

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE VETERINÁRIA**

**DESENVOLVIMENTO DE NOVO MARCADOR VISUAL EXTERNO
PARA PEIXES E SUAS INFLUÊNCIAS SOBRE DESEMPENHO E
HEMATOLOGIA DE PACAMÃ (*Lophiosilurus alexandri*)**

Túlio Pacheco Boaventura

Belo Horizonte

2018

Túlio Pacheco Boaventura

**DESENVOLVIMENTO DE NOVO MARCADOR VISUAL
EXTERNO PARA PEIXES E SUAS INFLUÊNCIAS SOBRE
DESEMPENHO E HEMATOLOGIA DE PACAMÃ**

(Lophiosilurus alexandri)

*Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-graduação em Zootecnia da Escola de
Veterinária da Universidade Federal de
Minas Gerais como requisito parcial para
obtenção do grau de Mestre em Zootecnia.*

Área de concentração: Produção Animal

Prof. Orientador: Dr. Ronald Kennedy Luz

Belo Horizonte

Escola de Veterinária - UFMG

2018

B662d Boaventura, Túlio Pacheco, 1990-
Desenvolvimento de novo marcador visual externo para peixes e suas influências sobre desempenho e hematologia de Pacamã (*Lophiosilurus alexandri*) / Túlio Pacheco Boaventura. – 2018.
77 p. : il.

Orientador: Ronald Kennedy Luz
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Veterinária
Inclui bibliografia

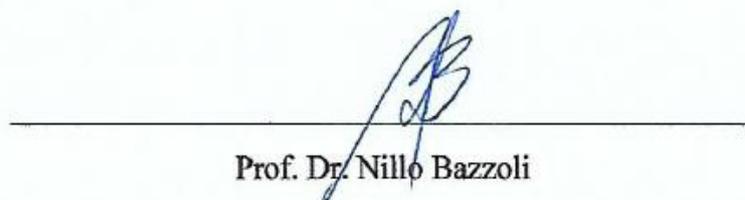
1. Pacamã (Peixe) – Teses. 2. Marcação de peixe – Teses. 3. Produção animal – Teses. 4. Hematologia veterinária – Teses. 5. Desempenho produtivo – Teses. I. Luz, Ronald Kennedy. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Veterinária. III. Título.

CDD – 639.3

Dissertação defendida e aprovada em 09/02/2018, pela comissão examinadora constituída por:



Prof. Dr. Ronald Kennedy Luz



Prof. Dr. Nillo Bazzoli



Prof. Dra. Gisele Cristina Fávero

“Se eu vi mais longe, foi por estar sobre ombros de gigantes”

(Issac Newton)

AGRADECIMENTOS

A minha mãe Maria Aparecida Pacheco pelos ensinamentos, educação, paciência, amor, dedicação e confiança;

Ao meu pai Márcio Nazaré Boaventura, pelas pescarias, amor, dedicação e confiança.

A minha melhor amiga e noiva, Camila Silva Brey Gil pela companhia, ajuda e apoio.

Ao meu orientador Prof. Dr. Ronald Kennedy Luz, pelo exemplo de trabalho árduo, orientações, oportunidades e incentivos.

Aos meus avós Sebastião Lopes Pacheco e Elza de Souza Pacheco por sempre cuidarem de mim com muito carinho e afeto.

A todos os técnicos administrativos e de laboratório do Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais e da Escola de Veterinária.

Aos meus colegas de curso e de laboratório, em especial a equipe de larvicultura, pelos inúmeros favores prestados e ao Fábio Santos pela ajuda com as análises estatísticas.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES-Brasil) pela bolsa concedida, a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq-Brasil) pelo apoio financeiro.

E por último, mas com maior importância, agradeço a Deus que renova as minhas forças a cada manhã e que colocou em meu caminho todas estas pessoas acima citadas para que eu conseguisse chegar até aqui.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	9
LISTA DE TABELAS	11
LISTA DE EQUAÇÕES	12
LISTA DE ABREVIACÕES	13
RESUMO	14
ABSTRACT	16
1. INTRODUÇÃO.....	18
2. REVISÃO DE LITERATURA	19
2.1. Recursos pesqueiros e os programas de repovoamento.....	19
2.2. Marcadores para identificação de peixes.....	19
2.2.1. Marcadores internos	20
2.2.2. Marcadores externos.....	21
2.3. Pacamã.....	22
2.4. Hematologia de peixes.....	23
3.0. OBJETIVOS.....	26
3.1. Objetivo geral	26
3.2. Objetivos específicos.....	26
3.3. Metas	26
4.0. REFERÊNCIAS	27
5.0. PATENTE (BR 10 2017 007577 0): MARCADOR VISUAL EXTERNO PARA IDENTIFICAÇÃO DE PEIXES E APLICADOR	37

Introdução a tecnologia	37
Revisão de patente	38
Descrição detalhada da tecnologia	41
Exemplos	41
Reivindicações.....	42
Desenhos.....	44
Referências	46
6.0 ARTIGO:.....	49
MARCADOR VISUAL EXTERNO PARA PEIXES: TAMANHO MÍNIMO DE MARCAÇÃO E INFLUÊNCIA SOBRE DESEMPENHO E HEMATOLOGIA DE <i>Lophiosilurus alexandri</i>	49
1. Introdução.....	50
2. Materiais e métodos.....	52
2.3. Análise estatística	57
4. Resultados.....	57
4.1 Experimento 1	57
4.2 Experimento 2	60
5. Discussão.....	62
Conclusões.....	66
Agradecimentos.....	66
Referências	67
CONSIDERAÇÕES FINAIS	74

LISTA DE FIGURAS

Patente

Figura 1- Marcador visual externo para identificação de peixes, consistindo de uma chapa polimérica de corpo único (1), compreendendo um sistema de ancoragem com uma farpa (2), que se estende formando uma etiqueta para codificação (3). 44

Figura 2- Aplicador de marcador visual externo para identificação de peixes (4), compreendendo de uma trava (5), contendo uma agulha (5), e um suporte (7), que permite a aplicação do marcador, de forma que a ancoragem fique inserida na musculatura do animal. 44

Figura 3- Desenho esquemático com vista lateral de um peixe marcado (A) e com vista superior de um peixe marcado (B). 45

Figura 4-Dimensões não limitantes do protótipo do marcador da tecnologia..... 45

Artigo

Figura 1- Marcador visual para peixes descrito no depósito da patente BR102017007577053 57

Figura 2- Taxa de retenção dos marcadores nos diferentes tamanhos avaliados a cada 30 dias por um período de 90 dias. Médias seguidas de uma letra diferente (maiúsculas entre os dias e minúsculas entre os tamanhos) indicam diferenças significativas ($P < 0,05$) por ANOVA de duas vias seguido de Tukey 58

Figura 3- Fotografia dos animais marcados. Animal marcado do tamanho Grande após 90 dias da marcação (A) e animal do tamanho Pequeno com a ferida ocasionada após o desprendimento do marcador durante o experimento (B). 59

Figura 4- Parâmetros hematológico dos animais marcados e não marcados nos diferentes dias analisados. Er (A), Leuc (B), PPT (C) e VCM (D) e Hct (E). Médias seguidas de uma letra maiúscula diferente indicam diferenças significativas ($P < 0,05$) entre os dia por ANOVA de duas vias seguido de Tukey. Médias com letras minúsculas diferentes indicam diferenças significativas ($P < 0,05$) entre um peixe marcado e não marcado por teste t de Student. 61

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Média e desvio padrão do peso e comprimento dos animais utilizados nos diferentes tamanhos.....	54
Tabela 2-ganho de peso, peso e comprimento final dos animais nos diferentes tamanhos após 90 dias. Ganho de peso (Gp), peso final (Pf) e comprimento final (Cf).	59

LISTA DE EQUAÇÕES

- Equação 1- Equação utilizada para mensuração da taxa de retenção dos marcadores. Taxa de retenção (TR), número de animais inicialmente marcados (Mi) e número de animais que permaneceram marcados (Mf)..... 55
- Equação 2- Equação utilizada para calcular a taxa de ganho de peso (GP), onde: peso médio final (Pf) e peso médio inicial (Pi)..... 55
- Equação 3- Equação utilizada para calcular a taxa de sobrevivência. Taxa de sobrevivência (TS), número de sobreviventes final (Nf), número de sobreviventes inicial (Ni)..... 55
- Equação 4- Equação utilizada para calcular o volume corpuscular médio. Número de eritrócitos (Er) e hematócrito (Htc). 56

LISTA DE ABREVIACÕES

Cf: Comprimento final

Er: Eritrócitos

Gp: Ganho de peso

Htc: Hematócrito

ICMBIO: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade

Leuc: Leucócitos

PPT: Proteína plasmática total

Pf: Peso final

PB: Proteína Bruta

PETG: Tereftalato de polietileno modificado com glicol

TR: Taxa de retenção

VCM: Volume corpuscular médio

RESUMO

O objetivo desse trabalho foi produzir e testar uma tecnologia que permite a fabricação e aplicação de marcador visual externo para peixes, economicamente viável e que apresente boa taxa de retenção sem comprometer o desempenho dos animais. Primeiramente, foi desenvolvido um marcador externo (deposito BR1020170075770) que consiste em marcadores fabricados via corte a laser de chapas do polímero PETG e aplicador que compreende uma agulha, uma trava e um suporte. A tecnologia desenvolvida foi testada em Pacamã (*Lophiosilurus alexandri*) sendo realizados dois experimentos. No primeiro foi verificado a taxa de retenção e a influência do marcador sobre a sobrevivência e ganho de peso de 3 classes de tamanho de *L. alexandri*: Pequeno ($10,58 \pm 0,63$ cm e $14,50 \pm 0,63$ g), Médio ($11,71 \pm 0,52$ cm e $23,95 \pm 1,76$ g) e Grande ($13,5 \pm 0,60$ cm e $31,96 \pm 3,50$ g) durante 90 dias. Foram utilizadas 4 repetições para cada tamanho de animal, cada repetição era composta de 25 animais, sendo 15 marcados e 10 não marcados. A taxa de retenção dos marcadores foi calculada a cada 30 dias e o ganho de peso dos animais no final dos 90 dias. No segundo experimento foi verificada a influência do marcador sobre os parâmetros hematológicos dos juvenis ($17,09 \pm 1,02$ cm e $64,28 \pm 11,80$ g) após 5, 10 e 30 dias da marcação frente a animais não marcados. No experimento 1, os animais apresentaram 100 % de sobrevivência. O marcador apresentou maior taxa de retenção ($P < 0,05$) para os animais Grandes, sendo no final dos 90 dias $46,66 \pm 5,44$ % para os Pequenos, $63,31 \pm 3,83$ % para os Médios e $84,83 \pm 8,34$ % para os Grandes. Os animais Pequenos marcados ganharam menos peso ($P < 0,05$) em comparação com os animais Pequenos não marcados. No experimento 2 foram observadas 9,4 % de mortalidade para os animais marcados e não marcados. O hematócrito foi mais elevado no trigésimo dia para os animais marcados, enquanto nenhuma diferença foi observada para leucócitos, proteína plasmática, eritrócitos e volume corpuscular médio. Podemos concluir que a tecnologia desenvolvida apresentou limitações quando aplicada em *L. alexandri* de

tamanhos Pequenos, resultando em baixa taxa de retenção e influência sobre o ganho de peso. Entretanto apresentou boa taxa de retenção e nenhuma influência nos animais maiores, tendo maior taxa de retenção à medida que aumenta o tamanho dos animais. Dentre os parâmetros hematológicos estudados o marcador só influenciou no hematócrito, o que mostra que o marcador pode ser utilizado sem causar grandes influências na fisiologia dos animais.

Palavras chaves: marcação, retenção, desempenho, hematologia, siluriforme.

ABSTRACT

The purpose of this work was to produce and test a technology that allows the manufacture and application of an external visual fish tag, economically viable that presents a good retention rate without compromising the performance of the animals. Firstly, an external device was developed (BR1020170075770) containing a fish tag (obtained via laser cutting of PETG polymer sheets) and an applicator with needle, latch and holder. The technology developed was tested in Pacamã (*Lophiosilurus alexandri*) and two experiments were carried out. In the first one, the retention rate and the influence of the tag on the survival and weight gain of three size classes of *L. alexandri*: small (10.58 ± 0.63 cm and 14.50 ± 0.63 g), medium (11.71 ± 0.52 cm and 23.95 ± 1.76 g) and big (13.5 ± 0.60 cm and $31, 96 \pm 3.50$ g) for 90 days. Four replicates were used for each animal size, each replicate was composed of 25 animals, 15 animals with tag and 10 animals without tag. The retention rate of the tags was calculated every 30 days and the weight gain of the animals at the end of the 90 days. In the second experiment, the influence of the Tag on hematological parameters of juveniles (17.09 ± 1.02 cm and 64.28 ± 11.80 g) was verified after 5, 10 and 30 days of the tagging that were compared to non-juvenile animals tagged. In experiment 1, the survival rate was 100%. The tag presented a higher retention rate ($P < 0.05$) for big animals, and at the end of 90 days the retention rate was: $46.66 \pm 5.44\%$ for the small, $63.31 \pm 3.83\%$ for the Medium and $84, 83 \pm 8.34\%$ for the big animals. Small animals with tag gained less weight ($P < 0.05$) than small animals untagged. In Experiment 2, the mortality was of two fishes: one tagged and the other untagged. Hematocrit level was higher on the thirtieth day for tagged animals, while no difference was observed on the level of leukocytes, plasma protein, erythrocytes and corpuscular volume. We can conclude that the developed device presented limitations when applied in smalls *L. alexandri*, resulting in low retention rate and influence on the weight gain. However, it had a good retention rate and no influence on the weight gain of the big

animals. We also observed the increasing of retention rate with the size of the animals. Among the hematological parameters studied the marker only influenced the hematocrit, which shows that the tag can be used without causing big influences in the physiology of the animals.

Keywords: Tagging, retention, performance, hematology, siluriforme.

1. INTRODUÇÃO

O uso de marcadores para identificação individual de organismos aquáticos vem sendo amplamente utilizado para estudar o comportamento dos animais no ambiente natural, sucesso dos programas de repovoamento (Turcsányi 2014), identificação de reprodutores (Orlando e Afonso 2002) e animais de programas de melhoramento genético (Refstie e Aulstad 1975). Existem diversos tipos de marcadores disponíveis para essa finalidade, onde podem ser classificados como internos e externos (Navarro et al. 2006). Os marcadores internos apresentam elevada taxa de retenção para a maioria das espécies. Entretanto, dependem da utilização de equipamentos específicos para sua detecção e leitura de informações (Smith et al. 2017). Já os marcadores externos são baratos, fáceis de serem aplicados e detectados a olho nu, o que faz com que esses marcadores assumam grande importância para estudos em ambiente natural (Turcsányi 2014). Nos marcadores externos pode ser incluído endereço para contato, permitindo a realização de trabalho em colaboração com pescadores e oferecendo recompensas (Alves 2007) para aqueles que repassarem as informações aos pesquisadores quando capturarem um peixe marcado. Contudo, cada espécie de peixe, assim como cada marcador pode apresentar diferente desempenho, sendo necessário a realização de estudos em ambiente fechado antes de sua utilização no ambiente natural (Booth e Weyl 2008). Não existe nenhum tipo de marcador visual externo disponível no mercado brasileiro, o que muitas vezes pode resultar em elevados custos de aquisição devido à diferença do câmbio nacional, gastos com fretes e impostos, além da logística que, muitas vezes, pode ocasionar atrasos para o recebimento do produto.

Neste sentido, o objetivo desse trabalho foi desenvolver e patentear um marcador visual para peixe, economicamente viável e testá-lo em juvenis de pacamã.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Recursos pesqueiros e os programas de repovoamento

As atividades de pesca predatória (FAO 2016) associadas ao aumento da poluição dos rios, desmatamento e alteração do percurso dos rios para a construção de grandes reservatórios e hidrelétricas têm gerado impacto na fauna aquática (Auer 1996; Agostinho et al. 2010; Mcdougall et al. 2014), principalmente para as espécies de comportamento migratório, que necessitam seguir o percurso do rio para desovarem naturalmente (Fernandes et al. 2009; Agostinho et al. 2010). Tal fato tem causado preocupações ambientais e despertado o interesse de diversos países em promover programas de repovoamento de peixes no ambiente para recompor o estoque natural e evitar a extinção de espécies (Svåsand et al. 2000; Steffensen et al. 2010; Kawamura et al. 2012).

Apesar dos esforços, muitas vezes os programas de repovoamento têm sido realizados de forma empírica, sem qualquer informação sobre a variabilidade genética da espécie inserida no ambiente e sem estudos que comprovem sua efetividade ou não para recompor o estoque natural (Agostinho et al. 2010; Barroca et al. 2015). Uma das formas de estudar o comportamento dos animais dos programas de repovoamento e verificar seu efeito sobre o estoque natural é através da utilização de marcadores individuais, de forma que os animais sejam identificados e liberados em seu habitat natural (Svåsand et al. 2000). Após a sua soltura, os peixes marcados poderão ser recapturados e identificados através destes marcadores (Turcsányi 2014).

2.2. Marcadores para identificação de peixes

Os marcadores individuais de organismos aquáticos vêm sendo amplamente utilizados por pesquisadores (Nunnallee et al. 1998) e indústrias aquícolas. Geralmente, os marcadores

utilizados no meio acadêmico pelos pesquisadores apresentam o propósito de realizar estudos dos animais em seu habitat natural, como: crescimento (Richard et al. 2013), comportamento migratório (Acolas et al. 2007), mecanismos de transposição de peixes construídos em usinas hidrelétricas (Alves 2007), estimar a quantidade de animais capturados pela pesca (Nunnallee et al. 1998; Gaertner et al. 2004) e verificar o sucesso dos programas de repovoamento (Thomassen et al. 2000; Brennan et al. 2007; Abreu et al. 2014). Em pisciculturas, os marcadores são utilizados para identificação de reprodutores (Orlando e Afonso 2002) e prole de animais oriundos de programas de melhoramento genético para resguardo de pedigree (Refstie e Aulstad 1975). Existem diversos tipos de marcadores disponíveis, cada um com sua peculiaridade (Matechik et al. 2013), os quais podem ser classificados como externos e internos (Navarro et al. 2006; Brewer e Norcross 2012).

Além de boa taxa de retenção (Quartararo e Kearney 1996; Booth e Weyl 2008), para que um marcador possa ser utilizado, esse deve apresentar o mínimo de influências possíveis sobre os animais (Luo et al. 2015). Dentre as influências mais importantes encontram-se: sobrevivência, crescimento, ganho de peso (Barroca et al. 2015), locomoção e capacidade de escape frente a predação (Ficke et al. 2012). Para estudar a população de organismos aquáticos em ambiente natural é imprescindível que sejam realizados testes do marcador sobre a espécie desejada em ambiente fechado. Dessa forma, os dados obtidos podem ser analisados e usados para evitar que os resultados encontrados sejam subestimados (Frederick 1997; Winner et al. 1999; Booth e Weyl 2008).

2.2.1. Marcadores internos

Os marcadores internos são fáceis de serem aplicados e apresentam tamanho reduzido, o que muitas vezes facilita sua aplicação em animais menores (Acolas et al. 2007). Embora esses marcadores apresentem elevada taxa de retenção sem causar danos aos animais (Ward et

al. 2008; Hirt-Chabbert e Young 2012), eles necessitam de equipamentos especiais para detectá-los e para coleta das informações (Raabe et al. 2014).

Atualmente, os marcadores internos mais utilizados são os pequenos arames codificados (coded wire tag) (Barroca et al. 2015) e os micro chip (Pit Tag), incorporados na musculatura (Lee et al. 2009) ou na cavidade peritoneal dos animais (Ficke et al. 2012). Vale a pena destacar que existe uma subclassificação dos marcadores internos: os marcadores internos visíveis externamente (Thorsteinsson et al. 2002). Um exemplo desse tipo de marcador são os implantes subcutâneos de polímeros elastômeros fluorescentes (VIE). Esse tipo de marcação consiste na aplicação subcutânea do polímero em um tecido transparente do animal, de forma que a marcação fique totalmente inserida no tecido, sendo que mesmo assim, possa ser visualizada de forma externa sem a utilização de aparelhos (Woods e Martin-Smith 2004; Brennan et al. 2007; Zeeh e Wood 2009).

2.2.2. Marcadores externos

Os primeiros marcadores externos foram utilizados para estudar o comportamento migratório do salmão do atlântico e de outras grandes espécies marinhas (McFarlane et al. 1995). Esses marcadores eram compostos por um sistema de ancoragem fabricado em aço inoxidável, ligado em uma linha de monofilamento, contendo uma etiqueta tubular visível fixada ao monofilamento por uma manga de lata. Esses marcadores apresentavam problemas com perda da etiqueta, ocasionada pela corrosão da parte metálica. Para evitar os problemas com corrosão e perda da etiqueta, a parte metálica dos marcadores foi sendo substituída por materiais poliméricos (Prince et al. 2002) e foi ganhando tamanhos reduzidos, possibilitando sua utilização em animais menores (Quartararo e Kearney 1996).

Os marcadores externos se destacam por serem baratos, fáceis de serem aplicados e altamente visíveis a olho nu (Griffiths 2002). Essas características fazem com que esses

marcadores apresentem certas vantagens ao serem utilizados para estudar o comportamento de animais selvagens e de programas de repovoamento no ambiente natural (Turcsányi 2014). Nesses marcadores podem ser inseridas informações como endereço de e-mail ou telefone para contato, permitindo que seja realizado trabalho de colaboração com pescadores (Sumpton et al. 2008). Para aumentar o número de repasses de informação dos pescadores aos pesquisadores, pode ser oferecido algum tipo de recompensa, seja de forma financeira (Rudershausen et al. 2014) ou até mesmo através de brindes personalizados com o nome do programa (Alves 2007).

Existem diversos tipos de marcadores externos disponíveis para serem utilizados: Etiqueta do tipo espaguete (Gaertner et al. 2004), T bar ancho (Meynecke et al. 2015), Dart tag (Quartararo e Kearney 1996), Betyg tag (Gaertner et al. 2004), Jaw tag (Refstie e Aulstad 1975), Tag opercula (Hühn et al. 2014) e Carlin tag (Wiśniewolski e Nabiałek 1993). Dentre os marcadores externos disponíveis os mais utilizados atualmente são do tipo dart tag e T-bar. Esses marcadores são comercializados pelas empresas estrangeiras Floytag fishtagged e Hallprint. No site: <http://www.fishtagger.com/buytags.php> verifica-se que 100 unidades do marcador do tipo Dart Tag mais o aplicador são comercializados por \$189,99. Considerando a cotação do dólar comercial realizada no dia 19-01-2018 a R\$3,21, 100 unidades dos marcadores mais 1 um aplicador, sairia aproximadamente R\$: 609,90, desconsiderando os impostos relacionados com a importação e gastos com frete. Dessa forma, fica evidente a necessidade de desenvolver uma tecnologia nacional para marcação de organismos aquáticos, com preço mais acessível aos pesquisadores.

2.3. Pacamã

O pacamã *Lophiosilurus alexandri* Steindachner 1876, é uma espécie de peixe da família Pseudopimelodidae e ordem Siluriforme, nativa e endêmica da bacia do Rio São

Francisco (López et al. 2000). Encontra-se listada no livro vermelho da Fauna Brasileira como espécie vulnerável a extinção (ICMBIO 2016) e vem sendo utilizada em programas de repovoamento (Sato 2014).

O *L. alexandri* é uma espécie piscívora de fundo que vive enterrada em substrato arenoso ou barrento (Cardoso et al. 1996) e apresenta maior atividade no período noturno (Kitagawa et al. 2015). Em ambiente natural sua alimentação é composta exclusivamente por peixes (Santos et al. 2011) e pode atingir mais de 8kg (Santos et al. 2012). Sua carne é branca, saborosa e bastante apreciada pela culinária devido à ausência de espinhos intramusculares (Salaro et al. 2015). Contudo não há informação sobre a marcação de *L. alexandri* e as possíveis implicações na fisiologia, sobrevivência e crescimento dos animais marcados.

2.4. Hematologia de peixes

A hematologia estuda as propriedades físico-químicas e funcionais do sangue (Valenzuela et al. 2003). Os parâmetros hematológicos dos peixes podem ser utilizados como um indicativo do bem estar dos animais, estado fisiológico, doenças e estresses (Oba et al. 2009). As análises hematológicas dos peixes podem ser difíceis de serem interpretadas, devido a uma série de variações decorrentes da espécie de peixe (Dal’Bó et al. 2015), sexo (Adel et al. 2016), idade, sazonalidade (Fallah et al. 2014) e condições de cultivo (Costa et al. 2016; Mattioli et al. 2017).

O sangue é responsável por distribuir calor, transportar gases respiratórios, nutrientes, produtos de excreção, anticorpos (Junior et al. 2010) e auxiliar na regulação osmótica (Russo et al. 2008). Também é formado por componentes figurados (eritrócitos, leucócitos e trombócitos) e parte líquida (plasma), composto por 90 % de água, 7 % de proteínas e outras substâncias, como: hormônios, enzimas e eletrólitos (Tavares-Dias et al. 2009).

Os eritrócitos são as células mais abundantes da corrente sanguínea dos peixes (Faenge 1994). Morfologicamente os eritrócitos maduros dos peixes apresentam formato oval ou elipsoidal, com citoplasma pálido eosinófilo e núcleo central basófilo de tamanho variado, podendo ocupar até um quarto do volume da célula (Tavares-Dias et al. 2009). Os eritrócitos são responsáveis por transportar oxigênio e gás carbônico através da hemoglobina no sangue. A porcentagem de volume ocupado na corrente sanguínea pelos eritrócitos pode ser dada através da mensuração do hematócrito, enquanto o tamanho das células pode ser representado pelo volume corpuscular médio (VCM) (Kaufman et al. 2013). Em condições de estresse, esforço físico aumentado (Acerete et al. 2004) ou hipóxia (Moraes et al. 2002), os peixes podem aumentar a concentração de eritrócitos, hematócrito e hemoglobina com uma resposta fisiológica para melhorar a oxigenação do sangue (Montero et al. 1999), enquanto a redução dos mesmos pode indicar a dificuldade do organismo debilitado em produzir novas células, como por exemplo: animais em condições anêmicas. (Rios et al. 2005) ou expostos a contaminantes (Kondera e Witeska 2013)

Os leucócitos são células de defesa humoral e celular circulantes na corrente sanguínea dos peixes, responsáveis pelo monitoramento de possíveis infecções e danos teciduais (Tavares-Dias e Moraes 2007). Os leucócitos dos peixes apresentam diferentes tipos de linhagem celulares: linfócitos, monócitos, neutrófilos, basófilos, células granulocíticas especial e eosinófilos (Ranzani-Paiva 1996). Essas linhagens podem ser diferenciadas pelo tamanho, forma, coloração e presença ou não de granulomas (Satake et al. 2009). Entretanto, os leucócitos dos peixes apresentam uma série de variações morfológicas entre as espécies, o que torna sua diferenciação inicialmente difícil de ser realizada (Faenge 1994). Alterações na contagem de leucócitos podem ser indicativo do desequilíbrio homeostático (Silva et al. 2012). No início de uma situação de estresse, os peixes podem aumentar a concentração de leucócitos na corrente sanguínea como uma tentativa de recuperar sua homeostase (Martins et

al. 2002). Em situações prolongadas, os animais podem apresentar concentrações reduzidas que podem ser atribuídas ao enfraquecimento do sistema imunológico (Adeyemo 2007).

A maioria dos peixes são capazes de regular a concentração iônica do plasma para se adaptarem a um serie de variações ambientais (Peyghan et al. 2014). A concentração de proteína plasmática exerce um papel importante na regulação osmótica do sangue e pode ser utilizada como um indicativo de distúrbio homeostático (Verdegem et al. 1997). Em condições de estresses ocorre a liberação de adrenalina que induz o aumento da permeabilidade do epitélio, causando um desequilíbrio osmorregulatório dos animais (Mazeaud et al. 1977). Esse desequilíbrio pode causar redução ou aumento do volume do plasma, desencadeando o aumento da concentração ou diluição das proteínas plasmáticas (Mazeaud et al. 1977).

Desta forma fica evidente a necessidade de se avaliar a hematologia de animais submetidos a condições de manejos como a marcação.

3.0. OBJETIVOS

3.1. Objetivo geral

Desenvolver um marcador visual externo para peixes e avaliar sua utilização em Pacamã (*Lophiosilurus alexandri*).

3.2. Objetivos específicos

Determinar o tamanho mínimo ideal do peixe para a aplicação do marcador visual externo a ser desenvolvido;

Verificar o tempo de retenção do novo marcador e suas influências sobre o ganho de peso e sobrevivência quando aplicado em juvenis de pacamã de diferentes tamanhos;

Avaliar suas influências sobre os parâmetros hematológicos de juvenis de pacamã.

3.3. Metas

Produzir um novo marcador visual externo para peixes de fabricação nacional, economicamente viável, de fácil aplicação e elevada taxa de retenção;

Desenvolver um marcador visual externo para peixes de corpo único para evitar os problemas de perda de informação através do desprendimento etiqueta contendo as informações do sistema de ancoragem.

4.0. REFERÊNCIAS

- Abreu MR De, Arantes TB, Hermes-silva S (2014) Oxitetraciclina para marcação química de juvenis de piava *Leporinus obtusidens*: determinação de doses e duração do tratamento. Bol Inst Pesca 40:451–457.
- Acerete L, Balasch JC, Espinosa E, et al (2004) Physiological responses in Eurasian perch (*Perca fluviatilis*, L.) subjected to stress by transport and handling. Aquaculture 237:167–178. doi: 10.1016/j.aquaculture.2004.03.018
- Acolas ML, Roussel JM, Lebel JM, Baglinière JL (2007) Laboratory experiment on survival, growth and tag retention following PIT injection into the body cavity of juvenile brown trout (*Salmo trutta*). Fish Res 86:280–284. doi: 10.1016/j.fishres.2007.05.011
- Adel M, Palanisamy SK, Shafiei S, et al (2016) Comparative study of haematological, serum electrolyte and nonelectrolyte parameters of male and female Persian sturgeon (*Acipenser persicus*) brood stocks. Acta Oceanol Sin 35:39–43. doi: 10.1007/s13131-016-0869-y
- Adeyemo OK (2007) Haematological Profile of *Clarias gariepinus* (Burchell , 1822) Exposed to Lead. Turkish J Fish Aquat Sci 7:163–169.
- Agostinho AA, Pelicice FM, Gomes LC, Júlio HF (2010) Reservoir fish stocking: When one plus one may be less than two. Nat a Conserv 8:103–111. doi: 10.4322/natcon.00802001
- Alves CBM (2007) Evaluation of fish passage through the Igarapé Dam fish ladder (rio Paraopeba, Brazil), using marking and recapture. Neotrop Ichthyol 5:233–236. doi: 10.1590/S1679-62252007000200019
- Auer NA (1996) Importance of habitat and migration to sturgeons with emphasis on lake

- sturgeon. *Can J Fish Aquat Sci* 53:152–160. doi: 10.1139/f95-276
- Barroca TM, Gutiérrez-Espinosa MA, Giraldo A, et al (2015) Coded wire tagging of juvenile curimatá, *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1837) (Characiformes): mortality, tag retention, and growth. *Neotrop Ichthyol* 13:383–388. doi: 10.1590/1982-0224-20140074
- Booth AJ, Weyl OLF (2008) Retention of T-bar anchor and dart tags by a wild population of African sharptooth catfish, *Clarias gariepinus*. *Fish Res* 92:333–339. doi: 10.1016/j.fishres.2008.02.002
- Brennan NP, Leber KM, Blackburn BR (2007) Use of coded-wire and visible implant elastomer tags for marine stock enhancement with juvenile red snapper *Lutjanus campechanus*. *Fish Res* 83:90–97. doi: 10.1016/j.fishres.2006.08.021
- Brewer RS, Norcross BL (2012) Long-term retention of internal elastomer tags in a wild population of North Pacific giant octopus (*Enteroctopus dofleini*). *Fish Res* 134-136:17–20. doi: 10.1016/j.fishres.2012.07.020
- Cardoso EL, Chiarini-Garcia H, Ferreira RM, Poli CR (1996) Morphological changes in the gills of *Lophiosilurus alexandri* exposed to un-ionized ammonia. *J Fish Biol* 49:778–787. doi: 10.1111/j.1095-8649.1996.tb00078.x
- Costa DP, Leme FOP, Takata R, et al (2016) Effects of temperature on growth, survival and physiological parameters in juveniles of *Lophiosilurus alexandri*, a carnivorous neotropical catfish. *Aquac Res* 47:1706–1715. doi: 10.1111/are.12594
- Dal’Bó GA, Sampaio FG, Losekann ME, et al (2015) Hematological and morphometric blood value of four cultured species of economically important tropical foodfish. *Neotrop Ichthyol* 13:439–446. doi: 10.1590/1982-0224-20140115
- Faenge R (1994) Blood cells, haemopoiesis and lymphomyeloid tissues in fish. *Fish Shellfish*

Immunol 4: 405-411.

Fallah FJ, Khara H, Roohi JD, Boorani MS (2014) Hematological parameters of pike *Esox lucius* in relation to different ages and seasons. *Comp Clin Path* 23:949–953. doi: 10.1007/s00580-013-1719-3

FAO (2016) THE STATE OF WORLD FISHERIES AND AQUACULTURE.

Fernandes R, Agostinho AA, Ferreira EA, et al (2009) Effects of the hydrological regime on the ichthyofauna of riverine environments of the Upper Paraná River floodplain. *Brazilian J Biol* 69:669–80. doi: 10.1590/S1519-69842009000300021

Ficke AD, Myrick CA, Kondratieff MC (2012) The effects of PIT tagging on the swimming performance and survival of three nonsalmonid freshwater fishes. *Ecol Eng* 48:86–91. doi: 10.1016/j.ecoleng.2011.07.011

Frederick JL (1997) Evaluation of fluorescent elastomer injection as a method for marking small fish. *Bull. Mar. Sci.* 61:399–408.

Gaertner D, Hallier J-P, Maunder MN (2004) A tag-attrition model as a means to estimate the efficiency of two types of tags used in tropical tuna fisheries. *Fish Res* 69:171–180. doi: 10.1016/j.fishres.2004.05.006

Griffiths SP (2002) Retention of visible implant tags in small rockpool fishes. *Mar Ecol Prog Ser* 236:307–309.

Hirt-Chabbert JA, Young OA (2012) Effects of surgically implanted PIT tags on growth, survival and tag retention of yellow shortfin eels *Anguilla australis* under laboratory conditions. *J Fish Biol* 81:314–319. doi: 10.1111/j.1095-8649.2012.03289.x

Hühn D, Klefoth T, Pagel T, et al (2014) Impacts of external and surgery-based tagging techniques on small northern pike under field conditions. *North Am J Fish Manag*

34:322–334. doi: 10.1080/02755947.2014.880762

ICMBIO (2016) Ameaçada de Extinção Executive Summary Livro Vermelho da Fauna Brasileira. Brasília.

Junior ACF, Pezzato LE, Guimarães IG, et al (2010) Resposta hemática de tilápias-do-nilo alimentadas com dietas suplementadas com colina e submetidas a estímulo por baixa temperatura. Rev Bras Zootec 39:1619–1625. doi: 10.1590/S1516-35982010000800001

Kaufman RC, Coalter R, Nordman NL, et al (2013) Effects of temperature on hardhead minnow (*Mylopharodon conocephalus*) blood-oxygen equilibria. Environ Biol Fishes 96:1389–1397. doi: 10.1007/s10641-013-0116-8

Kawamura K, Furukawa M, Kubota M, Harada Y (2012) Effects of stocking hatchery fish on the phenotype of indigenous populations in the amago salmon *Oncorhynchus masou ishikawae* in Japan. J Fish Biol 81:94–109. doi: 10.1111/j.1095-8649.2012.03315.x

Kitagawa AT, Costa LS, Paulino RR, et al (2015) Feeding behavior and the effect of photoperiod on the performance and hematological parameters of the pacamã catfish (*Lophiosilurus alexandri*). Appl Anim Behav Sci 171:211–218. doi: 10.1016/j.applanim.2015.08.025

Kondera E, Witeska M (2013) Cadmium and copper reduce hematopoietic potential in common carp (*Cyprinus carpio* L.) head kidney. Fish Physiol Biochem 39:755–764. doi: 10.1007/s10695-012-9738-6

Lee J, PARK I-S, CHO SH (2009) Long-term Effects of Passive Integrated Transponder Tagging on the Growth of Olive Flounder, *Paralichthys olivaceus*. J World Aquac Soc 40:134–139.

López CM, Edson E, Sampaio V (2000) Sobrevivência e crescimento larval do pacamã

- Lophiosilurus alexandri* Steindachner 1876 (*Siluriformes, Pimelodidae*), em função de três densidades de estocagem em laboratório. *Acta Sci* 22:491–494.
- Luo H, Duan X, Wang S, et al (2015) Effects of surgically implanted dummy ultrasonic transmitters on growth, survival and transmitter retention of bighead carp *Hypophthalmichthys nobilis*. *Environ Biol Fishes* 98:1131–1139. doi: 10.1007/s10641-014-0346-4
- Martins ML, Moraes FR de, Fujimoto RY, et al (2002) Resposta do híbrido tambacu (*Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887 macho x *Colossoma macropomum* Cuvier, 1818 fêmea) a estímulos simples ou consecutivos de captura. *Bol do Inst.* 28:195–204.
- Matechik C V., Mickle A, Stallings CD (2013) Experimental test of two marking methods on survival, growth, mark retention and readability on young-of-year pinfish (*Lagodon rhomboides*). *J Exp Mar Bio Ecol* 440:49–53. doi: 10.1016/j.jembe.2012.11.012
- Mattioli CC, Takata R, Paes Leme FO, et al (2017) The effects of acute and chronic exposure to water salinity on juveniles of the carnivorous freshwater catfish *Lophiosilurus alexandri*. *Aquaculture* 481:255–266. doi: 10.1016/j.aquaculture.2017.08.016
- Mazeud MM, Mazeud F, Donaldson EM (1977) Primary and Secondary Effects of Stress in Fish: Some New Data with a General Review. *Trans Am Fish Soc* 106:201–212. doi: 10.1577/1548-8659(1977)106<201:PASEOS>2.0.CO;2
- Mcdougall CA, Pisiak DJ, Barth CC, et al (2014) Relative recruitment success of stocked age-1 vs age-0 lake sturgeon (*Acipenser fulvescens* Rafinesque, 1817) in the Nelson River, northern Canada. *J Appl Ichthyol* 30:1451–1460. doi: 10.1111/jai.12555
- McFarlane, G.A; Wydoski, Richard S; Prince ED (1995) Historical Review of the Development of External Tags and Marks. *Recent Dev Fish Otolith Res* 723–729.

- Meynecke J-O, Mayze J, Alberts-Hubatsch H (2015) Performance and physiological responses of combined t-bar and PIT tagged giant mud crabs (*Scylla serrata*). *Fish Res* 170:212–216. doi: 10.1016/j.fishres.2015.06.013
- Montero D, Izquierdo MS, Tort L, et al (1999) High stocking density produces crowding stress altering some physiological and biochemical parameters in gilthead seabream, *Sparus aurata*, juveniles. *Fish Physiol Biochem* 20:53–60. doi: 10.1023/A:1007719928905
- Moraes G, Avilexz IM, Altran AE, Barbosa CC (2002) Biochemical and hematological responses of the banded knife fish *Gymnotus carapo* (Linnaeus, 1758) exposed to environmental hypoxia. *Brazilian J Biol* 62:633–640. doi: 10.1590/S1519-69842002000400011
- Navarro A, Oliva V, Zamorano MJ, et al (2006) Evaluation of PIT system as a method to tag fingerlings of gilthead seabream (*Sparus auratus* L.): Effects on growth, mortality and tag loss. *Aquaculture* 257:309–315. doi: 10.1016/j.aquaculture.2006.02.072
- Nunnallee EP, Prentice EF, Jonasson BF, Patten W (1998) Evaluation of a flat-plate PIT tag interrogation system at Bonneville Dam. *Aquac Eng* 17:261–272. doi: 10.1016/S0144-8609(98)00016-8
- Oba ET, Mariano WDS, Santos LRB (2009) Eliane Tie Oba, Wagner dos Santos Mariano & Laila Romagueira Bichara dos Santos. *Embrapa Amapá* 226–247.
- Orlando L, Afonso B (2002) Técnica Simples De Marcação Externa De Reprodutores Simple Tecnique for External Marking of. 147–149. doi: 10.1590/S0103-84782002000100025
- Peyghan R, Khadjeh GH, Enayati A (2014) Effect of water salinity on total protein and electrophoretic pattern of serum proteins of grass carp, *Ctenopharyngodon idella*. *Vet*

Res Forum 5:225–229.

Quartararo N, Kearney RE (1996) Effects of dart tags on the growth and survival of captive snapper, *Pagrus auratus* (Sparidae). *Fish Res* 25:231–238.

Raabe JK, Gardner B, Hightower JE, Quinn T (2014) A spatial capture–recapture model to estimate fish survival and location from linear continuous monitoring arrays. *Can J Fish Aquat Sci* 71:120–130. doi: 10.1139/cjfas-2013-0198

Ranzani-paiva MJT (1996) Células Sanguíneas e Contagem diferencial de Leucócitos

Refstie T, Aulstad D (1975) Tagging experiments with salmonids. *Aquaculture* 5:367–374. doi: 10.1016/0044-8486(75)90056-3

Richard A, O'Rourke J, Caudron A, Cattaneo F (2013) Effects of passive integrated transponder tagging methods on survival, tag retention and growth of age-0 brown trout. *Fish Res* 145:37–42. doi: 10.1016/j.fishres.2013.03.001

Rios FS, Oba ET, Fernandes MN, et al (2005) Erythrocyte senescence and haematological changes induced by starvation in the neotropical fish traíra, *Hoplias malabaricus* (Characiformes, Erythrinidae). *Comp Biochem Physiol* 140:281–287. doi: 10.1016/j.cbpb.2004.12.006

Rudershausen PJ, Buckel JA, Hightower JE, Jech JM (2014) Estimating reef fish discard mortality using surface and bottom tagging: effects of hook injury and barotrauma. *Can J Fish Aquat Sci* 71:514–520. doi: 10.1139/cjfas-2013-0337

Russo A, Tellone E, Ficarra S, et al (2008) Band 3 protein function in teleost fish erythrocytes. *Physiol Res* 57:49–54.

Salaro AL, Junior JCO, Lima FW, et al (2015) Gelatin in replacement of bovine heart in feed training of *Lophiosilurus alexandri* in different water salinities. *An Acad Bras Cienc*

87:2281–2287. doi: 10.1590/0001-3765201520140575

Santos FGB (2011) Caracterização Fenotípica e Molecular de Bactérias com Potencial Patogênico em Pacamã (*Lophiosilurus alexandri* Steindachner, 1877). Dissertação - Universidade Federal do Vale do São Francisco.

Santos LD, Rosa da Silva LC, Oliveira Amorim JV, et al (2012) Effect of food processing on the development of pacama fingerlings (*lophiosilurus alexandri*). Arq Ciencias Vet e Zool da UNIPAR 15:115–119.

Satake F, de Pádua SB, Ishikawa MM (2009) Manejo e Sanidade Peixes em Cultivo. Cap 13: Distúrbios morfológicos em células sanguíneas de peixes em cultivo: uma ferramenta prognóstica 330:345. EMBRAPA AMAPÁ.

Sato Y (2014) Catálogo Produção Científica apoiada pelo Centro Integrado de Recursos Pesqueiros e Aquicultura de Três Marias 1980 - 2013. Brasília

Silva ASE da, Lima JTAX de, Blanco BS (2012) Hematologia em peixes. Rev Centauro 3:24–32

Smith NJ, McCall PL, Sutton TM (2017) Effects of different tagging protocols on survival, growth, and tag retention in juvenile least cisco *Coregonus sardinella*. J Fisheries Res 187:68–72. doi: 10.1016/j.fishres.2016.11.008

Steffensen KD, Powell LA, Koch JD (2010) Assessment of Hatchery-Reared Pallid Sturgeon Survival in the Lower Missouri River. North Am J Fish Manag 30:671–678. doi: 10.1577/M09-151.1

Sumpton W, Mayer D, Brown I, et al (2008) Investigation of movement and factors influencing post-release survival of line-caught coral reef fish using recreational tag-recapture data. Fish Res 92:189–195. doi: 10.1016/j.fishres.2008.01.019

- Svåsand T, Kristiansen TS, Pedersen T, et al (2000) The enhancement of cod stocks. *Fish Fish* 1:173–205. doi: 10.1046/j.1467-2979.2000.00017.x
- Tavares-Dias M, De Moraes FR (2007) Leukocyte and thrombocyte reference values for channel catfish (*Ictalurus punctatus* Raf), with an assessment of morphologic, cytochemical, and ultrastructural features. *Vet Clin Pathol* 36:49–54. doi: 10.1111/j.1939-165X.2007.tb00181.x
- Tavares-Dias M, Ishikawa MM, Martins ML, et al (2009) Tópicos Especiais em Saúde e Criação Animal. Cap 2: Hematologia : Ferramenta para o monitoramento do estado de saúde de peixes em cultivo 43:80. São Carlos.
- Thomassen S, Pedersen MI, Holdensgaard G (2000) Tagging the European eel *Anguilla anguilla* (L.) with coded wire tags. *Aquaculture* 185:57–61. doi: 10.1016/S0044-8486(99)00336-1
- Thorsteinsson V, Arnold; G, Davenport; J, Maoiléidigh; NÓ (2002) Tagging methods for stock assessment and research in fisheries. Rep Concert Action FAIR CT961394 4:183. doi: PDF 15 & 132
- Turcsányi AS and B (2014) Effect of stocking strategy on distribution and recapture rate of common carp *Cyprinus carpio* L., in a large and shallow temperate lake : implications for recreational put-and-take fisheries management. *J Appl Ichthyol* 30:887–894. doi: 10.1111/jai.12488
- Valenzuela A, Oyarzún C, Silva V (2003) Blood cells of the *Schroederichthys chilensis* (Guichenot 1848): the leukocytes (*Elasmobranchii*, *Scyliorhinidae*). *Gayana (Concepc)* 67:130–136.
- Verdegem MCJ, Hilbrands AD, Boon JH (1997) Influence of Salinity and Dietary

- Composition on Blood Parameter Values of Hybrid Red Tilapia, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus) X O-Mossambicus (Peters). *Aquac Res* 28:453–459. doi: 10.1046/j.1365-2109.1997.00880.x
- Ward DL, Childs MR, Persons WR (2008) PIT tag retention and tag induced mortality in juvenile bonytail and Gila chub. *Fish Manag Ecol* 15:159–161. doi: 10.1111/j.1365-2400.2008.00595.x
- Winner BL, McMichael RH, Brant LL (1999) Evaluation of small T-anchor and dart tags for use in marking hatchery-reared juvenile red drum, *Sciaenops ocellatus*. *Fish Bull* 97:730–735.
- Wiśniewolski W, Nabiałek J (1993) Tag retention and survival of fish tagged in controlled pond experiments. *Aquat Sci* 55:143–152. doi: 10.1007/BF00877442
- Woods CM., Martin-Smith KM (2004) Visible implant fluorescent elastomer tagging of the big-bellied seahorse, *Hippocampus abdominalis*. *Fish Res* 66:363–371. doi: 10.1016/S0165-7836(03)00183-8
- Zeeh KM, Wood JB (2009) Impact of visible implant elastomer tags on the growth rate of captive Caribbean reef squid *Sepioteuthis sepioidea*. *Fish Res* 95:362–364. doi: 10.1016/j.fishres.2008.08.002

5.0. PATENTE (BR 10 2017 007577 0): MARCADOR VISUAL EXTERNO PARA IDENTIFICAÇÃO DE PEIXES E APLICADOR.

Resumo: A presente tecnologia se refere a um marcador visual externo de corpo único para identificação de peixes. Trata-se de uma chapa polimérica (1) contendo um sistema de ancoragem com uma farpa (2) que se estende, formando uma etiqueta para codificação (3). A invenção também dispõe sobre o aplicador (4) do marcador, que compreende uma agulha (5), uma trava (6) e um suporte (7), que possibilita sua aplicação de forma que a ancoragem fique inserida na musculatura do animal e a etiqueta permaneça exposta, permitindo a detecção visual das informações. A chapa polimérica pode ser produzida utilizando-se polímeros com superfície lisa, rugosa ou porosa, preferencialmente o polímero PETG (Tereftalato de polietileno modificado com glicol). A chapa polimérica pode ser fabricada preferencialmente via calandragem por extrusão, estampagem, por sopro ou termoformação e seu design e codificações podem ser realizados via corte a laser, plasma ou a jato de água. O marcador pode ser fabricado em diferentes cores e tamanhos, com ou sem codificação.

Introdução a tecnologia

Os marcadores visuais para peixes vem sendo amplamente utilizados para estudar o comportamento e a sobrevivência de animais selvagens (Raabe et al. 2014) e em programas de repovoamento (Barroca et al. 2015). Além disso, são utilizados pelas indústrias aquícolas para identificação de animais oriundos de programas de melhoramento genético (Oesau et al. 2013). Os marcadores para peixes podem ser classificados como internos e externos (Lee et al. 2009). Geralmente os marcadores internos são chips introduzidos na musculatura (Beaumont et al. 2002) ou na cavidade peritoneal dos peixes (Gheorghiu et al. 2010). Os marcadores internos apresentam elevadas taxas de retenção para algumas espécies de peixes (Ward et al. 2008), mas essa técnica necessita da utilização de equipamentos especiais para a

realização da leitura dos chips (Smith et al. 2017). Já os marcadores externos se destacam por serem baratos, de fácil visualização e fáceis de serem aplicados (Griffiths 2002). Além dessas vantagens, os marcadores visuais externos assumem grande importância para estudos realizados em animais oriundos de programas de repovoamento (Turcsányi 2014) e da população selvagem após recaptura. Para estas finalidades pode ser incluído aos marcadores um número de telefone ou qualquer outro tipo de endereço para contato, permitindo a realização de um trabalho em colaboração com pescadores amadores e profissionais, oferecendo brindes (Alves 2007) ou recompensa financeira (Rudershausen et al. 2014) para aqueles que repassarem as informações aos pesquisadores quando capturarem um peixe marcado (Sumpton et al. 2008). Para que um peixe marcado possa refletir com precisão a população estudada, o marcador deve apresentar o mínimo de influências possíveis sobre o desempenho dos animais. Tais influências podem ser no crescimento do peixe, ganho de peso, sobrevivência, reprodução e locomoção. Além destes fatores, o tempo de retenção do marcador no peixe deve ser o suficiente para que seja possível a realização dos estudos (Woods e Martin-Smith 2004).

Revisão de patente

Existem diversos tipos de marcadores externos disponíveis no mercado internacional, sendo que a maioria é composta por um sistema de ancoragem e haste revestida por uma etiqueta tubular contendo as identificações (Haw e Bergman 1986; Val e Mackinlay 2004; Booth e Weyl 2008). Porém, esse tipo de marcador pode apresentar duas formas possíveis de perda de identificação. A primeira forma pode ser relacionada com o desprendimento do sistema de ancoragem da musculatura do animal através de sua rejeição. A segunda, pode ser associada à degradação das escritas ou o desprendimento do tubo contendo as informações da identificação.

O marcador “Dart tag”, disponível no mercado (Håstein et al. 2001), apresenta uma forma tubular e um sistema de marcação aplicado no revestimento da haste. A invenção proposta não apresenta revestimento e é constituída de corpo único, com formato plano, produzido a partir de um polímero. Por ser constituído de um polímero e apresentar um formato específico, o marcador proposto na presente invenção possui menor flexibilidade em relação ao marcador “Dart Tag”. A menor flexibilidade do marcador facilita o seu manuseio e a sua aplicação, permitindo que, ao perfurar a musculatura do animal, ele não se deforme, tornando a marcação mais eficiente, possibilitando maior retenção da ancoragem. O formato plano do marcador permite que ele seja produzido por um processo mais simples, como moldagem por corte a laser, plasma ou água.

O documento de patente US19900575236, depositado em 1990, intitulado “A fish tag”, descreve um marcador composto por uma etiqueta polimérica ligada a um sistema de ancoragem fabricado em nylon 66, com formato cônico ou tronco cônico, composto por pelo menos duas farpas. A presente invenção se difere do referido documento por apresentar um marcador composto por qualquer tipo de material polimérico (exemplo: PETG) com um sistema de ancoragem em formato simples e plano, de corpo único e com apenas uma farpa. O marcador proposto na presente invenção proporciona uma ancoragem menos invasiva, viabilizando sua aplicação em animais menores. Como a invenção proposta apresenta um marcador de corpo único, este fica menos susceptível à perda relacionada com a amarração ou colagem da etiqueta ao sistema de ancoragem.

O documento de patente US19880288613, depositado em 1988, intitulado “Fish tag”, descreve um marcador composto por um mono filamento contendo um sistema de ancoragem em forma de T, onde a parte visível do sistema de ancoragem é revestida por um tubo flexível contendo informações impressas. O tubo que reveste o mono filamento é fixado pelo uso de uma cola adesiva ou um material termo retrátil. A presente invenção se difere do referido

documento por apresentar um marcador composto de corpo único com um sistema de ancoragem em forma de uma farpa, não utilizando nenhum tipo de mecanismo colante, e com as informações gravadas no próprio marcador.

O documento de patente US19870044989, depositado em 1987, intitulado “Fish tag” descreve um marcador que é aplicado nos pterigióforos dos animais. A presente invenção se difere do referido documento por apresentar um marcador aplicado diretamente na musculatura do animal, sem atingir a região dos pterigióforos.

O documento de patente US19870051136, depositado em 1987, intitulado “Method for tagging fish for identification”, descreve pequenos marcadores visuais aplicados de forma rasa e subcutânea, totalmente imersos em um tecido transparente ou semi-transparente do animal, não apresentando parte externa ao corpo do animal. A presente invenção se difere do referido documento por apresentar um marcador aplicado na musculatura do animal onde as informações são expostas na parte externa do animal.

No estado da técnica não foi encontrada tecnologia que proponha um marcador plano, de corpo único, com apenas uma farpa no sistema de ancoragem, o qual é aplicado diretamente na musculatura do animal, com parte externa visível sem revestimento e possibilidade de ter as informações gravadas no próprio marcador. Por apresentar todas essas características, o marcador proposto na presente invenção elimina qualquer problema relacionado com as perdas de informações geradas pelo desprendimento da etiqueta para codificação do sistema de ancoragem; pode ser produzido por um processo simples de fabricação, resultando em um produto de baixo custo e de fácil aplicação; e pode ser usado para realizar pesquisas com exatidão, sobre a população de peixes nativos e exóticos, de escama ou de couro, presentes em ambientes lóticos, lênticos e costeiros.

Descrição detalhada da tecnologia

A presente invenção se refere a um marcador visual externo de corpo único (figura 1) para identificação de peixes. Trata-se de uma chapa polimérica (1) contendo um sistema de ancoragem com uma farpa (2) que se estende, formando uma etiqueta para codificação (3). A chapa polimérica pode ser produzida utilizando-se polímeros com superfície lisa, rugosa ou porosa, preferencialmente o polímero PETG (Tereftalato de polietileno modificado com glicol). A chapa polimérica pode ser fabricada preferencialmente via calandragem por extrusão, estampagem, por sopro ou termoformação e seu design e codificações podem ser realizados via corte a laser, plasma ou a jato de água.

O marcador pode ser fabricado em diferentes cores e tamanhos, com ou sem codificação. A invenção trata também de um aplicador (figura 2) compreendendo uma agulha (5), uma trava (6) e um suporte (7), o qual possibilita a aplicação do marcador de forma que a ancoragem fique inserida na musculatura do animal e a etiqueta permaneça exposta, permitindo a detecção visual das informações (figura 3).

A presente invenção pode ser mais bem compreendida através dos exemplos a seguir, não limitantes da mesma.

Exemplos

Exemplo 1: Fabricação dos marcadores

O processo de fabricação dos marcadores consistiu na aquisição comercial de chapas poliméricas transparentes, com 1 milímetro de espessura, do polímero PETG (Tereftalato de polietileno modificado com glicol), produzidas através do processo de calandragem por extrusão. Em seguida, foram encaminhadas para moldagem de acordo com o protótipo do marcador, elaborado no software CorelDRAW. O marcador foi produzido com as seguintes

especificações, não limitantes da tecnologia: aproximadamente 0,16 g de peso; 50 mm de comprimento total, sendo 25 mm correspondentes à etiqueta e 25 mm correspondentes à haste com o sistema de ancoragem; 0,75 mm de largura na haste do sistema de ancoragem e 3 mm de largura na etiqueta contendo informações (figura 4).

A moldagem e a impressão das identificações foram realizadas por cortes a laser, em um equipamento de corte a laser (Automatisa, modelo Assia). A unidade do aplicador fabricado pela técnica apresentada apresentou um custo total de produção de R\$: 3,00, enquanto a unidade do marcador apresentou custo variando entre R\$: 0,25 e R\$:0,40 em função da quantidade de informações gravas.

Exemplo 2: Aplicação dos marcadores

Os marcadores devem ser inseridos na agulha de forma que a farpa da âncora fique voltada para a parte mais profunda da agulha (figura 2). Os marcadores devem ser aplicados em um ângulo de 45° no sentido cauda-crânio, de forma que a farpa do sistema de ancoragem fique voltada para a parte interna da musculatura dos animais (figura 3).

Durante a aplicação, devem-se tomar alguns cuidados para evitar que o marcador atinja as espinhas e os órgãos vitais dos animais. Esse modo de aplicação do dispositivo é essencial para garantir a retenção dos mesmos, evitando o desprendimento do marcador ou o rompimento do tecido, frente a qualquer tipo de tensão ou atrito.

O local de aplicação ideal pode variar de acordo com cada espécie, devido às diferentes características anatômicas apresentados por esses animais.

Reivindicações

1. MARCADOR VISUAL EXTERNO PARA IDENTIFICAÇÃO DE PEIXES caracterizado por consistir em uma chapa polimérica (1) de corpo único, compreendendo um

sistema de ancoragem com uma farpa (2), que se estende formando uma etiqueta para codificação (3).

2. O MARCADOR, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pela chapa polimérica (1) ser produzida utilizando-se polímeros com superfície lisa, rugosa ou porosa, preferencialmente o polímero PETG (Tereftalato de polietileno modificado com glicol).

3. O MARCADOR, de acordo com as reivindicações 1 e 2, caracterizado pela chapa polimérica ser fabricada preferencialmente via calandragem por extrusão, estampagem, por sopro ou termoformação.

4. O MARCADOR, de acordo com as reivindicações 1 a 3, caracterizado pelo design e as codificações da chapa polimérica serem realizados via corte a laser, plasma ou a jato de água.

5. O MARCADOR, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por apresentar diferentes cores e tamanhos, com ou sem codificação.

6. O APLICADOR DE MARCADOR VISUAL EXTERNO PARA IDENTIFICAÇÃO DE PEIXES caracterizado por compreender uma agulha (5), contendo uma trava (6) e um suporte (7), que permite a aplicação do marcador definido pelas reivindicações 1 a 5, de forma que a ancoragem fique inserida na musculatura do animal e a etiqueta permaneça exposta.

Desenhos

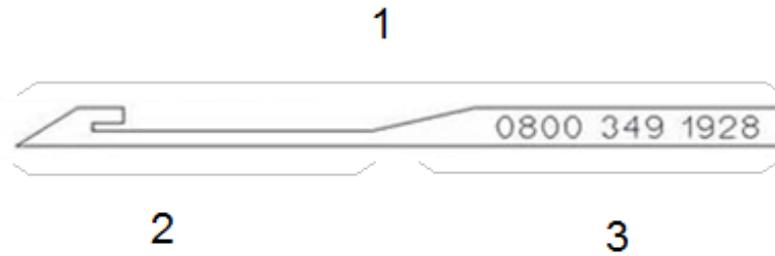


Figura 1- Marcador visual externo para identificação de peixes, consistindo de uma chapa polimérica de corpo único (1), compreendendo um sistema de ancoragem com uma farpa (2), que se estende formando uma etiqueta para codificação (3).

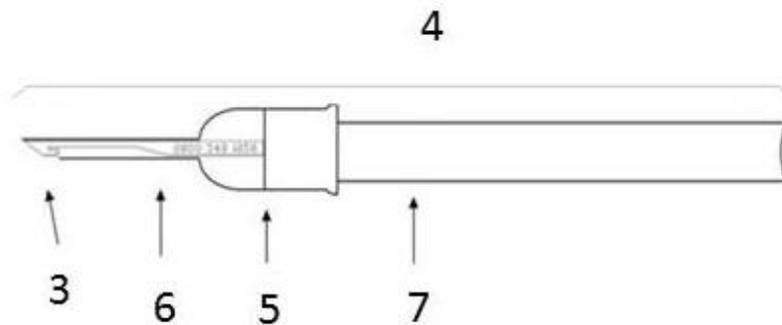


Figura 2- Aplicador de marcador visual externo para identificação de peixes (4), compreendendo de uma trava (5), contendo uma água (6), e um suporte (7), que permite a aplicação do marcador, de forma que a ancoragem fique inserida na musculatura do animal.

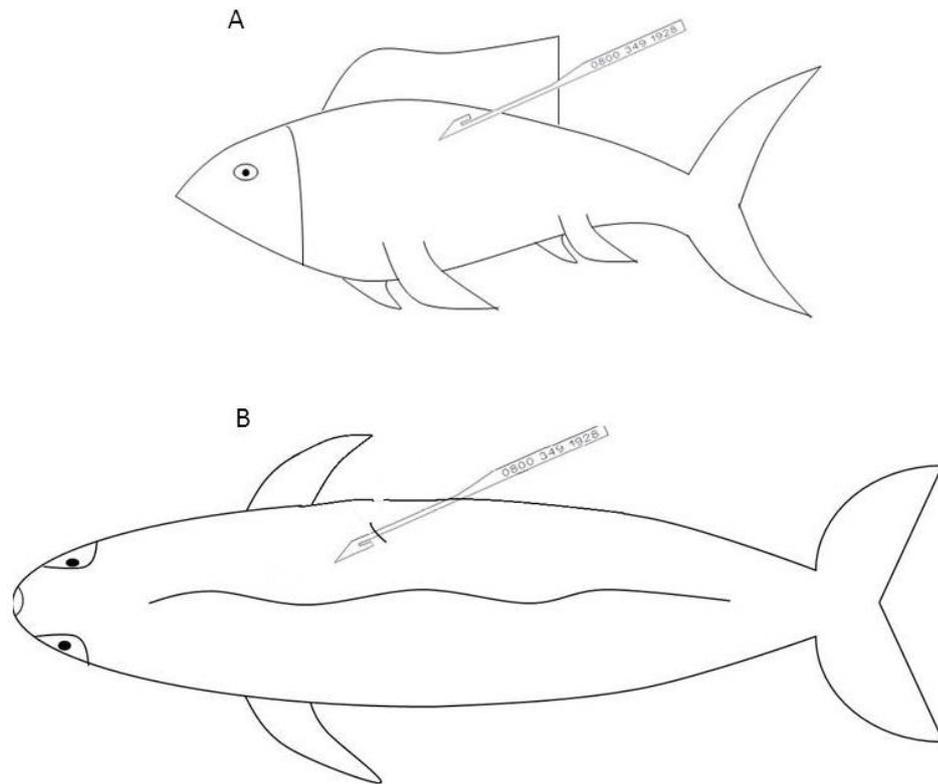


Figura 3- Desenho esquemático com vista lateral de um peixe marcado (A) e com vista superior de um peixe marcado (B).

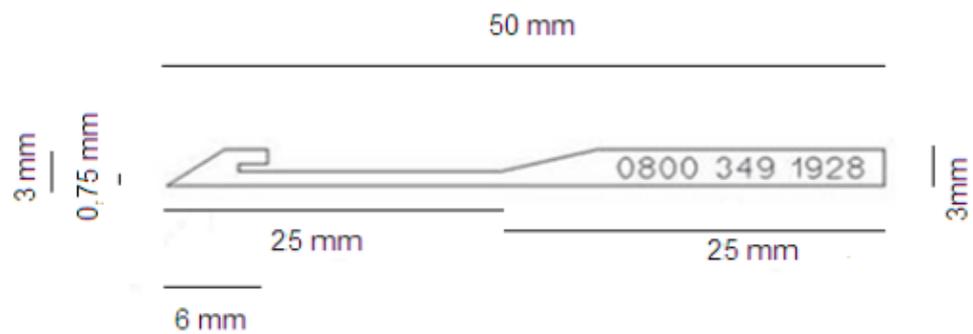


Figura 4-Dimensões não limitantes do protótipo do marcador da tecnologia

Referências

- Alves CBM (2007) Evaluation of fish passage through the Igarapé Dam fish ladder (rio Paraopeba, Brazil), using marking and recapture. *Neotrop Ichthyol* 5:233–236. doi: 10.1590/S1679-62252007000200019
- Barroca TM, Gutiérrez-Espinosa MA, Giraldo A, et al (2015) Coded wire tagging of juvenile curimatá, *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1837) (Characiformes): mortality, tag retention, and growth. *Neotrop Ichthyol* 13:383–388. doi: 10.1590/1982-0224-20140074
- Beaumont WRC, Cresswell B, Hodder KH, et al (2002) A simple activity monitoring radio tag for fish. *Hydrobiologia* 483:219–224. doi: 10.1023/A:1021300200494
- Booth AJ, Weyl OLF (2008) Retention of T-bar anchor and dart tags by a wild population of African sharptooth catfish, *Clarias gariepinus*. *Fish. Res.* 92:333–339.
- Griffiths SP (2002) Retention of visible implant tags in small rockpool fishes. *Mar Ecol Prog Ser* 236:307–309.
- Håstein T, Hill BJ, Berthe F, Lightner D V (2001) Traceability of aquatic animals. *Rev Sci Tech* 20:564–583.
- Haw F, Bergman KP (1986) METHOD FOR TAGGING FISH FOR IDENTIFICATION. 54–55.
- Lee J, Park I-S, Cho SH (2009) Long-term Effects of Passive Integrated Transponder Tagging on the Growth of Olive Flounder , *Paralichthys olivaceus*. *J world Aquac Soc* 40:134–139.
- Norman G, Sharber PO (1998) FISH TAG. 2–7.
- Oesau S, Thaller G, Schulz C, Tetens J (2013) Application of PIT tags for individual

- identification of turbot (*Scophthalmus maximus*). Arch Tierzucht 56:285–292. doi: 10.7482/0003-9438-56-028
- Raabe JK, Gardner B, Hightower JE, Quinn T (2014) A spatial capture–recapture model to estimate fish survival and location from linear continuous monitoring arrays. Can J Fish Aquat Sci 71:120–130. doi: 10.1139/cjfas-2013-0198
- Rudershausen PJ, Buckel JA, Hightower JE, Jech JM (2014) Estimating reef fish discard mortality using surface and bottom tagging: effects of hook injury and barotrauma. Can J Fish Aquat Sci 71:514–520. doi: 10.1139/cjfas-2013-0337
- Smith NJ, McCall PL, Sutton TM (2017) Effects of different tagging protocols on survival, growth, and tag retention in juvenile least cisco *Coregonus sardinella*. J Fisheries Res 187:68–72. doi: 10.1016/j.fishres.2016.11.008
- Sumpton W, Mayer D, Brown I, et al (2008) Investigation of movement and factors influencing post-release survival of line-caught coral reef fish using recreational tag-recapture data. Fish Res 92:189–195. doi: 10.1016/j.fishres.2008.01.019
- Turcsányi AS and B (2014) Effect of stocking strategy on distribution and recapture rate of common carp *Cyprinus carpio* L., in a large and shallow temperate lake : implications for recreational put-and-take fisheries management. J Appl Ichthyol 30:887–894. doi: 10.1111/jai.12488
- Val A, Mackinlay D (2004) Advances in Fish Biology. In: International Congress on the Biology of Fish. Manaus, p 286.
- Ward DL, Childs MR, Persons WR (2008) PIT tag retention and tag induced mortality in juvenile bonytail and Gila chub. Fish Manag Ecol 15:159–161. doi: 10.1111/j.1365-2400.2008.00595.x

Woods CM., Martin-Smith KM (2004) Visible implant fluorescent elastomer tagging of the big-bellied seahorse, *Hippocampus abdominalis*. *Fish Res* 66:363–371. doi: 10.1016/S0165-7836(03)00183-8

6.0 ARTIGO:

MARCADOR VISUAL EXTERNO PARA PEIXES: TAMANHO MÍNIMO DE MARCAÇÃO E INFLUÊNCIA SOBRE DESEMPENHO E HEMATOLOGIA DE *Lophiosilurus alexandri*

Resumo: O uso de marcadores é importante para estudos de repovoamento, assim como para trabalhos de melhoramento genético e identificação dos peixes. Contudo, é importante validar a eficiência deste marcador antes de seu uso. O objetivo deste estudo foi testar um marcador externo para juvenis de *Lophiosilurus alexandri* e avaliar o tamanho mínimo dos peixes para marcação, assim como o desempenho e hematologia de animais marcados frente aos não marcados. No experimento 1, foi verificada a taxa de retenção e a influência do marcador sobre a sobrevivência e ganho de peso de 3 classes de tamanho de *L. alexandri*: Pequeno ($10,58 \pm 0,63$ cm e $14,50 \pm 0,63$ g), Médio ($11,71 \pm 0,52$ cm e $23,95 \pm 1,76$ g) e Grande ($13,5 \pm 0,60$ cm e $31,96 \pm 3,50$ g) durante 90 dias. No experimento 2 foi verificada a influência do marcador sobre a hematologia de juvenis ($17,09 \pm 1,02$ cm e $64,28 \pm 11,80$ g), 5, 10 e 30 dias após a marcação. No experimento 1, os animais apresentaram 100 % de sobrevivência. O marcador apresentou maior taxa de retenção ($P < 0,05$) para os animais Grandes. Assim observou-se no final dos 90 dias $46,66 \pm 5,44$ % de retenção para os Pequenos, $63,31 \pm 3,83$ % para os Médios e $84,83 \pm 8,34$ % para os Grandes. Os animais Pequenos marcados ganharam menos peso ($P < 0,05$) em comparação com os animais Pequenos não marcados. No experimento 2 foram observadas 9,4 % de mortalidade para os animais marcados e não marcados. O hematócrito foi mais elevado no trigésimo dia para os animais marcados, enquanto nenhuma diferença foi observada para leucócitos, proteína plasmática, eritrócitos e volume corpuscular médio. Conclui-se que o marcador utilizado no trabalho pelo período de 90 dias proporciona menor ganho de peso quando aplicado nos juvenis de *L. alexandri* do tamanho Pequeno. A taxa de

retenção do marcador aumenta à medida que aumenta o tamanho dos animais. Dentre os parâmetros hematológicos estudados para juvenis de $64,28 \pm 11,80$ g, o marcador só influenciou o hematócrito, o que mostra que o marcador pode ser utilizado sem causar grandes influências aos parâmetros hematológicos dos animais.

Palavras chaves: marcação, retenção, desempenho, hematologia, siluriforme.

1. Introdução

O aumento da pesca predatória (FAO 2016) e amadora (Johnston et al. 2007), associada a poluição e alteração do percurso dos rios através da construção de grandes reservatórios de hidroelétricas têm proporcionado uma forte pressão aos recursos pesqueiros naturais (Auer 1996; Agostinho et al. 2010; Mcdougall et al. 2014). Tal fato tem despertado o interesse de diversos países em promover programas de repovoamento para recompor o estoque de peixes e evitar a extinção de espécies ameaçadas de extinção (Svåsand et al. 2000; Steffensen et al. 2010; Kawamura et al. 2012).

Apesar dos esforços dos programas de repovoamento, poucos estudos foram realizados para comprovarem sua efetividade (Agostinho et al. 2010; Barroca et al. 2015). Uma das ferramentas utilizadas para este tipo de comprovação e avaliação é o uso de marcadores (Svåsand et al. 2000) que poderão identificar os peixes após sua soltura quando capturados (Specziár 2014). Os marcadores também podem ser usados para identificação da prole de animais oriundos de programas de melhoramento genético (Oesau et al. 2013).

Já foram descritos na literatura, diversos tipos de marcadores de peixes (Haw e Bergman 1986; Griffiths 2002; Gibbons e Andrews 2004; Woods e Martin-Smith 2004; Brennan et al. 2007; Zeeh e Wood 2009), podendo ser estes classificados como interno e externo (Navarro et al. 2006; Brewer e Norcross 2012). Os marcadores internos podem

apresentar elevadas taxas de retenção para algumas espécies de peixes (Ward et al. 2008). Porém, necessitam da utilização de equipamentos especiais para a leitura das informações contidas nos marcadores (Smith et al. 2017). Já os marcadores externos possuem vantagens, tais como: baixo custo, facilidade de aplicação nos peixes e excelente visibilidade a olho nu (Griffiths 2002). As informações contidas nestes marcadores podem permitir a realização de trabalhos em conjunto entre pescadores e pesquisadores, sendo que este tipo de colaboração poderá oferecer algum tipo de recompensa (Alves 2007; Rudershausen et al. 2014) aos pescadores quando capturarem um peixe marcado para incentivar o repasse das informações (Sumpton et al. 2008).

Contudo, marcadores ideais não podem causar alterações no desempenho dos peixes, o qual pode ser avaliado através do crescimento, ganho de peso e sobrevivência (Woods e Martin-Smith 2004). Entretanto cada marcador, assim como diferentes tamanhos e espécies de peixes podem apresentar diferentes desempenhos (Navarro et al. 2006). Sendo assim, a realização de estimativa do uso dos marcadores na espécie a ser estudada em um ambiente fechado se faz necessário. Com este tipo de estudo é possível mitigar os efeitos do marcador sobre os dados obtidos da espécie antes que estes sejam utilizados no ambiente natural (Frederick 1997; Winner et al. 1999; Booth e Weyl 2008).

O Pacamã *Lophiosilurus alexandri* Steindachner 1876, família Pseudopimelodidae e ordem Siruliforme (Barros et al. 2007) é uma espécie de peixe piscívora sedentária e endêmica da bacia do Rio São Francisco-Brasil (Cardoso et al. 1996). Esta espécie de peixe possui atividade noturna (Kitagawa et al. 2015) e encontra-se na lista Brazil Red Book of Threatened Species of Fauna como espécie de peixe vulnerável a extinção (ICMBIO 2016). Sendo assim, o *L. alexandri* vem sendo utilizado em programas de repovoamento (Sato 2014).

O objetivo desse trabalho é avaliar um novo marcador visual externo para peixes quanto ao tamanho mínimo de marcação e verificar a influência deste sobre os parâmetros zootécnicos e hematológicos de *L. alexandri*.

2. Materiais e métodos

Os trabalhos foram realizados no Laboratório de Aquicultura da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), por meio de dois experimentos. Durante os experimentos, os peixes foram alimentados com ração comercial extrusada contendo 38 % de proteína bruta com diâmetro dos peletes de 3-4 mm fornecida até a saciedade aparente duas vezes ao dia às (8 e 16 horas). Após 30 minutos da alimentação, os restos de fezes e alimentos não consumidos foram sifonados. Os parâmetros de qualidade de água foram mensurados a cada 3 dias. A temperatura e pH foram medidos utilizando um pHmetro portátil COMBO (marca HANNA), o oxigênio dissolvido (OD) através de um oxímetro digital (marca HANNA) e amônia por kit colorimétrico (LabconTest).

Para a marcação dos peixes nos dois experimentos, utilizou-se marcador, aplicador e metodologia de aplicação seguindo a metodologia do depósito da patente: BR1020170075770 intitulada como MARCADOR VISUAL EXTERNO PARA IDENTIFICAÇÃO DE PEIXES E APLICADOR, cujo formato está representado pela figura 1. De forma resumida o marcador foi fabricado em Polietileno tereftalato modificado com glicol (PETG), pesando 0,16 grama, aplicado utilizando uma agulha de 30 mm de comprimento e 1,5 mm de diâmetro, acoplada em uma haste de metal. No momento da aplicação a agulha foi inserida aproximadamente 5 mm ao lado direito da musculatura, perto da nadadeira dorsal.

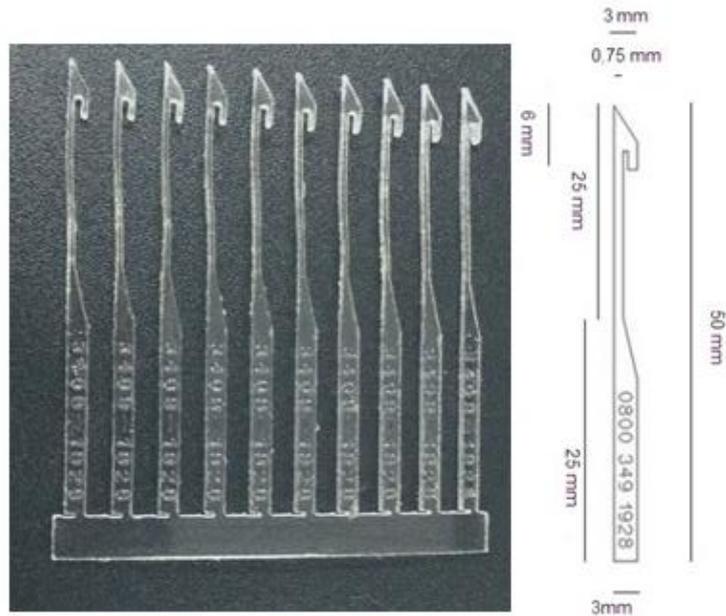


Figura 1- Marcador visual para peixes descrito no depósito da patente BR1020170075770.

*2.1 Experimento 1. Tamanho mínimo ideal para aplicação do marcador, taxa de retenção e influência no desempenho de juvenis de *L. alexandri**

Este experimento foi realizado segundo os protocolos aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da UFMG (Protocolo 243/2017).

Juvenis de *L. alexandri*, previamente produzidos no LAQUA, foram classificados em três classes de tamanho. Para a classificação, os animais foram pesados com uma balança analítica (Marte AD2000 0,01 g precisão), medidos com paquímetro digital (Gama - precisão 0,01 mm) e distribuídos em 3 tratamentos (Tabela 1). Após a classificação, os juvenis foram aclimatados por 7 dias e foram distribuídos em 12 tanques de 200 l com volume útil de 180 l de água cada, sendo 4 repetições para cada classe de tamanho. Cada tanque recebeu 25 animais. Para as avaliações da taxa de retenção e desempenho, 15 animais de cada tanque foram marcados com o marcador externo e os 10 restantes (controle) permaneceram sem

marcação. Foi utilizado maior número de animais marcados em relação ao controle devido a possibilidade de perda de etiqueta e redução do número amostral de animais marcados.

Os tanques foram mantidos em sistema de recirculação de água que manteve a temperatura em $27,66 \pm 0,40$ °C, OD em $6,38 \pm 0,46$ mg/l, pH em $8,34 \pm 0,04$ e amônia total < 0,5 mg/l. O fotoperíodo foi mantido em 12 horas de luz. Os animais foram observados durante um período de 90 dias.

Tabela 1- Média e desvio padrão do peso e comprimento dos animais utilizados nos diferentes tamanhos.

Tamanho	Peso (g)	Comprimento Total (cm)	Animais marcados por tratamento	Animais não marcados (controle por tratamento)
Pequeno	$14,50 \pm 0,63$	$10,58 \pm 0,63$	60	40
Médio	$23,95 \pm 1,76$	$11,71 \pm 0,52$	60	40
Grande	$31,96 \pm 3,50$	$13,50 \pm 0,60$	60	40

A determinação da taxa de retenção dos marcadores foi mensurada através da equação 1, aplicada através da observação diária dos animais. Quando notada a presença de um marcador solto no tanque, tanto o marcador quanto o peixe com a presença do ferimento do implante eram retirados do experimento para evitar distorções no resultado dos peixes marcados frente os peixes não marcados.

$$TR = \frac{Mf}{Mi} \times 100$$

Equação 1- Equação utilizada para mensuração da taxa de retenção dos marcadores. Taxa de retenção (TR), número de animais inicialmente marcados (Mi) e número de animais que permaneceram marcados (Mf).

Após 90 dias foram determinados o ganho de peso (GP) e sobrevivência (TS) calculados pelas seguintes fórmulas:

$$Gp = Pf - Pi$$

Equação 2- Equação utilizada para calcular a taxa de ganho de peso (GP), onde: peso médio final (Pf) e peso médio inicial (Pi).

$$TS = \frac{Nf}{Ni} \times 100$$

Equação 3- Equação utilizada para calcular a taxa de sobrevivência. Taxa de sobrevivência (TS), número de sobreviventes final (Nf), número de sobreviventes inicial (Ni).

2.2 Experimento 2. *Influência do marcador sobre a hematologia de juvenis de L. alexandri*

Este experimento foi realizado segundo os protocolos aprovados pela CEUA da UFMG (Protocolo 25/2017 CEUA da UFMG).

42 juvenis ($17,09 \pm 1,02$ cm e $64,28 \pm 11,80$ g) foram aclimatados por 30 dias em um tanque de 1000 litros mantido em sistema de recirculação com temperatura a $27,64 \pm 0,41$ °C, OD de $6,45 \pm 0,47$ mg/l, pH $8,35 \pm 0,03$ e amônia total $< 0,5$ mg/l. O fotoperíodo foi de 12 horas de luz. Após a aclimação foram selecionados de forma aleatória 10 animais para análise de sangue como ponto inicial. Dos 32 animais restantes 16 receberam o marcador e 16

continuaram sem marcação. Estes foram divididos em dois tanques de 1000 l nas condições descritas anteriormente com 8 peixes marcados e 8 peixes não marcados em cada tanque, em desenho experimental com dois tratamentos e 16 repetições, sendo cada peixe considerado uma repetição. Após 5 dias, todos os peixes marcados (n=8) e não marcados (n=8) de um tanque foram utilizados para a coleta de sangue. O mesmo procedimento foi realizado após 10 dias para os peixes do segundo tanque (n= 8 peixes marcados e n = 8 peixes não marcados). Após 30 dias, todos os peixes dos dois tanques foram novamente utilizados para a coleta final de sangue. Durante os 30 dias foram verificadas a taxa de retenção dos marcadores a mortalidade.

Para coleta de sangue os animais foram contidos em pano úmido e coletado 1 ml de sangue por punção venosa da artéria vertebral de cada animal, utilizando seringas de 1 ml contendo 10 % de heparina. As alíquotas de sangue foram utilizadas para a determinação da proteína plasmática total (PPT), hematócrito (Htc), eritrócitos (Er) e leucócitos (Leuc). O hematócrito foi determinado pelo método do micro-hematócrito (Goldenfarb et al. 1971) utilizando tubos capilares. Após a determinação do hematócrito, os capilares foram quebrados acima da linha do plasma que foi adicionado em um refractômetro (RTS-101ATC) para determinação da proteína plasmática total. A contagem de eritrócitos e leucócitos foram realizadas de acordo com o método direto, através da contagem na câmara de Neubauer após coloração com o corante Natt-Herrick em hemocítmetro e o volume corpuscular médio (VCM) calculado através da equação 4.

$$\text{VCM} = \frac{\text{Er}}{\text{Htc}} \times 10$$

Equação 4-Equação utilizada para calcular o volume corpuscular médio. Número de eritrócitos (Er) e hematócrito (Htc).

2.3. *Análise estatística*

Os dados dos dois experimentos foram submetidos ao teste normalidade de Shapiro Wilk e homocedasticidade pelo teste de Levene. Para efeito de normalidade, os resultados referentes ao hematócrito foram transformados em log (10). Os resultados hematológicos entre os dias foram analisados pela ANOVA seguido do teste de Tukey a 5% de probabilidade. Já os dados de comparação dos resultados entre os tratamentos tanto para os dados hematológicos quanto de desempenho foram analisados por teste t de Student. A taxa de retenção dos marcadores no experimento 1 ao longo dos dias foi analisada pela ANOVA de duas vias seguida de teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para as análises estatísticas foi empregado o software Infostat.

4. Resultados

4.1 *Experimento 1*

Ao comparar a TR em um mesmo tamanho ao longo dos dias (figura 2), observa-se que a TR dos marcadores nos 3 tamanhos de peixes foram reduzidas ($P < 0,05$) 30 dias após a marcação, sendo esta semelhante aos 60 dias ($P > 0,05$). Aos 90 dias da marcação, o tamanho Médio apresentou TR semelhante ($P > 0,05$) a dos dias 30 e 60. O tamanho Grande apresentou TR semelhante ao dia 60 e diferente do dia 30, enquanto o Pequeno apresentou TR aos 90 dias menores ($P < 0,05$) que as dos dias 30 e 60.

Ao analisar a TR entre os diferentes tamanhos de peixes no mesmo dia, observa-se que a TR do tamanho Grande foi maior ($P < 0,05$) que a TR dos Pequenos e Médio em todos os dias avaliados. As TR do tamanho Pequeno e Médio foram semelhantes ($P > 0,05$) aos 30 e 60 dias da marcação, enquanto aos 90 dias, o tamanho Médio apresentou TR superior ($P < 0,05$) ao tamanho Pequeno.

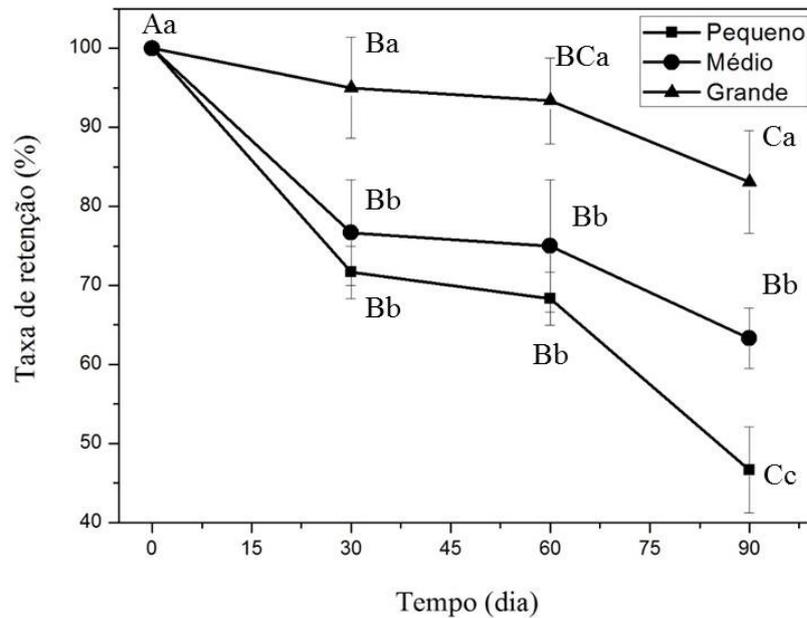


Figure 2- Taxa de retenção dos marcadores nos diferentes tamanhos avaliados a cada 30 dias por um período de 90 dias. Médias seguidas de letras diferentes (maiúsculas entre os dias e minúsculas entre os tamanhos) indicam diferenças significativas ($P < 0,05$) por ANOVA de duas vias seguido de Tukey.

A figura 3A mostra uma fotografia de um animal marcado do tamanho Grande no final dos 90 dias e na figura 3B a cicatriz ocasionada pelo desprendimento do marcador em um animal do tamanho Pequeno. Verificou-se que quando o animal apresentava ferida ocasionada pelo marcador era seguido de sua perda nos dias seguintes. Os animais que foram retirados do experimento devido à perda do marcador se recuperaram e apresentaram 100 % de sobrevivência durante o período do experimento. Ao comparar os desempenhos dos animais marcados com os não marcados (tabela 2) do mesmo tamanho, observa-se que os peixes de tamanho Pequeno marcados apresentaram Gp e Pf menor ($P < 0,05$) que dos animais não marcados, enquanto o Cf foi semelhante ($P > 0,05$). Já para os peixes dos tamanhos Médio e Grande não houve diferença no desempenho ($P > 0,05$).

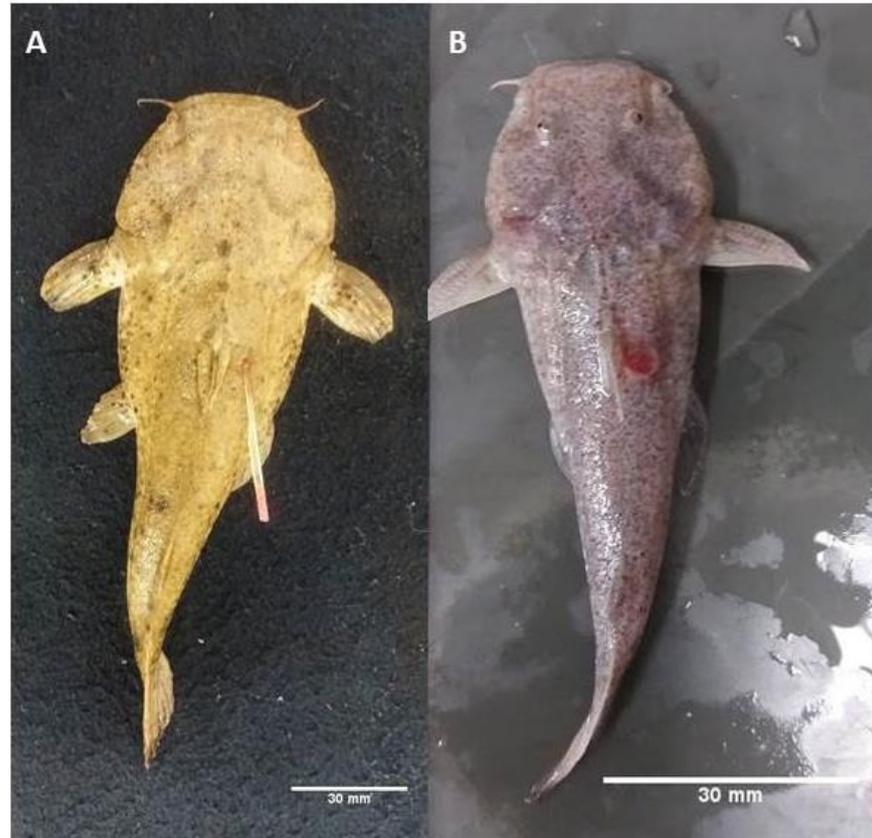


Figura 3-Fotografia dos animais marcados. Animal marcado do tamanho Grande após 90 dias da marcação (A) e animal do tamanho Pequeno com a ferida ocasionada após o desprendimento do marcador durante o experimento (B).

Tabela 2-ganho de peso, peso e comprimento final dos animais nos diferentes tamanhos após 90 dias. Ganho de peso (Gp), peso final (Pf) e comprimento final (Cf).

Tamanho	Gp (g)		Pf (g)		Cf total (cm)	
	Sem Marcação	Com Marcação	Sem Marcação	Com Marcação	Sem Marcação	Com Marcação
Pequeno	23,2±0,6a	21,0±0,4b	38,5±0,6a	36,4±0,4b	13,0±0,2a	12,6±0,4a
Médio	27,4±3,6a	26,4±2,4a	51,8±3,6a	50,8±2,4a	15,82±2,1a	14,4±0,2a
Grande	42,4±5,5a	45,1±3,3a	76,0±5,5a	78,8±3,2a	17,55±0,3a	17,7±0,2a

Médias dos peixes marcados e não marcados do mesmo tamanho seguidos de uma letra diferente indicam diferença significativa ($P < 0,05$) pelo teste t de Student.

4.2 Experimento 2

Entre o décimo e trigésimo dia de experimento foram registradas mortes de um peixe marcado e um não marcado. Além disso foi verificado o desprendimento de um marcador, obtendo-se uma TR de 93,33 % e corrigindo-se o N amostral devido à perda por mortalidade. A perda devido a ocorrência da mortalidade e desprendimento do marcador proporcionou um N amostral para a coleta do trigésimo dia de 15 animais não marcados e 14 marcados.

Na figura 4A verifica-se que a contagem de eritrócitos não apresentou diferença ($P>0,05$) entre os peixes marcados e não marcados. Entretanto, houve variação nos diferentes dias analisados com maiores valores ($P<0,05$) aos 5 e 10 dias e inferiores aos 30 dias para quem marcados ou não. Os peixes no início do experimento apresentaram valores intermediários.

Para leucócitos (figura 4B), proteína plasmática total (figura 4C) e VCM (figura 4D) não registrou-se diferenças entre os grupos marcados e não marcados e ao longo do tempo ($P>0,05$).

Com relação ao hematócrito (figura 4E) houve aumento para os peixes marcados e não marcados no quinto dia após a marcação ($P<0,05$). No décimo dia, o hematócrito dos peixes não marcados permaneceu superior ($P<0,05$) ao nível basal, enquanto dos peixes marcados os valores foram semelhantes aos não marcados e ao nível basal ($P>0,05$). No trigésimo dia, os peixes não marcados apresentaram valores menores ($P<0,05$) aos registrados anteriormente, enquanto para os peixes marcados o hematócrito foi semelhante ao do tratamento basal e diferente ($P<0,05$) dos peixes marcados aos 5 e 10 dias. Entre peixes marcados e não marcados, o hematócrito só apresentou diferenças ($P<0,05$) no trigésimo dia, onde, os peixes marcados apresentaram valores mais elevados que peixes não marcados.

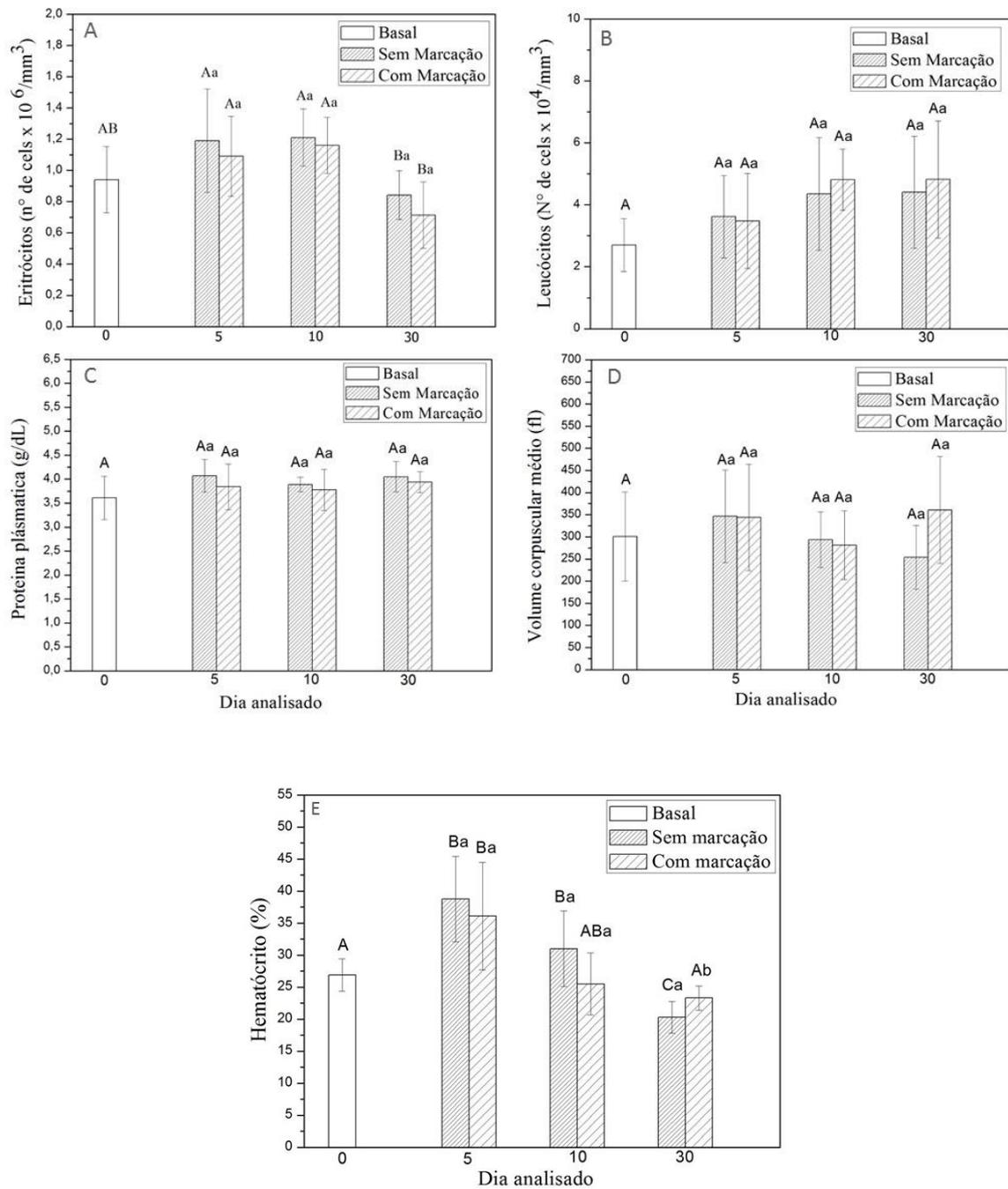


Figura 4- Parâmetros hematológicos dos animais marcados e não marcados nos diferentes dias analisados. Er (A), Leuc (B), PPT (C) e VCM (D) e Htc (E). Médias seguidas de uma letra maiúscula diferente indicam diferenças significativas ($P < 0,05$) entre os dias por ANOVA de duas vias seguido de Tukey. Médias com letras minúsculas diferentes indicam diferenças significativas ($P < 0,05$) entre um peixe marcado e não marcado por teste t de Student.

5. Discussão

No experimento 1 não houve mortalidade de peixes marcados e não marcados. Porém, no experimento 2 houve a morte de um animal marcado e um não marcado. Esses resultados indicam que o uso do marcador externo pode ser empregado para juvenis de *L. alexandri*, sendo que a mortalidade pode ser em decorrência específica da condição dos peixes afetados pelas condições de cultivo. Gil et al (2017) compararam a taxa de sobrevivência entre em juvenis *Argyrosomus regius* pesando $83,7 \pm 24,5$ g e com $19,5 \pm 1,9$ cm e encontraram menor sobrevivência (60 %) para os animais marcados com T-bar abdominal e sobrevivências maiores (83,3%) para peixes marcados com T-bar ancora, que foram semelhantes aos animais não marcados. Phelps e Rodrigues (2011) estudando *Lutjanus campechanus* com $43,7 \pm 5,6$ g não marcados e marcados com T-bar abdominal, PIT e tag de mandíbula por 150 dias não observaram diferenças na taxa de sobrevivência dos animais.

A maior taxa de retenção dos marcadores foi registrada para os animais do tamanho Grande durante todo o experimento 1. Este fato pode ter ocorrido devido aos peixes maiores terem maior quantidade de músculo no local da aplicação. Smith et al. (2017) compararam a taxa de retenção do Pit Tags e T-bar em *Coregonus sardinella* com 13,6-15,8 cm e 18,3-31,6 g utilizando diferentes protocolos de marcação (sem e com anestesia seguidos de banhos de sal para recuperação do manejo com concentrações de 10 e 3 mg/l) e verificaram média de retenção dos tratamentos para T-bar de 76 % após 30 dias da marcação e uma variação entre os protocolos de 25 a 45 % após 60 dias, enquanto o Pit Tag apresentou 100 % de retenção em todos os tratamentos. Bodine e Fleming (2014) verificaram em bagre azul (*Ictalurus furcatus*) com $36,4 \pm 0,1$ cm, mantidos em viveiros escavados por 6 meses, taxa de retenção para T-bar de 94 % em 2 meses e de 76 % com 6 meses, enquanto a Pit tag apresentou 100 % de retenção. Desta forma fica evidente que a eficiência do marcador está relacionada ao tipo de marcador, espécie e tamanho do peixe como também do manejo adotado.

O menor ganho de peso encontrado somente para os peixes marcados do tamanho Pequeno em relação aos peixes não marcados do mesmo tamanho pode estar relacionado com a maior proporção do peso do marcador em relação a massa corporal dos animais, que representava em média: 1,15 %, 0,67% e 0,5 % do peso seco, para Pequeno, Médio e Grande, respectivamente. Não existe uma relação bem definida entre o peso do marcador e massa corporal do animal e essa variação pode ser decorrente do tipo de marcação e espécie estudada (Jepsen et al. 2015). Alguns estudos recomendaram a utilização de marcadores com peso inferior a 2 % do peso dos animais ao ar (Jepsen et al 2003), outros uma relação ainda menor (1,25%) (Counihan e Frost 1990; Sutton et al.2003), enquanto outros autores desafiam essa regra e sugerem valores maiores (Brown et al. 1999 e Smircich e Kelly 2014). Mesmo utilizando marcadores com peso inferior aos recomendados pela literatura, no presente estudo os animais Pequenos apresentaram menor ganho de peso indicando que este marcador deve ser evitado para os peixes Pequenos, havendo a necessidade de se adequar este marcado ou desenvolver um novo modelo para este tamanho de peixes. A presença de um marcador fixado na superfície do animal pode causar desequilíbrio, feridas (Halls e Azim 1998) e infecções devido o atrito dos marcadores com a água (Thorsteinsson et al. 2002), proporcionando, principalmente, quando aplicado em animais menores, menor taxa de retenção, sobrevivência e ganho de peso (Rikardsen 2000; Rikardsen et al. 2002; Strand et al. 2002). O *L alexandri* é uma espécie lêntica e de fundo, onde foi registrado natação apenas no momento da alimentação. Contudo o atrito gerado do marcador com a água durante a natação era mínimo e só afetou o ganho de peso dos peixes menores. Greenstreet e Morgan (1989) estudaram o uso de marcadores ultrassônicos externos em 3 tamanhos de Salmão do atlântico (*Salmo salar*) e observaram a perda de massa corporal para os animais menores (> 16,0 cm), menor ganho de peso dos animais médios (entre 16,0 e 18,0 cm) e ganho de peso semelhante para os animais maiores (> 18,0 cm). Rikardsen et al. (2002) compararam a taxa de retenção e

a influência sobre o desempenho de dois marcadores visuais em truta do ártico (*Salvelinus alpinus*) entre 17,0-20,9 cm e verificaram taxa de retenção de 94% para as etiquetas Floy e 78 % para as VI alpha após 160 dias de marcação. Entretanto os autores encontraram menor taxa de crescimento para os animais marcados com etiquetas Floy.

Os animais que apresentam desprendimento do marcador e foram transferidos para outro tanque durante o período de experimento, se recuperaram do ferimento causado pelo marcador e não apresentaram mortalidade, mostrando que, possivelmente, em outro ambiente, mesmo que o marcador se solte, os animais tem capacidade de recuperação.

Os valores hematológicos encontrados nesse estudo estão condizentes aos descritos por outros autores para a mesma espécie, sendo eritrócitos e leucócitos por Mattioli et al. (2017), hematócrito por Kitagawa et al. (2015) e a proteína plasmática por Costa et al. (2016). O aumento do número de eritrócitos e hematócrito no quinto e no décimo dia após a marcação pode estar relacionado com o estresse ocasionado durante o manejo dos animais, uma vez que realizados os peixes demoraram 8 dias para iniciarem a alimentação. Porém, no trigésimo dia os valores voltaram aos níveis basais, indicando adaptação ao uso dos marcadores. O aumento da concentração do hematócrito também pode ser um indicativo de maior esforço físico ocasionado durante uma situação de estresse (Acerete et al. 2004).-Lewis e Muntz (1984) observaram o aumento da batida da cauda e velocidade dos movimentos operculares durante a natação da Truta Arco-íris (*Salmo gairdneri*) com marcadores externos ultra-sônicos em relação aos animais não marcados. Resultados semelhantes foram descritos por Steinhausen et al. (2006) que observaram que em velocidade de natação reduzidas é o maior consumo de oxigênio do Bacalhau do Atlântico (*Gadus morhua*) marcados com transmissores externos em relação aos peixes não marcados.

No entanto nenhuma diferença foi observada entre um peixe marcado e não marcado para proteína plasmática, leucócitos, eritrócitos e volume corpuscular médio. Rożyński et al.

(2017) estudaram a influência de transmissores de telemetria implantados cirurgicamente sobre os parâmetros fisiológicos do *Sander lucioperca* pesando entre 60-90 g utilizando 2 tipos de sutura (seda e adesivo de tecido). Após 35 dias da cirurgia, esses autores também não encontraram diferença significativa para eritrócitos, leucócitos, hematócrito e proteína plasmática; porém, registraram valores mais baixos para: volume corpuscular médio nos animais suturados com seda em relação ao tratamento controle. Entretanto, a inserção cirúrgica é um método mais invasivo que o marcador testado no presente estudo e as alterações fisiológicas podem estar associada a incisão abdominal e não a presença do marcador, como já relatado por Luo et al. (2015) que verificaram as mesmas alterações fisiológicas para carpa *Hypophthalmichthys nobilis* submetida a uma falsa e verdadeira implantação cirúrgica de transmissores ultrassônicos após 3 h e 24 h, 7 e 14 dias.

Conclusões

Conclui-se que o marcador utilizado neste trabalho pelo período de 90 dias proporciona menor ganho de peso quando aplicado nos juvenis de *L. alexandri* do tamanho Pequeno e não interfere no ganho de peso dos juvenis de tamanho Médio e Grande. Entretanto a taxa de retenção do marcador aumenta à medida que aumenta o tamanho dos animais, sendo ao final de 90 dias de 84,83 % para os peixes Grandes. O hematócrito dos animais com 64,28±11,80 g foi maior nos primeiros dias, o que indica uma situação de estresse, porém com recuperação ao final de 30 dias. Contudo, nenhuma alteração foi encontrada para proteína plasmática total, leucócitos, eritrócitos e volume corpuscular médio. Este fato mostra que o marcador pode ser utilizado sem causar grandes influências sobre o hematócrito, proteína plasmática, eritrócitos, leucócitos e volume corpuscular médio dos animais.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq-Brasil), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES-Brasil) e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG).

Referências

- Acerete L, Balasch JC, Espinosa E, et al (2004) Physiological responses in Eurasian perch (*Perca fluviatilis*, L.) subjected to stress by transport and handling. *Aquaculture* 237:167–178. doi: 10.1016/j.aquaculture.2004.03.018
- Agostinho AA, Pelicice FM, Gomes LC, Júlio HF (2010) Reservoir fish stocking: When one plus one may be less than two. *Nat a Conserv* 8:103–111. doi: 10.4322/natcon.00802001
- Alves CBM (2007) Evaluation of fish passage through the Igarapé Dam fish ladder (rio Paraopeba, Brazil), using marking and recapture. *Neotrop Ichthyol* 5:233–236. doi: 10.1590/S1679-62252007000200019
- Auer NA (1996) Importance of habitat and migration to sturgeons with emphasis on lake sturgeon. *Can J Fish Aquat Sci* 53:152–160. doi: 10.1139/f95-276
- Barroca TM, Gutiérrez-Espinosa MA, Giraldo A, et al (2015) Coded wire tagging of juvenile curimatá, *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1837) (Characiformes): mortality, tag retention, and growth. *Neotrop Ichthyol* 13:383–388. doi: 10.1590/1982-0224-20140074
- Barros MDM, Guimarães-cruz RJ, Veloso-júnior VC, Santos JE (2007) Reproductive apparatus and gametogenesis of *Lophiosilurus alexandri* Steindachner (Pisces, Teleostei, Siluriformes). *Rev Bras Zool* 24:213–221.
- Bodine KA, Fleming P (2014) Retention of PIT and T-Bar Anchor Tags in Blue Catfish. *North Am J Fish Manag* 34:68–71. doi: 10.1080/02755947.2013.860064
- Booth AJ, Weyl OLF (2008) Retention of T-bar anchor and dart tags by a wild population of African sharptooth catfish, *Clarias gariepinus*. *Fish Res* 92:333–339. doi: 10.1016/j.fishres.2008.02.002
- Brennan NP, Leber KM, Blackburn BR (2007) Use of coded-wire and visible implant elastomer tags for marine stock enhancement with juvenile red snapper *Lutjanus campechanus*. *Fish Res* 83:90–97. doi: 10.1016/j.fishres.2006.08.021

- Brewer RS, Norcross BL (2012) Long-term retention of internal elastomer tags in a wild population of North Pacific giant octopus (*Enteroctopus dofleini*). *Fish Res* 134–136:17–20. doi: 10.1016/j.fishres.2012.07.020
- Brown RS, Cooke SJ, Anderson G, Mckinley RS (1990) Evidence to Challenge the “2% Rule” for Biotelemetry. *North American Journal of Fisheries Management* 19:867–871.
- Cardoso EL, Chiarini-Garcia H, Ferreira RM a., Poli CR (1996) Morphological changes in the gills of *Lophiosilurus alexandri* exposed to un-ionized ammonia. *J Fish Biol* 49:778–787. doi: 10.1111/j.1095-8649.1996.tb00078.x
- Costa DP, de Oliveira Paes Leme F, Takata R, et al (2016) Effects of temperature on growth, survival and physiological parameters in juveniles of *Lophiosilurus alexandri*, a carnivorous neotropical catfish. *Aquac Res* 47:1706–1715. doi: 10.1111/are.12594
- Counihan TD, Frost CN (1999). Influence of externally attached transmitters on the swimming performance of juvenile white sturgeon. *Transactions of the American Fish Soci* 128:965–970.
- FAO (2016) THE STATE OF WORLD FISHERIES AND AQUACULTURE.
- Frederick JL (1997) Evaluation of fluorescent elastomer injection as a method for marking small fish. *Bull. Mar. Sci.* 61:399–408.
- Gibbons JWA, Andrews KM (2004) PIT tagging: simple technology at its Best. *Bioscience* 54:447–454.
- Gil MDM, Palmer M, Grau A, et al (2017) Comparing tagging strategies: Effects of tags on retention rate, mortality rate and growth in hatchery-reared juvenile meagre, *Argyrosomus regius* (Pisces: Sciaenidae). *Scientia Marina*. 81:171-178.
- Goldenfarb PB, Bowyer FP; Hall E, Brosius E (1971) Reproducibility in the hematology laboratory: the microhematocrit determinations. *Amer. J. Clin. Path* 56:35-39.
- Greenstreet SPR, Morgan RIG (1989) The effect of ultrasonic tags on the growth rates of

- Atlantic salmon, *Salmo salar* L., parr of varying size just prior to smolting. *J Fish Biol* 35:301–309. doi: 10.1111/j.1095-8649.1989.tb02979.x
- Griffiths SP (2002) Retention of visible implant tags in small rockpool fishes. *Mar Ecol Prog Ser* 236:307–309.
- Halls AS, Azim ME (1998) The utility of visible implant (VI) tags for marking tropical river fish. *Fish Manag Ecol* 5:71–80. doi: 10.1046/j.1365-2400.1998.00085.x
- Haw F, Bergman KP (1986) method for tagging fish for, identification. 54–55.
- ICMBIO (2016) Ameaçada de Extinção Executive Summary Livro Vermelho da Fauna Brasileira. Brasilia.
- Jepsen N, Thorstad EB, Havn T, Lucas MC (2015) The use of external electronic tags on fish: An evaluation of tag retention and tagging effects. *Anim Biotelemetry* 3:1-23. doi: 10.1186/s40317-015-0086-z
- Jepsen N, Schreck LC, Clements S, Thorstad EB (2003) A brief discussion on the 2% tag/body mass rule of thumb. *Aquatic telemetry* 9:255-259.
- Johnston RJ, Holland DS, Maharaj V, Campson TW (2007) Fish harvest tags: An alternative management approach for recreational fisheries in the US Gulf of Mexico. *Mar Policy* 31:505–516. doi: 10.1016/j.marpol.2006.12.004
- Kawamura K, Furukawa M, Kubota M, Harada Y (2012) Effects of stocking hatchery fish on the phenotype of indigenous populations in the amago salmon *Oncorhynchus masou ishikawae* in Japan. *J Fish Biol* 81:94–109. doi: 10.1111/j.1095-8649.2012.03315.x
- Kitagawa AT, Costa LS, Paulino RR, et al (2015) Feeding behavior and the effect of photoperiod on the performance and hematological parameters of the pacamã catfish (*Lophiosilurus alexandri*). *Appl Anim Behav Sci* 171:211–218. doi: 10.1016/j.applanim.2015.08.025
- Lewis AE, Muntz WRA (1984) The effects of external ultrasonic tagging on the swimming

- performance of rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson. *J Fish Biol* 25:577–585.
- Luo H, Duan X, Wang S, et al (2015) Effects of surgically implanted dummy ultrasonic transmitters on growth, survival and transmitter retention of bighead carp *Hypophthalmichthys nobilis*. *Environ Biol Fishes* 98:1131–1139. doi: 10.1007/s10641-014-0346-4
- Mattioli CC, Takata R, Paes Leme F de O, et al (2017) The effects of acute and chronic exposure to water salinity on juveniles of the carnivorous freshwater catfish *Lophiosilurus alexandri*. *Aquaculture* 481:255–266. doi: 10.1016/j.aquaculture.2017.08.016
- Mcdougall CA, Pisiak DJ, Barth CC, et al (2014) Relative recruitment success of stocked age-1 vs age-0 lake sturgeon (*Acipenser fulvescens* Rafinesque, 1817) in the Nelson River, northern Canada. *J Appl Ichthyol* 30:1451–1460. doi: 10.1111/jai.12555
- Navarro A, Oliva V, Zamorano MJ, et al (2006) Evaluation of PIT system as a method to tag fingerlings of gilthead seabream (*Sparus auratus* L.): Effects on growth, mortality and tag loss. *Aquaculture* 257:309–315. doi: 10.1016/j.aquaculture.2006.02.072
- Oesau S, Thaller G, Schulz C, Tetens J (2013) Application of PIT tags for individual identification of turbot (*Scophthalmus maximus*). *Arch Tierzucht* 56:285–292. doi: 10.7482/0003-9438-56-028
- Phelps RP, Rodriguez D (2011) Effects of tag type on red snapper *Lutjanus campechanus* tag retention, growth and survival under hatchery conditions. *J Appl Ichthyology*. 27:1169-1172. doi:10.1111/j.1439-0426.2011.01787.x
- Rikardsen AH (2000) Effects of Floy and Soft Vialpha Tags on Growth and Survival of Juvenile Arctic Char. *North Am J Fish Manag* 20:720–729. doi: 10.1577/1548-8675(2000)020<0720:EOFASV>2.3.CO;2
- Rikardsen AH, Woodgate M, Thompson DA (2002) A comparison of Floy and soft Vialpha

- tags on hatchery Arctic charr, with emphasis on tag retention, growth and survival. *Environ Biol Fishes* 64:269–273. doi: 10.1023/A:1016037921211
- Rożyński M, Kapusta A, Demska-Zakęś K, et al (2017) The effects of surgically implanted dummy tags on the survival, growth performance, and physiology of pikeperch (*Sander lucioperca*). *Fish Physiol Biochem* 43:999–1010. doi: 10.1007/s10695-017-0347-2
- Rudershausen PJ, Buckel JA, Hightower JE, Jech JM (2014) Estimating reef fish discard mortality using surface and bottom tagging: effects of hook injury and barotrauma. *Can J Fish Aquat Sci* 71:514–520. doi: 10.1139/cjfas-2013-0337
- Sato Y (2014) Catálogo Produção Científica apoiada pelo Centro Integrado de Recursos Pesqueiros e Aquicultura de Três Marias 1980 - 2013. Brasília.
- Smircich MG, Kelly J (2014) Extending the 2% rule: The effects of heavy internal tags on stress physiology, swimming performance, and growth in brook trout. *Animal biotelemetry* 16:1-7. doi:10.1186/2050-3385-2-16
- Smith NJ, McCall PL, Sutton TM (2017) Effects of different tagging protocols on survival, growth, and tag retention in juvenile least cisco *Coregonus sardinella*. *JFisheres Res* 187:68–72. doi: 10.1016/j.fishres.2016.11.008
- Steffensen KD, Powell LA, Koch JD (2010) Assessment of Hatchery-Reared Pallid Sturgeon Survival in the Lower Missouri River. *North Am J Fish Manag* 30:671–678. doi: 10.1577/M09-151.1
- Steinhausen MF, Andersen NG, Steffensen JF (2006) The effect of external dummy transmitters on oxygen consumption and performance of swimming Atlantic cod. *J Fish Biol* 69:951–956. doi: 10.1111/j.1095-8649.2006.01143.x
- Strand R, Finstad B, Lamberg A, Heggberget TG (2002) The effect of Carlin tags on survival and growth of anadromous Arctic charr, *Salvelinus alpinus*. *Environ Biol Fishes* 64:275–280. doi: 10.1023/A:1016091619937

- Sumpton W, Mayer D, Brown I, et al (2008) Investigation of movement and factors influencing post-release survival of line-caught coral reef fish using recreational tag-recapture data. *JFisheres Res* 92:189–195. doi: 10.1016/j.fishres.2008.01.019
- Sutton TM, Benson AC (2003) Influence of External Transmitter Shape and Size on Tag Retention and Growth of Juvenile Lake Sturgeon. *Transactions of the American Fishe Soc* 123:1257-1263. DOI: 10.1577/T03-001
- Svåsand T, Kristiansen TS, Pedersen T, et al (2000) The enhancement of cod stocks. *Fish Fish* 1:173–205. doi: 10.1046/j.1467-2979.2000.00017.x
- Specziár A, Turcsányi AS (2014) Effect of stocking strategy on distribution and recapture rate of common carp *Cyprinus carpio* L., in a large and shallow temperate lake : implications for recreational put-and-take fisheries management. *J Appl Ichthyol* 30:887–894. doi: 10.1111/jai.12488
- Thorsteinsson V, Arnold; G, Davenport; J, Maoiléidigh; NÓ (2002) Tagging methods for stock assessment and research in fisheries. *Rep Concert Action FAIR CT961394* 4:183.
- Ward DL, Childs MR, Persons WR (2008) PIT tag retention and tag induced mortality in juvenile bonytail and Gila chub. *Fish Manag Ecol* 15:159–161. doi: 10.1111/j.1365-2400.2008.00595.x
- Winner BL, McMichael RH, Brant LL (1999) Evaluation of small T-anchor and dart tags for use in marking hatchery-reared juvenile red drum, *Sciaenops ocellatus*. *Fish Bull* 97:730–735.
- Woods CM., Martin-Smith KM (2004) Visible implant fluorescent elastomer tagging of the big-bellied seahorse, *Hippocampus abdominalis*. *Fish Res* 66:363–371. doi: 10.1016/S0165-7836(03)00183-8

Zeeh KM, Wood JB (2009) Impact of visible implant elastomer tags on the growth rate of captive Caribbean reef squid *Sepioteuthis sepioidea*. Fish Res 95:362–364. doi: 10.1016/j.fishres.2008.08.002

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi desenvolvida uma tecnologia composta por um marcador visual para peixes e seu aplicador economicamente viável e de fácil aplicação, podendo ser comercializada no mercado nacional por um preço mais acessível que as disponíveis no mercado estrangeiro e, ainda sim, obter lucros consideráveis.

O marcador desenvolvido apresentou a mesma limitação relatada para os demais marcadores quando aplicado em animais pequenos, resultando em baixa taxa de retenção e influência sobre o ganho de peso. Entretanto, apresentou melhor taxa de retenção e nenhuma influência sobre o ganho de peso de *L. alexandri* de tamanho igual a $31,96 \pm 3,50$ g e $13,50 \pm 0,60$ por um período de 90 dias.

Os *L. alexandri* marcados e não marcados apresentaram maiores valores para eritrócitos e hematócrito no quinto e no décimo dia após a marcação. Porém, no trigésimo dia os valores voltaram aos níveis basais, indicando adaptação ao uso dos marcadores. Entretanto nenhuma diferença foi observada para: proteína plasmática total, leucócitos, eritrócitos e volume corpuscular médio, o que revela que o marcador pode ser utilizado em *L. alexandri* sem causar grandes alterações sobre os parâmetros hematológicos.

Como sugestões para trabalhos futuros ficam o desafio em testar o marcador desenvolvido por um tempo maior em Pacamã e outras em espécies de peixes mais ativos e de escamas. Além disso, existe a necessidade de se desenvolver um novo modelo de marcador externo para peixes de menor tamanho testado no presente estudo. Outro ponto interessante para o desenvolvimento de trabalhos futuros é investigação do uso do marcador em diversas espécies de peixes em trabalhos de campo em colaboração com pescadores, com o objetivo de para verificar a sobrevivência, crescimento e mortalidade de animais oriundos de programas de repovoamento.