

SELETIVIDADE DE REDES DE EMALHAR PARA UMA ESPÉCIE DE PEIXE NÃO-NATIVO EM UM RESERVATÓRIO NEOTROPICAL, PARANÁ, BRASIL

Úrsula Morgana Gomes de SANTA-FÉ¹ e Éder André GUBIANI^{1,2}

RESUMO

Invasões biológicas são consideradas a segunda principal causa de redução de biodiversidade em ambientes aquáticos. Dessa forma, inúmeras técnicas têm sido desenvolvidas com o intuito de erradicar espécies indesejáveis. Assim, o objetivo deste trabalho foi estimar a seletividade das redes de espera utilizadas na captura de *Odontesthes bonariensis*, espécie introduzida no reservatório da Usina Hidrelétrica de Salto Santiago, rio Iguazu, Estado do Paraná, Brasil. Amostragens foram realizadas bimestralmente de julho de 2003 a março de 2013 em quatro locais do reservatório. Ao todo, foram capturados 6952 indivíduos. As malhas de 2,5 e 3,0 cm foram as mais eficientes, tendo, em conjunto, capturado 89,90% dos indivíduos. Os tamanhos ótimos de captura estimados para essas malhas foram 13,35 e 16 cm, respectivamente. Dessa forma, sugere-se intensificação do uso de redes de emalhar com tamanho inferior a três centímetros, para captura de indivíduos com tamanho menor que o da primeira maturação.

Palavras-chave: probabilidade de captura; petrecho de pesca; manejo pesqueiro; espécie introduzida *Odontesthes bonariensis*

SELECTIVITY OF GILLNETS FOR A NON-NATIVE FISH SPECIES IN A NEOTROPICAL RESERVOIR, PARANA STATE, BRAZIL

ABSTRACT

Biological invasions are considered the second main cause of loss biodiversity in aquatic environments. Thus, many techniques have been developed with the aim of eradicating undesirable species. Then, this paper had the purpose of estimate the selectivity of the gillnets used to catch *Odontesthes bonariensis*, introduced specie in Salto Santiago reservoir, Iguassu River, Brazil. Samples were made bimonthly from July 2003 to March 2013. Altogether 6,952 individuals were captured. The mesh sizes of 2.5 cm and 3.0 cm are the most effectively both captured 89.90% of the individuals. The optimal sizes of capture estimates for mesh sizes of 2.5 and 3.0 cm were 13.35 cm and 16.00 cm, respectively. Thus, we suggest the intense use of gillnets with mesh sizes less than 3.0 cm, to capture small sized individuals at first maturation.

Keyword: probability of capture; fishing gear; fisheries management; introduced species *Odontesthes bonariensis*

Artigo Científico: Recebido em 18/11/2015 – Aprovado em 21/02/2016

¹ Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca, Rua da Faculdade, 645, Jardim La Salle, 85903-000, Toledo, Paraná, Brasil. email: umg86@hotmail.com (autor para correspondência)

² Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca, Programa de Pós-Graduação em Conservação e Manejo de Recursos Naturais, Grupo de Pesquisas em Recursos Pesqueiros e Limnologia, Instituto Neotropical de Pesquisas Ambientais, Rua da Faculdade, 645, Jardim La Salle, 85903-000 Toledo, Paraná, Brasil.

Bol. Inst. Pesca, São Paulo, 42(1): 167-179, 2016
Doi: 10.5007/1678-2305.2016v42n1p167

INTRODUÇÃO

Invasões biológicas são consideradas a segunda principal causa de redução de biodiversidade em ambientes aquáticos (SALA *et al.*, 2000; BARBIERI e MELO, 2006; AGOSTINHO *et al.*, 2007; VITULE, 2009). Dessa forma, inúmeras técnicas têm sido desenvolvidas com o objetivo de erradicar espécies indesejáveis. Dentre as técnicas de manejo utilizadas no controle de tais espécies, destacam-se: biocontrole, no qual espécies predadoras são introduzidas no ambiente para atacar as espécies não-nativas (SECORD, 2003); remoção mecânica de indivíduos invasores, através da pesca, por exemplo (KNAPP e MATTHEWS, 1998; MYERS *et al.*, 2000); uso de substâncias químicas (e.g. pesticidas), lançadas na água em concentrações letais (BRITTON *et al.*, 2009); ou a junção de várias técnicas. Além disso, recentemente, outras técnicas de manejo têm sido utilizadas, como mudança genética sexual dos indivíduos introduzidos, transformando fêmeas, para que produzam apenas machos (COTTON e WEDEKIND, 2007), e limitação da dispersão por meio de barreiras físicas (MYERS *et al.*, 2000). Assim, dadas essas alternativas, a remoção de espécies não-nativas, sob certas circunstâncias, tem se tornado viável, porém os resultados que se pode encontrar nas comunidades aquáticas são imprevisíveis (MYERS *et al.*, 2000).

Quando uma espécie é introduzida em um ecossistema aquático, sua completa remoção do novo ambiente é praticamente impossível (AGOSTINHO *et al.*, 2007; GOZLAN *et al.*, 2010), uma vez que estimativas confiáveis do tamanho dos estoques, tanto de espécies nativas como de introduzidas, são difíceis de serem feitas em ambientes aquáticos (GOZLAN *et al.*, 2010). Contudo, a população pode ser regulada a níveis mínimos, de forma que seus efeitos deletérios sobre as espécies nativas podem ser minimizados (MACK *et al.*, 2000; GOZLAN *et al.*, 2003; 2010). Assim, o uso da remoção mecânica por meio da pesca pode ser uma alternativa para minimizar os efeitos negativos das espécies introduzidas sobre os estoques de espécies nativas. Para se manejar um estoque, mesmo

com o intuito de diminuir seu tamanho, informações biológicas básicas são necessárias. De acordo com KING (1995), dados de abundância do estoque, crescimento (individual e populacional), recrutamento e mortalidade (natural e por pesca) são fundamentais para a aplicabilidade de qualquer medida de manejo sobre os estoques pesqueiros. Dessa forma, a fim de reduzir o tamanho do estoque de uma espécie introduzida, é de fundamental importância conhecer a seletividade dos aparelhos de pesca utilizados em sua captura.

A seletividade de captura de uma arte de pesca é definida como a relação entre a medida de dimensão do indivíduo e a dimensão da malha utilizada, de forma que a retenção de indivíduos pertencentes a classes etárias menores seja minimizada (SPARRE e VENEMA, 1997; ALVES *et al.*, 2012). Na exploração dos estoques pesqueiros, diversos tamanhos de malha são utilizados nas pescarias. Diante disso, definir o tamanho de malha que maximize a captura de indivíduos adultos é importante para a manutenção dos estoques viáveis (MARTINS *et al.*, 2011). Por outro lado, para remoção de espécies indesejáveis é imprescindível definir os tamanhos de malha de maior captura. Estudos recentes mostram que determinar a seletividade dos aparelhos de pesca auxilia no manejo pesqueiro adequado, tanto de espécies nativas como de introduzidas, tornando possível minimizar os efeitos negativos de espécies introduzidas sobre espécies nativas e conservar a saúde genética das populações, a fim de promover a sustentabilidade dos estoques nativos por longo período de tempo (ZHOU, 2010).

Dentre os apetrechos de pesca utilizados nas pescarias, a rede de emalhar é uma arte de pesca passiva, de maneira que os peixes precisam ir de encontro à rede para serem capturados. Nesse tipo de aparelho de pesca, os peixes podem ser emalhados de três formas distintas: pelo opérculo, que se prende na rede; presos na altura peitoral do corpo; ou emaranhados na rede (Baranov, *apud* MAHON *et al.*, 2000). A seletividade das redes é diretamente

proporcional ao tamanho da malha, ou seja, quanto maior a malha da rede, mais seletiva ela será, capturando indivíduos maiores dentro de um mesmo estoque e evitando a captura de indivíduos fora da classe de comprimento desejada. O conhecimento da seletividade das artes de pesca é uma etapa essencial para o manejo pesqueiro de qualquer estoque.

Diante do exposto, este trabalho teve por objetivo estimar a seletividade das redes de emalhar utilizadas para a captura de *Odontesthes bonariensis* (Valenciennes, 1935) no reservatório da Usina Hidrelétrica de Salto Santiago, rio Iguaçu, Estado do Paraná, Brasil. A espécie de peixe *O. bonariensis*, popularmente conhecida como peixe-rei, é originária da Argentina e extremo sul do Brasil (BEMVENUTI, 1990), tendo sido introduzida em outros locais no Brasil em 1945 (WELCOMME, 1988), juntamente com outras espécies, para fomentar a aquicultura do país e como medida mitigatória de impactos causados por barramentos (DELARIVA e AGOSTINHO, 1999; AGOSTINHO *et al.*, 2007). O histórico da introdução de *O. bonariensis* nos reservatórios do rio Iguaçu não é bem documentado, porém, sabe-se que tal ação foi resultado da boa adaptação do peixe a ambientes lênticos (CASSEMIRO *et al.*, 2003). Dessa forma, por ser uma espécie introduzida, medidas para diminuição do seu estoque são necessárias a fim de evitar a perda ou redução da biodiversidade local, que, no caso de reservatórios do rio Iguaçu, pode ser total, devido ao alto grau de endemismo de sua ictiofauna (GARAVELLO *et al.*, 1997; BAUMGARTNER *et al.*, 2012). Assim, informações relativas à seletividade das redes de emalhe poderão ser usadas em modelos de manejo de pesca para redução do estoque de espécies introduzidas em reservatórios.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O Reservatório de Salto Santiago (25°37'46''S, 52°36'56''W e 25°46'31''S, 52°07'30''W; Figura 1) foi formado no ano de 1979, sendo o terceiro na Cascata de Reservatórios do Rio Iguaçu. A jusante dele situa-se a Usina Hidrelétrica (UHE) Salto Osório e a montante, a UHE Segredo. O Reservatório de Salto Santiago possui 80 km de comprimento longitudinal, com área inundada de 208 km², profundidade média de 35 metros e máxima de 70 metros e tempo de residência da água de 50,8 dias (GUBIANI *et al.*, 2010).

Amostragem

Os peixes foram coletados bimestralmente de julho de 2003 a março de 2013 em quatro locais de do reservatório de Salto Santiago, denominados: 1 - Iate, próximo ao Iate Clube da cidade de Cândói, Paraná; 2 - região do Rio Cavernoso, tributário da margem direita do reservatório; 3 - região do Porto Santana, trecho médio do reservatório; e 4 - próximo à barragem (Figura 1). Para as coletas foi utilizada uma bateria de redes de espera simples e tresmalhos instalada em cada ponto de coleta na camada superficial, próximo à margem, com tamanhos de malha de 2,5; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0; 7,0; 8,0; 9,0; 10,0; 12,0 e 14,0 cm, para as redes de espera simples, e de 6,0; 7,0 e 8,0 cm, para as redes tresmalhos, mas somente os dados das redes de malhas de 2,5; 3,0; 4,0 e 5,0 cm foram utilizados neste estudo, por terem sido as que mais capturaram indivíduos de *O. bonariensis* (Ver Apêndice I.). O esforço amostral para todas as coletas foi padronizado. As redes permaneceram expostas por 24 horas, com revistas às 8h, 16h e 22h. Os indivíduos coletados foram armazenados em gelo dentro de sacos plásticos e identificados com data, local, tamanho da malha da rede utilizada e o turno de captura. Posteriormente, em laboratório, de cada exemplar foram obtidos comprimento total (CT) e comprimento padrão (CP), ambos em cm, e peso total (PT), em grama.



Figura 1. Locais de amostragem no reservatório de Salto Santiago. 1 - Iate; 2 - Cavernoso; 3 - Porto Santana; 4 - Barragem.

Análise de dados

Para determinação da seletividade foi utilizada a metodologia de HOLT (1963), descrita por SPARRE e VENEMA (1997), que considera o comprimento padrão dividido em classes de comprimento e a quantidade de indivíduos capturados por classe. As capturas por malhas, aos pares, foram logaritimizadas de acordo com a equação $\ln\left(\frac{C_b}{C_a}\right) = a + b * CP$, onde C_a corresponde à frequência de captura da malha de menor tamanho, C_b , à frequência de captura da malha de maior tamanho e CP , ao comprimento padrão do peixe. O diagrama de dispersão, entre o $\ln\left(\frac{C_b}{C_a}\right)$ com o comprimento dos peixes, revela relação linear entre as variáveis. Por meio do ajuste do modelo linear $\ln\left(\frac{C_b}{C_a}\right) = a + bCP$, os valores dos parâmetros a e b foram estimados com o uso do método dos mínimos quadrados. Após a determinação dos valores de a e b foi calculado o fator de seleção (SF), pela seguinte equação $SF = \frac{-2*a}{b*m_a+m_{a+1}}$,

onde m_a e m_{a+1} significam os tamanhos das malhas.

Posteriormente foi calculado o comprimento ótimo de captura para as redes de emalhar (Lm), dado pela equação $Lm = SF * m$, em que m é o tamanho da malha utilizada. A partir disso, para cada tipo de malha foi calculada a variância, a qual é determinada pelo quadrado do desvio padrão comum:

$$s^2 = SF * \frac{m_{a+1} - m_a}{b}$$

Então, a seletividade (SL) foi calculada para cada tipo de malha, utilizando o comprimento ótimo e a variância, por meio da seguinte equação:

$$SL = \exp\left[-\frac{(L - Lm)^2}{2 * s^2}\right]$$

A fim de demonstrar a curva de seletividade composta para todas as malhas, apresenta-se a

curva normal reduzida (valores contidos no intervalo de 0 a 1).

A amplitude de seleção (A_m) foi calculada pela equação $A_m = Lm \pm 2 * s$, na qual 95% dos indivíduos são capturáveis e s é o desvio padrão.

De acordo com o método de ANDREEV (1966) foi calculado o tamanho ótimo da malha (a) que captura a maior quantidade de indivíduos de acordo com a seguinte equação: $a = k * CPm$, onde CPm é o comprimento médio dos peixes passíveis de captura e k é o coeficiente determinado para cada tipo de espécie. Com a equação: $k =$

$$2m_a * m_{a+1} / [CPm_0(m_a + m_{a+1})],$$

que relaciona os tamanhos das malhas utilizadas aos pares (m_a e m_{a+1}) e CPm_0 , o comprimento dos peixes capturados em igual tamanho por ambas as redes, foi possível determinar o coeficiente k .

RESULTADOS

Para o cálculo da seletividade, as informações obtidas durante os 10 anos de

amostragens foram agrupadas pela quantidade de indivíduos capturados por malha utilizada, distribuídas em intervalos de comprimento de 2,0 cm, sem distinção de sexo (Tabela 1). Durante todo o período foram capturados 6952 indivíduos. A rede de malha 3,0 cm capturou a maior parte dos indivíduos (49,4% do total de exemplares), os quais apresentaram comprimento padrão variando entre 13,0 e 23,0 cm. A rede de malha 2,5 cm capturou 40,5% dos exemplares, a de malha 4,0 cm, 8,7% e a de malha 5,0, somente 1,4% dos exemplares. As malhas 2,5 e 3,0 cm, juntas, capturaram 89,9% do total de exemplares. O maior indivíduo (45,5 cm de CP; Apêndice I) foi capturado na malha de 9,0 cm e o menor (7,0 cm de CP), na malha de 3,0 cm.

As regressões entre o comprimento padrão CP e os valores log-transformados das capturas aos pares de malhas 2,5 e 3,0; 3,0 e 4,0; e 4,0 e 5,0 cm foram todas significativas (Figura 2). A partir dos valores de a e b determinados pela regressão linear foi possível calcular o desvio padrão (s) e o fator de seleção para determinar o comprimento ótimo de captura em cada malha (Tabela 2).

Tabela 1. Distribuição de frequência por classe de comprimento em cada malha utilizada para a captura de *Odontesthes bonariensis* (Valenciennes, 1935) no reservatório de Salto Santiago, rio Iguazu, no período de julho de 2003 a março de 2013.

Intervalo de comprimento	Ponto médio classe de comprimento	Ind./malha 2,5	Ind./malha 3,0	Ind./malha 4,0	Ind./malha 5,0
0,0 - 2,0	1,0	-	-	-	-
2,0 - 4,0	3,0	-	-	-	-
4,0 - 6,0	5,0	-	-	-	-
6,0 - 8,0	7,0	3	2	-	-
8,0 - 10,0	9,0	3	-	-	-
10,0 - 12,0	11,0	490	2	-	1
12,0 - 14,0	13,0	1603	202	2	-
14,0 - 16,0	15,0	626	1470	17	3
16,0 - 18,0	17,0	72	1271	65	1
18,0 - 20,0	19,0	23	469	224	4
20,0 - 22,0	21,0	13	47	234	17
22,0 - 24,0	23,0	8	4	47	32
24,0 - 26,0	25,0	1	1	18	23
26,0 - 28,0	27,0	-	1	1	11
28,0 - 30,0	29,0	-	-	1	2
30,0 - 32,0	31,0	-	1	1	3
Total	-	2842	3470	610	97

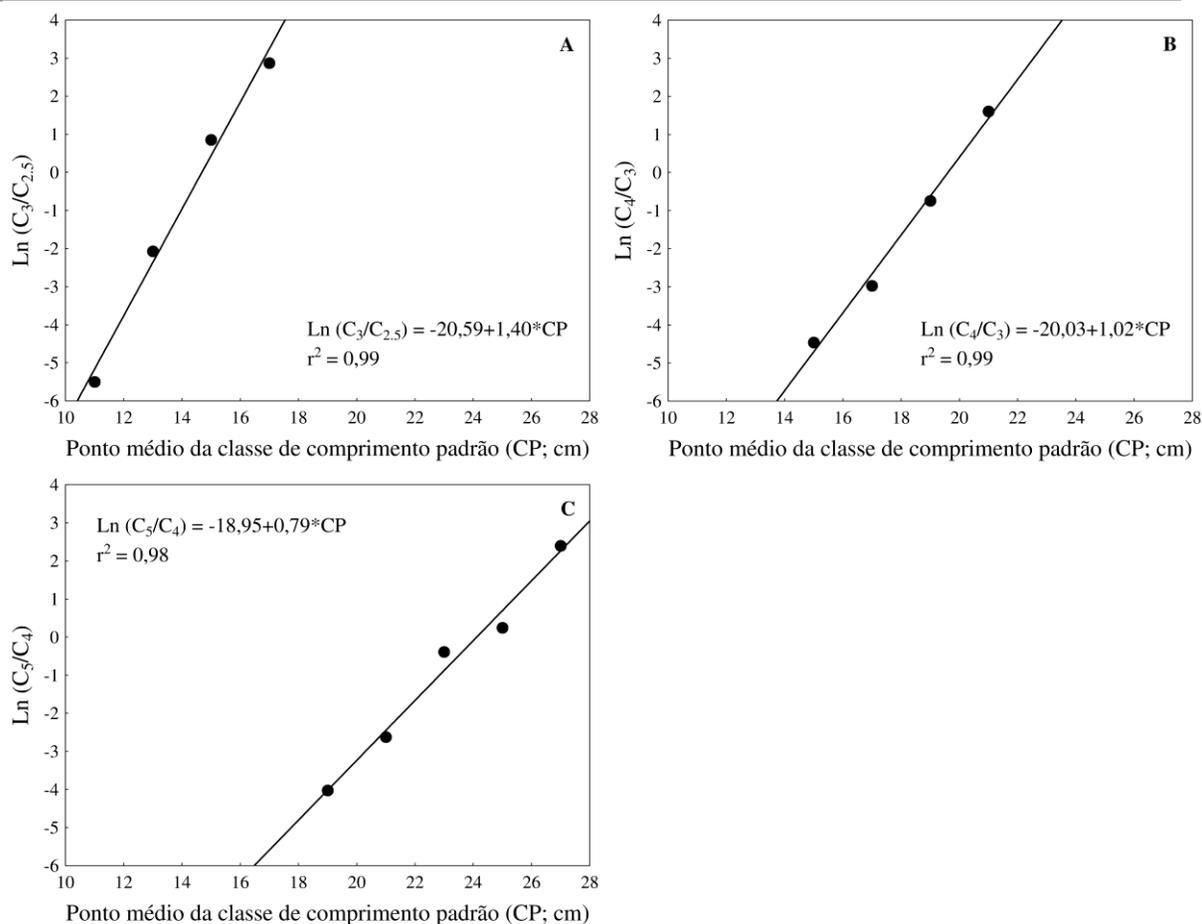


Figura 2. Regressão linear $\text{Ln}(C_{a+1}/C_a)$ entre os pares de malhas utilizadas na captura de *Odontesthes bonariensis* (Valenciennes, 1935) no período de julho de 2003 a março de 2013 no reservatório de Salto Santiago, rio Iguaçú.

Tabela 2. Resultado do cálculo dos comprimentos ótimos (L_m), desvio padrão (s) e fator de seleção (SF) para o comprimento padrão de exemplares de *Odontesthes bonariensis* (Valenciennes, 1935) capturados no reservatório de Salto Santiago no período de julho de 2003 a março de 2013.

	$M_{2,5/3}$	$M_{3/4}$	$M_{4/5}$
L_{ma}	13,35	16,81	21,44
L_{mb}	16,02	22,41	26,80
s	1,90	5,48	6,82
SF	5,34	5,61	5,36

O comprimento ótimo indica o tamanho médio em que o peixe é capturado por determinada malha. Quando a malha de 2,5 cm foi utilizada, o comprimento ótimo de captura de indivíduos foi aproximadamente 13,35 cm. Para a malha 3,0 cm, o comprimento ótimo foi aproximadamente 16,0 cm. Entretanto, os

indivíduos capturados com malha 4,0 cm estiveram na faixa de 21,93 cm de comprimento, e os capturados com malha 5,0 cm, na faixa de 26,0 cm. Tais valores evidenciam que os comprimentos ótimos são relativamente proporcionais à malha utilizada.

Para determinar as curvas de seletividade para os pares de malhas, substituíram-se na equação de seletividade (SL) os valores de comprimento ótimo, desvio padrão (s) e comprimento padrão médio (CP). O estudo com as quatro malhas de rede utilizadas na captura de *O. bonariensis* segue um padrão: malhas maiores capturam indivíduos maiores, porém a quantidade de indivíduos não segue essa proporcionalidade. A média de comprimento

dos indivíduos varia de acordo com cada malha individualmente (Figura 3A). A normal reduzida representa a probabilidade de captura de todas as malhas somadas. A máxima probabilidade de captura está em 15 cm de comprimento padrão médio (Figura 3B). Ainda usufruindo da equação da seletividade, a Figura 4 apresenta a frequência de captura, a seletividade das malhas 2,5 e 3,0 cm, que capturaram mais indivíduos, e o comprimento desses indivíduos.

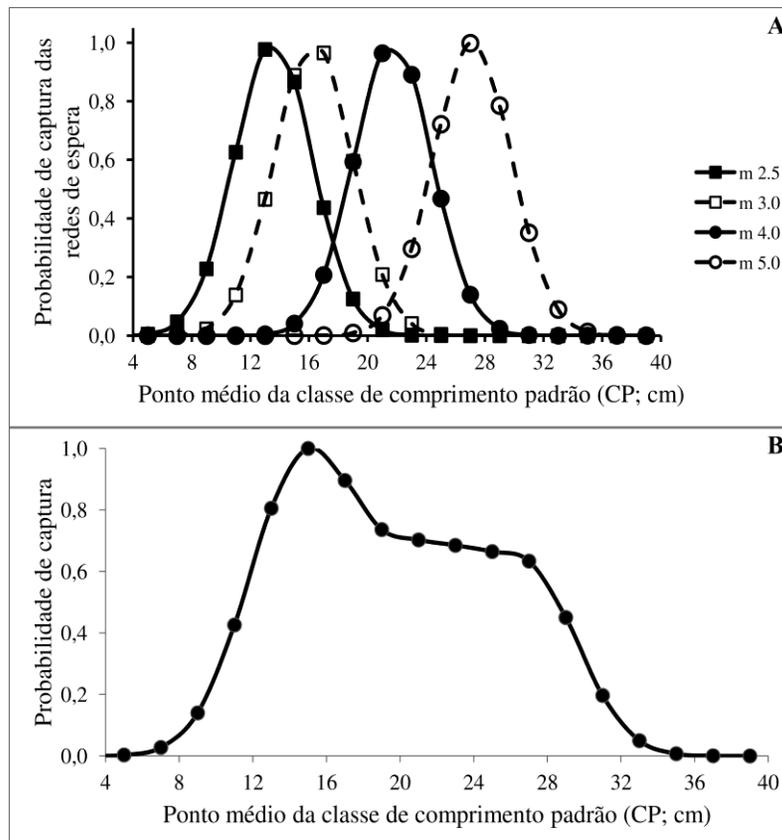


Figura 3. Curvas de seletividade para os quatro tipos de malhas (A) (2,5; 3,0; 4,0; e 5,0 cm) e reduzida, intervalo de 0 a 1 (B) utilizadas na captura de *Odontesthes bonariensis* (Valenciennes, 1935) no reservatório de Salto Santiago, rio Iguaçu, no período de julho de 2003 a março de 2013.

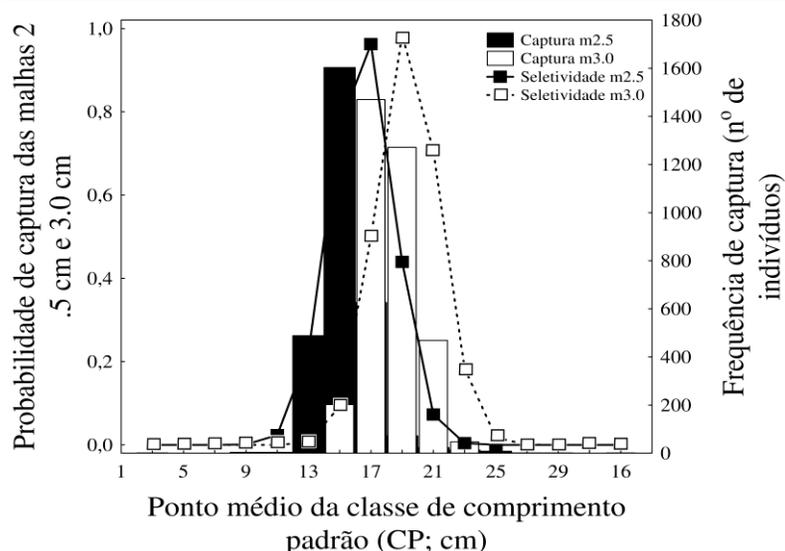


Figura 4. Curvas de seletividade e as respectivas distribuições de frequência das classes de comprimento (CP; cm) de exemplares de *Odontesthes bonariensis* (Valenciennes, 1935) capturados nas malhas 2,5 e 3,0 cm no reservatório de Salto Santiago no período de julho de 2003 a março de 2013.

As redes de espera possuem valores mínimo e máximo de seleção de indivíduos. O valor é mínimo quando os indivíduos ficam retidos na rede e não conseguem escapar, e máximo

quando o tamanho da malha é inferior ao tamanho do peixe. Esse intervalo entre os valores mínimo e máximo foi definido pela amplitude de seleção (A_m , Tabela 3).

Tabela 3. Amplitude de seleção de exemplares de *Odontesthes bonariensis* (Valenciennes, 1935) capturados no reservatório Salto Santiago, rio Iguazu, no período de julho de 2003 a março de 2013.

Malha (cm)	Comprimento de seleção (cm)		
	Mínimo	Médio	Máximo
2,5	10,59	13,35	16,11
3,0	13,26	16,02	18,78
4,0	17,73	22,41	27,09
5,0	21,58	26,80	32,02

O valor de k , coeficiente empírico específico para cada par de redes, foi determinado para os pares 2,5 e 3,0; 3,0 e 4,0; e 4,0 e 5,0 (Tabela 4). Por meio do uso desse parâmetro é possível observar o crescimento do peixe a taxas semelhantes sobre a pressão de seletividade das quatro malhas utilizadas. De acordo com NAKATANI *et al.*,

(1991), esse valor está relacionado à altura do corpo do peixe e varia para peixes finos (0,10), peixes médios (até 0,15) e peixes altos (0,20). O valor do k médio encontrado foi de 0,18, determinado pela intercessão das curvas de seleção.

Tabela 4. Valores dos comprimentos médios dos peixes prováveis de captura (95% de probabilidade) e de k dos pares de malhas utilizados na captura de *Odontesthes bonariensis* (Valenciennes, 1935) no reservatório de Salto Santiago, rio Iguaçu, no período de julho de 2003 a março de 2013.

Malha (cm)	Comprimento (cm)	k
2,5 e 3,0	14,7	0,19
3,0 e 4,0	19,8	0,17
4,0 e 5,0	24,2	0,18

DISCUSSÃO

O conhecimento da seletividade de uma arte de pesca é essencial para a racionalização das pescarias e implantação de medidas protetivas aos estoques pesqueiros (PUZZI e ANDRADE-E-SILVA, 1981; KING, 1995). Nesse sentido, inúmeros trabalhos têm determinado a seletividade das redes de emalhar com o objetivo do manejo racional dos estoques, a fim de maximizar o rendimento em biomassa e minimizar os efeitos de mortalidade por pesca (PUZZI e ANDRADE-E-SILVA, 1981; CAMARA *et al.*, 1991; NAKATANI *et al.*, 1991; MARTINS *et al.*, 2011). Além disso, a pesca com o uso de redes de emalhar também tem sido utilizada como forma de erradicação e controle de peixes não-nativos (KNAPP e MATTHEWS, 1998; STEBBING *et al.*, 2014). De acordo com os resultados deste estudo, as redes de malhas 2,5 e 3,0 cm foram as que mais capturaram indivíduos de *O. bonariensis*. Assim, a utilização dessas malhagens como forma de controle e erradicação da espécie, quando introduzida, pode ser eficiente na redução de seu estoque.

Apesar de o uso de redes de emalhar poder ser eficiente para o controle de espécies não-nativas, a aplicação desse método de manejo pode, também, ser deletério para as espécies nativas. Trabalhos têm demonstrado efeitos negativos do uso deste tipo de apetrecho sobre a fauna acompanhante (GOMES e CHAVES, 2006; KOTAS *et al.*, 2008; CARNEIRO e SALLES, 2011). No reservatório de Salto Santiago, várias espécies são capturadas pelas malhas 2,5 e 3,0 cm, dentre elas pode-se destacar *Astyanax bifasciatus*, *A. minor*, *A. gymnodontus* e *A. altiparanae* (FRANA, V.A.: dados não publicados), as quais, com exceção desta última, são endêmicas da bacia do rio Iguaçu

(BAUMGARTNER *et al.*, 2012). Nesse sentido, o uso de redes de emalhar como método de controle e erradicação de espécies não-nativas deve ser utilizado com cautela e sob o monitoramento constante dos órgãos de fiscalização.

No uso das artes de pesca é esperada uma relação positiva entre o tamanho dos indivíduos capturados e a dimensão do apetrecho de pesca (MARTINS *et al.*, 2011). Diante disso, seria esperado que os maiores indivíduos de *O. bonariensis* tivessem sido capturados com redes de maior malha, como as de 6,0 e 7,0 cm, por exemplo, porém a quantidade de indivíduos capturados nessas malhas foi baixa, de forma que o cálculo da seletividade não foi possível. A probabilidade de captura de um indivíduo é determinada por diferentes medidas do corpo do peixe. Assim, o peixe pode ser: "pegado" quando fica preso pelo diâmetro da circunferência ao redor do olho; "emalhado", quando fica retido pelo diâmetro na proximidade do opérculo, ficando preso por essa estrutura; e "entalado", quando fica preso pelo diâmetro nas proximidades da nadadeira peitoral (CAROL e GARCIA-BERTHOU, 2007). Além disso, KARLSEN e BJARNASSON (1986) sugerem uma quarta forma de captura, em que o peixe fica "enredado" ou "emaranhado", isto é, preso por alguma parte do corpo sem, necessariamente, ter penetrado na rede. No presente estudo foram utilizados peixes que penetraram na rede de emalhar, porém o registro de peixes enredados foi inevitável.

Para a manutenção de um estoque pesqueiro é necessário que ocorra o recrutamento de novos indivíduos que comporão o estoque adulto

(KING, 1995). A determinação do tamanho de primeira maturação, em que 50% dos indivíduos de um estoque estão aptos a se reproduzir, (VAZZOLER, 1996) é uma das medidas protetivas mais utilizadas em manejo pesqueiro (FONTELES-FILHO, 1989; KING, 1995). De acordo com GUBIANI e HORLANDO (2014), o tamanho médio de primeira maturação de *O. bonariensis* no reservatório de Salto Santiago é de 13,16 cm. De acordo com os resultados do presente trabalho, as malhas 2,5 e 3,0 cm capturaram indivíduos com tamanho médio de 13,35 e 16,00 cm, respectivamente. Dessa forma, seria necessário ajustar a seletividade das redes de emalhar para o tamanho que favorecesse o objetivo do manejo, por exemplo, controle do estoque pesqueiro ou erradicação da espécie não-nativa *O. bonariensis*. Assim, na tentativa de erradicação desta espécie, maior esforço de pesca deve ser concentrado em redes com tamanho de malha não superior a três centímetros, pois a retirada de indivíduos imaturos poderia, ao longo do tempo, permitir que novos recrutas não compusessem o estoque adulto e, assim, colapsar o estoque dessa espécie.

CONCLUSÃO

Ao correlacionar o comprimento padrão médio de *Odontesthes bonariensis* com os valores transformados da captura por malha, foi determinada a seletividade das redes de emalhar, verificando-se que aquelas com malhas 2,5 e 3,0 cm capturaram a maioria dos indivíduos. Além disso, estas malhas apresentaram comprimento ótimo de captura maior do que o comprimento médio de primeira maturação gonadal de *O. bonariensis*. Diante disso, sugere-se que tais malhas sejam utilizadas em práticas de manejo controladas, a fim de diminuir o estoque dessa espécie não-nativa no Reservatório da Usina Hidrelétrica de Salto Santiago.

AGRADECIMENTOS

Ao Grupo de Pesquisas em Recursos Pesqueiros e Limnologia (GERPEL) e ao Instituto

Neotropical de Pesquisas Ambientais (INEO), pelo apoio nas amostragens. É.A. Gubiani recebeu bolsa de produtividade em pesquisa do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq; processo # 302143/2011-4) e agradece a essa agência o recurso recebido.

REFERÊNCIAS

- AGOSTINHO, A.A.; GOMES, L.C.; PELICICE, F.M. 2007 *Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil*. Editora da Universidade Estadual de Maringá, 501p.
- ALVES, P.M.F.; ARFELLI, C.A.; TOMÁS, A.R.G. 2012 Selectivity of bottom gillnet of southeastern Brazil. *Boletim do Instituto de Pesca*, 38(4): 275-284.
- ANDREEV, N.N. 1966 *Handbook of fishing gear and its rigging*. Trad. M. Bem-Yami. Program for Scientific Translations, 454p.
- BARBIERI, E. and MELO, G.A.S. 2006 . Biodiversity: *Litopenaeus Vannamei* (Boone, 1931) exotic species presence in Cananéia-Iguape-Ilha Comprida lagoon estuary complex. *O Mundo da Saúde*, 30(4): 654-659.
- BAUMGARTNER, G.; PAVANELLI, C.S.; BAUMGARTNER, D.; BIFI, A.G.; DEBONA, T.; FRANA, V. 2012 *Peixes do baixo rio Iguacu*. Editora da Universidade Estadual de Maringá, 203p.
- BEMVENUTI, M.A. 1990 Hábitos alimentares de peixes-rei (Atherinidae) na região estuarina da Lagoa dos Patos, Brasil. *Atlântica*, 12(1): 79-102.
- BRITTON, J.R.; DAVIES, G.D.; BRAZIER, M. 2009 Erradication of the invasive *Pseudoras boraparva* in increased growth and production of native fishes. *Ecology of Freshwater Fish*, 18: 8-14.
- CAMARA, J.J.C.; RODRIGUES, A.M.; CAMPOS, E.C.; SANTOS, R.A.; BARBOSA, J.M.; MANDELLI-JÚNIOR, J. 1991 Pesca seletiva do tambuí, *Astyanax bimaculatus* Linnaeus, 1758 (Characiformes, Characidae), com a utilização de redes de emalhar, na represa de Ibitinga, rio

- Tietê, estado de São Paulo, Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca*, 18: 51-60.
- CARNEIRO, P.B.M.; SALLES, R. 2011 Caracterização da pescaria com rede de emalhar derivante realizada no município de Fortaleza, Estado do Ceará. *Arquivos de Ciências do Mar*, 44(1): 69-80.
- CAROL, J.; GARCÍA-BERTHO, G. 2007 Gill net selectivity and its relationship with body shape for eight freshwater fish species. *Journal of Applied Ichthyology*, 23: 654-660.
- CASSEMIRO, F.A.S.; HAHN, N.S.; RANGEL, T.F.L.V.B. 2003. Diet and trophic ecomorphology of the silverside, *Odontesthes bonariensis*, of the Salto Caxias reservoir, rio Iguaçu, Paraná, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 1(2): 127-131.
- COTTON, S.; WEDEKIND, C. 2007 Control of introduced species using trojan sex chromosomes. *Trends in Ecology and Evolution*, 22(9): 441-443.
- DELARIVA, R.L.; AGOSTINHO, A.A. 1999 Introdução de espécies: uma síntese comentada. *Acta Scientiarum*, 21(2): 36-44.
- FONTELES-FILHO, A.A. 1989 *Recursos pesqueiros. Biologia e dinâmica populacional*. Editora da Imprensa Oficial do Ceará, 296p.
- GARAVELLO, J.C.; PAVANELLI, C.S.; SUZUKI, H.I. 1997. Caracterização da ictiofauna do rio Iguaçu. In: Agostinho, A.A.; GOMES, L.C. (Eds.), Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo. Editora da Universidade Estadual de Maringá, 61-84.
- GOMES, I.D.; CHAVES, P.T. 2006 Ictiofauna integrante da pesca de arrasto camaroeiro no litoral Sul do Estado do Paraná, Brasil. *Bioikos*, 20(1): 9-13.
- GOZLAN, R.E.; PINDER, A.C.; DURAND, S.; BASS, J. 2003. Could the small size of sunbleak, *Leucaspis delineatus* (Pisces, Cyprinidae) be an ecological advantage in invading British waterbodies? *Folia Zoologica*, 52: 99-108.
- GOZLAN, R.E., BRITTON, J.R.; COWX, I., COPP, G.H. 2010 Current knowledge on non-native freshwater fish introductions. *Journal of Fish Biology*, 76: 751-786.
- GUBIANI, E.A.; FRANA, V.A.; MACIEL, A.L.; BAUMGARTNER, D. 2010 Occurrence of the nonnative fish *Salminus brasiliensis* (Cuvier, 1816), in global biodiversity ecoregion Iguaçu River, Paraná River Basin, Brasil. *Aquatic Invasions*, 5(2): 223-227.
- GUBIANI, E.A. and HORLANDO, S.S. 2014 Length-weight and length-length relationships and length at first maturity for freshwater fish species of the Salto Santiago Reservoir, Iguaçu River Basin, Brazil. *Journal of Applied Ichthyology*, 30: 1087-1091.
- HOLT, S.J. 1963 A method for determining gear selectivity and its application. *International North Pacific Fisheries Commission*, 5: 106-115.
- KARLSEN, L. and BJARNASON, B.A. 1986 Small-scale Fishing with Driftnets. *FAO Fisheries Technical Paper*, 284: 64.
- KING, M. 1996 *Fisheries Biology: assessment and management*. Fishing News Books, 338p.
- KNAPP, R.A. and MATTHEWS, K.R. 1998 Eradication of nonnative fish by gillnetting from a small mountain lake in California. *Restoration Ecology*, 6(2): 207-213.
- KOTAS, J.E.; PETRERE-JUNIOR, M.; FIEDLER, F.; MASTROCHIRICO, V.; SALES, G. 2008 A pesca de emalhe-de-superfície de Santa Catarina direcionada à captura dos tubarões-martelo, *Sphyrna lewini* (Griffith & Smith, 1834) e *Sphyrna zygaena* (Linnaeus 1758). *Revista Atlântica*, 30(2): 113-128.
- MACK, R.N.; SIMBERLOFF, D.; LONSDALE, W.M.; EVANS, H.; CLOUT, M.; BAZZAZ, F.A. 2000 Biotic invasions: causes, epidemiology, global consequences, and control. *Ecological Applications*, 10(3): 689-710.
- MAHON, R.; KHOKIATTIWONG, S.; OXENFORD, H.A. 2000 Selectivity of experimental gillnets for fouwing flying, *Hirundich thysaffinis*, of Barbados. *Environmental Biology of Fishes*, 59: 459-463.

- MARTINS, J.C.; JURAS, A.A.; ARAÚJO, M.A.S.; MELLO-FILHO, A.S.; CINTRA, I.H.A. 2011. Seletividade da rede malhadeira-fixa para a captura do Mapará, *Hypophthalmus marginatus*, no reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí, estado do Pará, Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca*, 37(2): 123-133.
- MYERS, J.H., SIMBERLOFF, D.; KURIS, A.M.; CAREY, J.R. 2000. Erradication revisited: dealing with exotic species. *Trends in Ecology and Evolution*, 15(8): 316-320.
- NAKATANI, K.; GOMES, L.G.; LATINI, J.D. 1991. Seletividade em redes de espera para captura de *Trachydoras paraguayensis* (Osteichthyes, Siluriformes), no reservatório de Itaipu e áreas de sua influência. *Revista da Universidade de Marília*, 13(2): 327-338.
- PUZZI, A. e ANDRADE-E-SILVA, M.R.G. 1981. Seletividade em redes de emalhar e dimensionamento do tamanho de malha para captura da corvina *Micropogonias furnieri* (Desmarest, 1823). *Boletim do Instituto de Pesca*, 8: 139-256.
- SALA, O.E.; CHAPIN, F.S.; ARMESTO, J.J.; BERLOW, E.; BLOOMFIELD, J.; DIRZO, R.; HUBER-SANWALD, E.; HUENNEKE, L.F.; JACKSON, R.B.; KINZIG, A.; LEEMANS, R.; LODGE, D.M.; MOONEY, H.A.; OESTERHELD, M.; POFF, N.L.; SYKES, M.T.; WALKER, B.H.; WALKER, M.; WALL, D.H. 2000. Biodiversity e global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science*, 287(5459): 1770-1774.
- SECORD, D. 2003. Biological control of marine invasive species: cautionary tales and land based lessons. *Biological Invasions*, 5: 117-131.
- SPARRE, P. and VENEMA, S.C. 1997. *Introdução à avaliação de mananciais de peixes tropicais: FAO Documento Técnico sobre as pescas*. Roma: FAO, 404p;
- STEBBING, P.; LONGSHAW, M.; SCOTT, A. 2014. Review of methods for the management of non-indigenous crayfish, with particular reference to Great Britain. *Ethology, Ecology and Evolution*, 26: 204-231.
- VAZZOLER, A.E.A.M. 1996. *Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática*. Editora da Universidade Estadual de Maringá, 169p.
- VITULE, J.R.S., 2009. Introdução de peixes em ecossistemas continentais brasileiros: revisão, comentários e sugestões de ações contra o inimigo quase invisível. *Neotropical Biology and Conservation*, 4(2): 111-122.
- WELCOME, R.L. 1988. International introductions of inland aquatic species. *FAO - Fisheries Technical Paper*, Rome 294-318.
- ZHOU, S.; SMITH, A.D.M., PUNTB, A.E.; RICHARDSON, A.J.; GIBBS, M.; FULTON, E.A.; PASCOE, S.; BULMAN, C.; BAYLISS, P.; SAINSBURY, K. 2010. Ecosystem-based fisheries management requires a change to the selective fishing philosophy. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 107(21): 9485-9489.

APÊNDICE I

Distribuição de frequência por classe de comprimento em cada malha utilizada para a captura de *Odontesthes bonariensis* (Valenciennes, 1935) no reservatório de Salto Santiago, rio Iguazu, no período de julho de 2003 a março de 2013. Informações das malhas 6,0 a 10,0 e feiteiras 6 e 8 (F6 e F8) não foram utilizadas para o cálculo da seletividade, devido ao baixo número de indivíduos capturados.

Intervalo de comprimento	Ponto médio classe de comprimento	Ind./malha 2,5	Ind./malha 3,0	Ind./malha 4,0	Ind./malha 5,0	Ind./malha 6,0	Ind./malha 7,0	Ind./malha 8,0	Ind./malha 9,0	Ind./malha 10,0	Ind./malha F6	Ind./malha F8
0,0 - 2,0	1	-	-	-	-							
2,0 - 4,0	3	-	-	-	-							
4,0 - 6,0	5	-	-	-	-							
6,0 - 8,0	7	3	2	-	-							
8,0 - 10,0	9	3	-	-	-							
10,0 - 12,0	11	490	2	-	1							
12,0 - 14,0	13	1603	202	2	-							
14,0 - 16,0	15	626	1470	17	3							
16,0 - 18,0	17	72	1271	65	1						2	
18,0 - 20,0	19	23	469	224	4			1				
20,0 - 22,0	21	13	47	234	17	6						
22,0 - 24,0	23	8	4	47	32							
24,0 - 26,0	25	1	1	18	23	2					2	
26,0 - 28,0	27	-	1	1	11	5					4	
28,0 - 30,0	29	-	-	1	2	3						
30,0 - 32,0	31	-	1	1	3						2	
32,0 - 34,0						2	1				1	
34,0 - 36,0						1						
36,0 - 38,0							1	1		1		1
38,0 - 40,0											1	
40,0 - 42,0												
42,0 - 46,0									1		1	
Total	-	2842	3470	610	97	19	2	2	1	1	13	1

