram submetidos a banhos de imersão com 50, 100, 150, 300, 500 e 800 mg OTC L⁻¹ por 6, 12 e 24 h, totalizando 18 tratamentos. Foram utilizados tanques com 12 L de água, com densidade de 1,6 peixes L⁻¹. Um grupo controle foi utilizado para avaliar a ocorrência de autofluorescência, fato já relatado em outros trabalhos (FIELDER, 2002; JENKINS *et al.*, 2002). Como a OTC possui um pH extremamente ácido, entre 2 e 3, o que pode causar alta mortalidade em peixes (FIELDER, 2002), foi necessário corrigir o pH de cada tratamento adicionando hidróxido de sódio (NaOH 10%) até atingir o valor da neutralidade. Durante o experimento, os peixes permaneceram em jejum, sem troca de água e com a utilização de sopradores de ar. A temperatura, oxigênio dissolvido e pH foram monitorados. Após o término do experimento, os peixes foram acondicionados em sistema de recirculação de água e alimentados duas vezes ao dia com ração comercial contendo 42% de proteína bruta. Durante todo o período, os peixes permaneceram com fotoperíodo controlado (12:12).

Apesar dos otólitos serem estruturas mais indicadas para a visualização das marcas,

comparado com as escamas e raios de nadadeiras, por serem os primeiros tecidos calcificados a se formar, esse é um método invasivo e depende do sacrifício dos peixes avaliados. Adicionalmente, existe grande dificuldade na remoção, preparação de lâminas e avaliação das marcas em otólitos (BARKER e MCKAYE, 2004). Dessa forma, neste estudo, optou-se pela avaliação das escamas, por ser mais prática e permitir a avaliação de um mesmo indivíduo ao longo do tempo.

Após três meses do tratamento com OTC, foram analisados aleatoriamente três peixes expostos às diferentes concentrações, dos quais foram retiradas três escamas de cada. As escamas foram retiradas da região dorsal, entre a linha lateral esquerda e a nadadeira dorsal, que é considerada a região de menor incidência de reposição de escamas (BUTCHER *et al.*, 2003). Para a preparação das lâminas foram selecionadas escamas sem falhas; cada uma delas foi lavada com água morna e sabão líquido com auxílio de algodão. Logo após, as escamas foram imersas em água destilada e fixadas em lâmina e lamínula com esmalte incolor. As lâminas foram acondicionadas em caixa escura e mantidas ao abrigo da luz até a leitura.

A detecção das marcas de OTC foi realizada em microscópio de fluorescência LEICA DMI6000 B com filtro UV na faixa de 405 a 660 nm, sob aumento de 10x, no Laboratório Central de Microscopia Eletrônica da Universidade Federal de Santa Catarina (LCME-UFSC). Sob microscópio, as escamas foram submetidas a uma faixa de excitação de 405 nm e, posteriormente, submetidas a um espectro de emissão de 420 a 480 nm ou de 530 a 590 nm, buscando-se o melhor ajuste para a detecção da OTC (LOCHET *et al.*, 2011). O registro fotográfico foi obtido a partir do Scanner CONFOCAL TCS SP5 acoplado ao microscópio utilizando-se o software CONFOCAL LEICA LAS AF lite.

Seguindo protocolo descrito por BUTCHER *et al.* (2003) e TAYLOR *et al.* (2005), a qualidade das marcas foi avaliada quanto à presença ou ausência e o seu grau de intensidade, classificada utilizando a seguinte escala: 0) ausente, nenhuma marca foi detectada (Figura 1a); 1) fraca, marca

presente e pouco visível (Figura 1b); 2) média, marca presente com brilho médio (Figura 1c); e 3) intensa, marca presente e fortemente visível (Figura 1d). Neste trabalho, semelhante ao recomendado por outros autores, foram consideradas marcas aceitáveis apenas aquelas escamas classificadas com intensidade igual ou

superior a 2 (BUTCHER *et al.*, 2003; TAYLOR *et al.*, 2005). Quanto à morfologia das marcas, foram classificadas em contínuas, onde a marcação apresentava uma faixa contínua de fluorescência, e descontínuas, quando eram visualizados apenas traços descontínuos de fluorescência (LOCHET *et al.*, 2011).

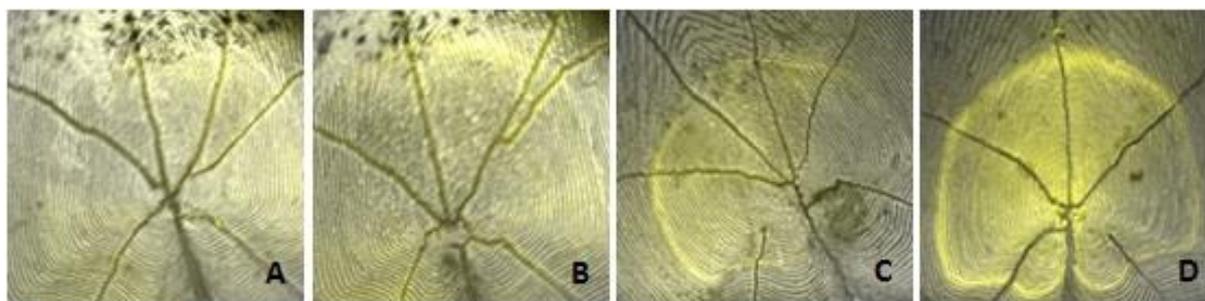


Figura 1. Avaliação da qualidade das marcas: (A) marca ausente, escore = 0; (B) fraca intensidade, escore = 1, descontínua; (C) média intensidade, escore = 2, descontínua; (D) forte, escore = 3, contínua.

RESULTADOS

Durante o experimento, não foi observada nenhuma evidência de estresse e mortalidade dos indivíduos nos diferentes tratamentos. Os valores médios de temperatura, pH e oxigênio dissolvido se mantiveram em $27,4 \pm 0,65^{\circ}\text{C}$, $7,2 \pm 0,17$ e $7,4 \pm 0,33 \text{ mg L}^{-1}$, respectivamente.

No grupo controle, as escamas apresentaram autofluorescência nas ranhuras (Figura 2a), fato que também foi observado em algumas escamas de outros tratamentos, como por exemplo, no tratamento com 50 mg L^{-1} exposto por 12 h. Apesar disso, nenhum desses tratamentos apresentou intensidade de marcação igual ou superior a 2, valor mínimo para considerar a presença de marcação válida.

Nenhum indivíduo nos tratamentos com concentração de 50 mg L^{-1} apresentou marcação nas escamas, independente do tempo de exposição (Figura 3). Na concentração de 100 mg L^{-1} somente foi obtida marcação no tratamento de 24 h de imersão, no entanto, a marcação apresentou fraca intensidade e marca descontínua (Figura 3). Já na concentração de 150 mg L^{-1} aplicada por 24 h

foram observadas escamas com marcas de intensidade média e descontínua, entretanto, este resultado foi obtido apenas em um dos indivíduos analisados (Figuras 2b e 3). Os tratamentos com 12 e 24 h de imersão produziram marcas com valor médio do escore de intensidade ≥ 2 para as concentrações de 300 (Figuras 2c, d e 3) e 500 mg L^{-1} (Figuras 2e,f e 3). Já no tratamento de 500 mg L^{-1} por 6 h, o valor médio do escore de intensidade foi 2, representando uma marcação de média intensidade, porém nos três peixes avaliados foram observadas marcas com as mesmas características. Nos tratamentos com 800 mg L^{-1} , todos os tempos de imersão foram suficientes para produzir marca fortemente visível e contínua (Figuras 2g, h, i e 3).

Os melhores resultados foram encontrados a partir da concentração de 300 mg L^{-1} com 12 h de imersão, sendo que, neste tratamento, a média do escore de intensidade foi 3, sendo caracterizada como uma marca contínua e fortemente visível. Contudo, na maior parte dos tratamentos, não houve uma uniformidade nas marcas dos três peixes avaliados (Figura 3).

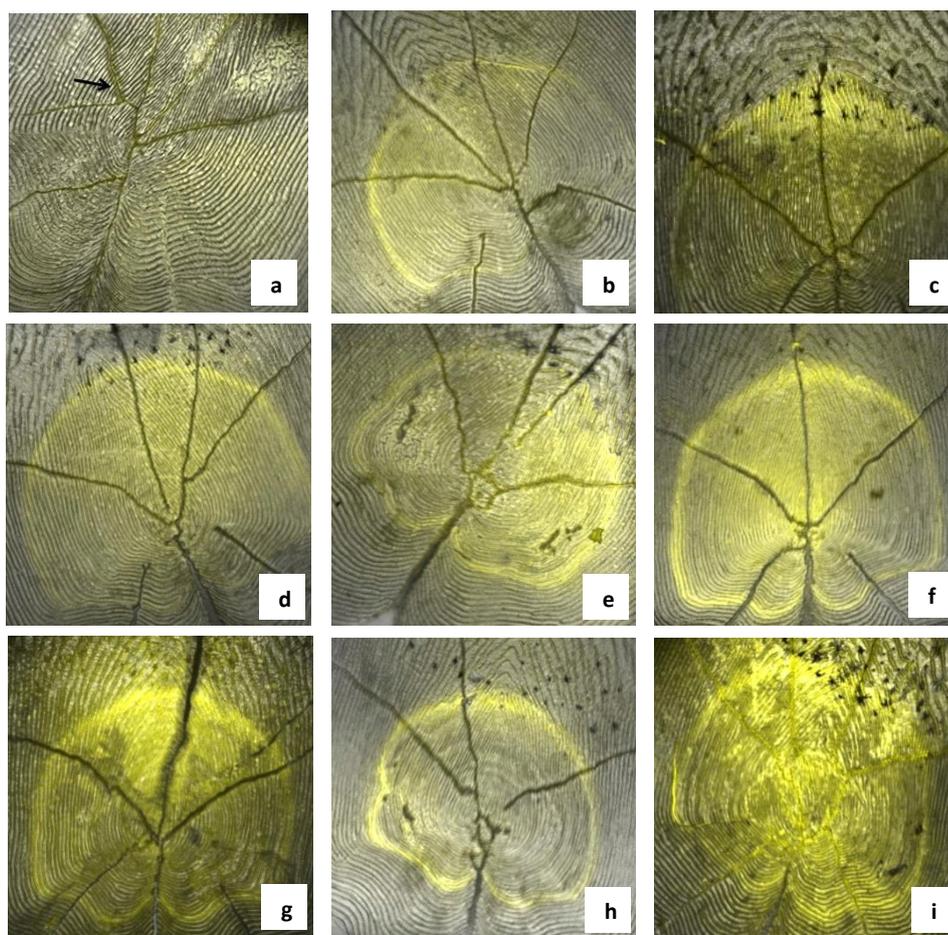


Figura 2. Imagens das escamas das piavas *Leporinus obtusidens* submetidas aos diferentes tratamentos de marcação com OTC: presença de autofluorescência nas ranhuras (seta) das escamas do tratamento controle (a); marca de intensidade média e descontínua observada no tratamento 150 mg L⁻¹ 24 h⁻¹ (b); marcas consideradas viáveis nos tratamentos 300 mg L⁻¹ 12 h⁻¹ (c), 300 mg L⁻¹ 24 h⁻¹ (d) e 500 mg L⁻¹ 12 h⁻¹ (e); marcas fortemente visíveis e contínuas nos tratamentos 500 mg L⁻¹ 24 h⁻¹ (f), 800 mg L⁻¹ 6 h⁻¹ (g), 800 mg L⁻¹ 12 h⁻¹ (h), 800 mg L⁻¹ 24 h⁻¹ (i).

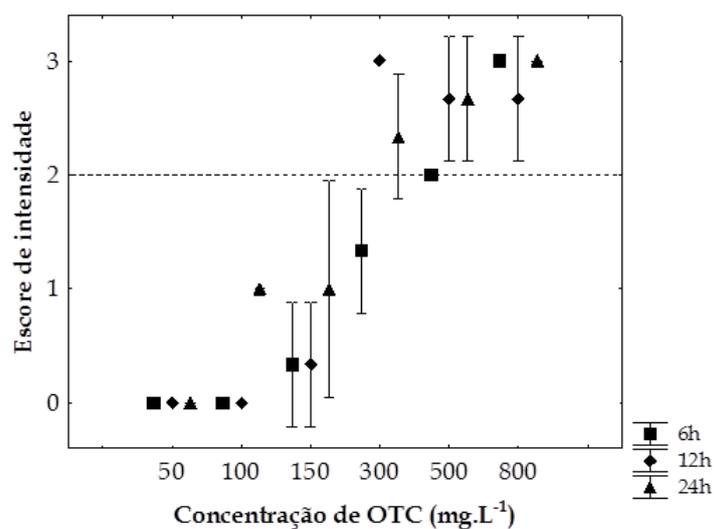


Figura 3. Média (±DP) do escore de intensidade das marcas nos peixes analisados de cada tratamento. A linha tracejada representa o limite para uma marca ser considerada aceitável (de média à forte intensidade).

DISCUSSÃO

A ausência de mortalidade e de comportamento de estresse das piavas observadas durante todo o experimento, tanto durante a exposição à OTC quanto nos três meses posteriores, em que permaneceram no laboratório, indica que as concentrações de OTC utilizadas não são tóxicas para a espécie. Diferentemente do presente trabalho, alguns autores (MEERBEEK e BETTOLI, 2005; TAYLOR *et al.*, 2005; CRUMPTON *et al.*, 2012) reportaram a ocorrência de mortalidade em tratamentos de marcação com OTC; no entanto, esses autores consideraram essa mortalidade insignificante e semelhante à observada nos grupos controle. Espécies de trutas (*Oncorhynchus mykiss* e *Salmo trutta*) mantidas em banhos de imersão de 500 mg L⁻¹ apresentaram mortalidade inferior a 3,5% (MEERBEEK e BETTOLI, 2005), enquanto juvenis de mulloy (*Argyrosomus japonicus*) apresentaram mortalidade inferior a 1% quando mantidos em banhos de imersão de até 600 mg L⁻¹ (TAYLOR *et al.*, 2005), e juvenis de esturção (*Acipenser brevirostrum*) apresentaram mortalidade de um único indivíduo durante o tratamento na concentração de 750 mg L⁻¹ (CRUMPTON *et al.*, 2012). Neste trabalho, valores de até 800 mg L⁻¹ utilizados nos banhos de imersão não causaram mortalidade de *L. obtusidens*.

A presença de autofluorescência nas escamas do tratamento controle, observada em nosso estudo, também foi relatada por FIELDER (2002), afirmando que rachaduras ou partes quebradas nas estruturas avaliadas podem provocar autofluorescência. Porém, o mais importante é que seja possível diferenciar facilmente a autofluorescência das marcações químicas, e um dos fatores que pode influenciar na diferenciação dessas marcas é o período entre a marcação e a primeira avaliação das estruturas (JENKINS *et al.*, 2002). Para esses autores, as marcações por OTC só passaram a ser facilmente distinguidas da autofluorescência quando a avaliação foi realizada após 56 dias dos banhos de marcação.

Os resultados obtidos nesse estudo corroboram com o experimento de BROOKS *et al.* (1994) e de MEERBEEK e BETTOLI (2005), que obtiveram 100% dos ótolitos marcados utilizando 500 mg L⁻¹ em 6 h. Já nos trabalhos que utilizaram

tratamentos com 300 e 350 mg de OTC L⁻¹ em um tempo de imersão inferior a 12 h não foi obtido sucesso nas marcações (BROOKS *et al.*, 1994; BUTCHER *et al.*, 2003; LOCHET *et al.*, 2011), semelhante aos resultados aqui apresentados, já que nessa concentração foi demonstrado que marcas fortemente visíveis e contínuas só foram alcançadas quando foi utilizado tempo de imersão igual ou superior a 12 h.

O aumento na concentração de OTC ou do tempo de exposição tende a proporcionar marcação mais intensa e de forma contínua nas estruturas, tanto em otólitos (BROOKS *et al.*, 1994) quanto em escamas (BUTCHER *et al.*, 2003). Semelhante ao observado neste trabalho, a redução no tempo de exposição precisa ser compensada pelo aumento na concentração de OTC na solução para garantir a formação de marcas fortemente visíveis e contínuas.

CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos define-se 300 mg L⁻¹ por 12 h, e 500 e 800 mg L⁻¹ por 6 h como os melhores tratamentos a serem utilizados para a marcação química com OTC da piava *L. obtusidens*, buscando conciliar marcas contínuas e de forte intensidade à maior porcentagem de peixes marcados.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelas bolsas de pós-graduação e produtividade. Igualmente agradecem aos técnicos do Laboratório Central de Microscopia Eletrônica (LCME) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) pelo apoio nas análises microscópicas e na captura das imagens. Esta pesquisa foi financiada pela CAPES e teve o apoio do LCME-UFSC.

REFERÊNCIAS

AGOSTINHO, A.A.; PELICICE, F.M.; GOMES, L.C. 2008 Dams and the fish fauna of the Neotropical region: impacts and management related to

- diversity and fisheries. *Brazilian Journal of Biology*, 68(4, supl.): 1119-1132.
- BARKER, J.M. e MCKAYE, K.R. 2004 Immersion marking of juvenile Midas cichlids with oxytetracycline. *North American Journal of Fisheries Management*, 24: 262-269.
- BLANKENSHIP, H.L. e LEBER, K.M. 1995 A responsible approach to marine stock enhancement. *American Fisheries Society Symposium*, 15: 167-175.
- BROOKS, R.C.; HEIDINGER, R.C.; KOHLER, C.C. 1994 Mass-marking otoliths of larval and juvenile walleyes by immersion in oxytetracycline, calcein, or calcein blue. *North American Journal of Fisheries Management*, 14: 143-150.
- BUTCHER, A.; MAYER, D.; WILLETT, D.; JOHNSTON, M.; SMALLWOOD, D. 2003 Scale pattern analysis is preferable to OTC marking of otoliths for differentiating between stocked and wild dusky flathead, *Platycephalus fuscus*, and sand whiting, *Sillago ciliata*. *Fisheries Management and Ecology*, 10: 163-172.
- CRUMPTON, R.L.; HENNE, J.P.; WARE, K.M. 2012 Marking otoliths and fin spines of juvenile shortnose sturgeon with oxytetracycline and the effects of water temperature during treatment. *North American Journal of Fisheries Management*, 32: 523-527.
- FIELDER, D.G. 2002 *Methodology for immersion marking walleye fry and fingerlings in oxytetracycline hydrochloride and its detection with fluorescence microscopy*. Michigan Department of Natural Resources/Fisheries Technical Report. 23p.
- IGLESIAS, J. e RODRÍGUES-OJEA, G. 1997 The use of alizarin complexone for immersion marking of the otoliths of embryos and larvae of the turbot, *Scophthalmus maximus* (L.): dosage and treatment time. *Fisheries Management and Ecology*, 4: 405-417.
- JENKINS, W.E.; DENSON, M.R.; BRIDGHAM, C.B.; COLLINS, M.R.; SMITH, T.I.J. 2002 Retention of oxytetracycline-induced marks on sagittae of red drum. *North American Journal of Fisheries Management*, 22: 590-594.
- LEAL, M.E.; BARBOSA, A.S.; SCHULZ, U.H. 2012 Uso de Implante Visual Fluorescente de Elastômero (VIFE) na marcação de pequenos peixes de água doce. *Biotemas*, 25(3): 311-315.
- LOCHET, A.; JATTEAU, P.; GESSNER, J. 2011 Detection of chemical marks for stocking purposes in sturgeon species. *Journal of Applied Ichthyology*, 27: 444-449.
- MEERBEEK, J.R. e BETTOLI, P.W. 2005 Mass-Marking Rainbow Trout and Brown Trout Fingerlings with Oxytetracycline. *Journal of Freshwater Ecology*, 20(3): 555-559.
- MORALES-NIN, B.; GRAU, A.; PÉREZ-MAYOL, S.; PASTOR, E.; PALMER, M. 2011 Oxytetracycline hydrochloride vital labelling revisited: the case of *Dicentrarchus labras* and *Diplodus puntazzo*. *Journal of Fish Biology*, 78: 762-782.
- REIS, R.E.; KULLANDER, S.O.; FERRARIS-JR, C.J. 2003 *Check list of the freshwater fishes of South and Central America*. Porto Alegre:EDIPUCRS. 742p.
- REYNALTE-TATAJE, D.A. e ZANIBONI-FILHO, E. 2010 Cultivo do gênero *Leporinus*. In: BALDISSEROTTO, B. e GOMES, L.C. (org.) *Espécies nativas para a piscicultura no Brasil*. Santa Maria, Editora UFSM. p.81-103.
- TAYLOR, M.D.; FIELDER, D.S.; SUTHERS, I.M. 2005 Batch marking of otoliths and fin spines to assess the stock enhancement of *Argyrosomus japonicus*. *Journal of Fish Biology*, 66: 1149-1162.
- WARTENBERG, R.; BOOTH, A.J.; WEYL, O.L.F. 2011 A comparison of three techniques for fluorochrome marking of juvenile *Clarias gariepinus* otoliths. *African Zoology*, 46(1): 72-77.
- XU, D. e ROGERS, W.A. 1994 Oxytetracycline residue in striped bass muscle. *Journal of Aquatic Animal Health*, 6: 349-354.
- ZANIBONI-FILHO, E. 2004 Piscicultura das espécies nativas de água doce. In: POLI, C.R.; POLI, A.T.B.; ANDREATTA, E.; BELTRAME, E. (org.) *Aquicultura: Experiências brasileiras*. Florianópolis, Ed. UFSC. p.337-368.
- ZANIBONI-FILHO, E. e SCHULZ, U.H. 2003 Migratory fishes of the Uruguay River. In: CAROLSFELD, J.; HARVEY, B.; BAER, A.; ROSS, C. (eds.) *Migratory fishes of the South America: biology, social importance and conservation status*. Canada, IDRC/World Bank/World Fisheries Trust. p.135-168.