

HABITATS DE DESOVA DE PEIXES MIGRADORES EM ECOSISTEMAS LÓTICOS: CARACTERIZAÇÃO ABIÓTICA

Everton Giachini Tosetto^{1*}, Maristela Cavicchioli Makrakis² & Sergio Makrakis²

¹ Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), Programa de Pós-Graduação em Conservação e Manejo de Recursos Naturais. Rua Universitária, 2069, Cascavel, PR, Brasil. CEP: 85819-110

² Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), Grupo de Pesquisa em Tecnologia de Produção e Conservação de Recursos Pesqueiros e Hídricos-GETECH. Rua da Faculdade, 2550, Toledo, PR, Brasil. CEP: 85903-000
E-mails: evertontosetto@hotmail.com, mcaviccm@hotmail.com, smakrakis@folha.com.br

RESUMO

As espécies de peixes migradoras são altamente suscetíveis a impactos ambientais como a fragmentação de rios por barramentos e a perda de habitats. Para realização de projetos de reabilitação de habitats de reprodução destas espécies são necessárias informações das características abióticas dos locais de desova. Neste trabalho informações das características geomorfológicas, hidrológicas e de qualidade da água das áreas de desova de espécies migradoras distribuídas em diversas ordens foram revisadas e comparadas com as das espécies brasileiras. Com as informações obtidas conclui-se que estes estudos nas áreas de desova dos peixes migradores dos países do hemisfério norte estão bem avançados, projetando uma imagem clara do tipo de ambiente necessário para a reprodução. Porém no Brasil eles ainda são escassos, impossibilitando o delineamento de projetos de manejo para a conservação destas espécies.

Palavras-chave: áreas de desova; características físico-químicas; características geomorfológicas; migração de peixes; reabilitação de habitats.

ABSTRACT - SPAWNING HABITAT OF MIGRATORY FISHES IN LOTIC ECOSYSTEMS: ABIOTIC CHARACTERIZATION

Migratory fish species are the highly susceptible to environmental impacts as river fragmentation by dams and loss of habitats. For the implementation of reproduction habitat rehabilitation projects, information about the abiotic characteristics of the spawning grounds are necessary. In this work, information of the geomorphological, hydrological and water quality characteristics of the spawning areas of migratory fishes distributed in several orders were reviewed and compared with Brazilian species. With the information found, we conclude that these studies on the spawning grounds of migratory fishes from the north hemisphere, are quite advanced, projecting a clear image of what environment is necessary for the reproduction. However in Brazil, they are still scarce, what precludes the delineation of management projects for the conservation of those species.

Keywords: fish migration; geomorphological characteristics; habitat rehabilitation; physical and chemical characteristics; spawning grounds.

INTRODUÇÃO

Vários peixes realizam algum tipo de migração ao longo de sua vida. Muitas destas espécies apresentam grande importância econômica devido aos maiores tamanhos (Carolsfeld *et al.* 2003), e também importantes funções ecológicas, proporcionando o transporte de energia e nutrientes ao longo de regiões com diferentes condições tróficas (Allan *et al.* 2005).

Para as espécies que realizam migração reprodutiva em águas continentais, as estratégias reprodutivas são amplamente variadas (Carolsfeld *et al.* 2003) e as características dos habitats de reprodução mudam de acordo com a biologia das

espécies. Alguns fatores que podem influenciar na escolha desses locais são o substrato, o tipo de habitat, a vazão, o nível da água, a turbulência, a aeração, a disponibilidade de alimentos, a presença de predadores, as condições climáticas e o estado de conservação (Welcomme 1985).

Devido a dependência de locais específicos para a reprodução e a elevada quantidade de habitats utilizados (Carolsfeld *et al.* 2003), a manutenção das populações de peixes migradores pode ser seriamente ameaçada pela fragmentação dos rios ocasionada pelos barramentos (Jackson & Marmulla 2001, Agostinho *et al.* 2005, Pelicice & Agostinho 2008, Godinho & Kynard 2009). Uma das soluções para mitigar este problema são os

sistemas de transposição (Larinier 2002), porém a funcionalidade de muitos destes projetos para a conservação das espécies, principalmente na América do Sul é bastante questionável (Pelicice & Agostinho 2008, Pompeu *et al.* 2012).

Uma alternativa aos sistemas de transposição é a reabilitação de habitats de desova (Brookes 1996). Bastante usada na América do Norte e Europa, estes projetos porém, normalmente ignoram designs científicos e processos hidrogeomorfológicos, apenas imitando alguma características dos habitats naturais e nem sempre alcançando os objetivos iniciais (Sear 1994, Kondolf 2000). Abordagens mais complexas como a de Wheathon *et al.* (2004) foram desenvolvidas, considerando dados de campo, como as características ecológicas, hidrológicas e geomorfológicas, modelos conceituais e algoritmos numéricos, para prover um design preditivo e explanatório do processo de planejamento de projetos de reabilitação de habitats de desova de salmonídeos.

Estudos envolvendo esses aspectos no Brasil, no entanto, são escassos, o que dificulta o desenvolvimento de projetos de reabilitação de habitats semelhantes para as espécies migradoras da região. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi sintetizar e revisar as condições abióticas presentes em habitats de reprodução de 49 espécies de peixes que realizam migração reprodutiva em ecossistemas lóticos de água doce (Tabela 1) comparando os dados obtidos em outros países com os dados dos peixes brasileiros e dando início à discussão de uma possível aplicação de projetos de reabilitação de habitats no Brasil como alternativa para a conservação destas espécies.

CARACTERÍSTICAS DOS HABITATS DE DESOVA

Substrato

Em geral, regiões de cabeceira possuem substratos mais rígidos e largos, que vão se afinando rio abaixo. O tamanho, distribuição e condição do substrato dos ecossistemas aquáticos influencia na qualidade do habitat das comunidades aquáticas, podendo prover abundantes refúgios (Harding *et al.* 2009). Nos trabalhos citados a seguir, onde a largura dos substratos foi dada em

milímetros, as mesmas foram enquadradas nas classes da escala granulométrica de Wentworth, adaptada por Cummins (1962) (Tabela 2).

Na ordem Salmoniformes, todas as áreas de reprodução ocorreram em locais com substrato composto por rochas soltas (cascalhos, seixos e pedregulhos), esta característica é essencial para a desova dos salmonídeos, que constroem ninhos com elas para a deposição dos ovos (Fox *et al.* 2000).

Na ordem Acipenseriformes, rochas rígidas também são necessárias para a aderência de seus ovos adesivos, pois quando depositados em substratos finos, estes podem cobri-los, impedindo a oxigenação (Isaak *et al.* 2007). Esta condição foi constatada na maioria dos estudos, a única exceção ocorreu na área de desova de *Acipenser transmontanus*, no rio Kootenai (EUA), onde a ausência de substratos adequados obrigou os peixes a desovarem na areia (Paragamian *et al.* 2001).

Substratos rígidos também estiveram presentes nos substratos das áreas de reprodução dos peixes migradores das ordens Petromyzontiformes e Scorpaeniformes. Os peixes migradores das ordens Cypriniformes, Clupeiformes, Osmeriformes e Percyiformes apresentaram uma grande diversidade de substratos nas áreas de desova, abrangendo desde argila até blocos. Somente dois trabalhos citaram a composição do leito do rio nas áreas de desova das espécies migradoras brasileiras, classificadas nas ordens Characiformes e Siluriformes, ambas apresentaram substrato rochoso (Tabela 2).

Meso-habitats

Os meso-habitats são caracterizados por diferentes profundidades e velocidades de corrente, produzindo distintas formas de escoamento que acabam se associando com o tipo de substrato. Os meso-habitats mais comuns são corredeiras, correntezas, águas correntes, poços e remansos, porém, assim como outras variáveis, também são dependentes da vazão, corredeiras podem se tornar águas correntes em cheias e águas correntes profundas podem se tornar poços com uma baixa vazão (Harding *et al.* 2009).

As principais áreas de desova da ordem Salmoniformes ocorreram em locais onde poços e

Tabela 1. Espécies de peixes migradores revisadas.**Table 1.** Reviewed migratory fish species.

Espécie	Ordem: Família
<i>Oncorhynchus clarki</i> (Richardson 1837)	Salmoniformes: Salmonidae
<i>Oncorhynchus kisutch</i> (Walbaum 1792)	Salmoniformes: Salmonidae
<i>Oncorhynchus mykiss</i> (Walbaum 1792)	Salmoniformes: Salmonidae
<i>Oncorhynchus tshawytscha</i> (Walbaum 1792)	Salmoniformes: Salmonidae
<i>Salmo salar</i> Linnaeus 1758	Salmoniformes: Salmonidae
<i>Salmo trutta</i> Linnaeus 1758	Salmoniformes: Salmonidae
<i>Salvelinus confluentus</i> (Suckley 1859)	Salmoniformes: Salmonidae
<i>Thymallus arcticus</i> (Pallas 1776)	Salmoniformes: Salmonidae
<i>Thymallus thymallus</i> (Linnaeus 1758)	Salmoniformes: Salmonidae
<i>Acipenser sturio</i> Linnaeus 1758	Acipenseriformes: Acipenseridae
<i>Acipenser fulvescens</i> Rafinesque 1817	Acipenseriformes: Acipenseridae
<i>Acipenser medirostris</i> Ayres 1854	Acipenseriformes: Acipenseridae
<i>Acipenser oxyrinchus</i> Mitchill 1815	Acipenseriformes: Acipenseridae
<i>Acipenser sinensis</i> Gray 1835	Acipenseriformes: Acipenseridae
<i>Acipenser transmontanus</i> Richardson 1837	Acipenseriformes: Acipenseridae
<i>Carpionodes</i> sp	Cypriniformes: Catostomidae
<i>Catostomus commersoni</i> (Lacepède 1803)	Cypriniformes: Catostomidae
<i>Catostomus latipinnis</i> Baird & Girard 1853	Cypriniformes: Catostomidae
<i>Cycleptus elongatus</i> Lesueur, 1918	Cypriniformes: Catostomidae
<i>Hypentelium nigricans</i> (Lesueur 1817)	Cypriniformes: Catostomidae
<i>Minytrema melanops</i> (Rafinesque 1820)	Cypriniformes: Catostomidae
<i>Moxostoma collapsum</i> (Cope 1870)	Cypriniformes: Catostomidae
<i>Moxostoma robustum</i> (Cope 1870)	Cypriniformes: Catostomidae
<i>Barbus</i> spp	Cypriniformes: Cyprinidae
<i>Catla catla</i> (Hamilton 1822)	Cypriniformes: Cyprinidae
<i>Ciprinus mrigala</i> Hamilton 1822	Cypriniformes: Cyprinidae
<i>Gila cypha</i> Miller 1946	Cypriniformes: Cyprinidae
<i>Labeo rohita</i> (Hamilton 1822)	Cypriniformes: Cyprinidae
<i>Leuciscus cephalus</i> (Linnaeus 1758)	Cypriniformes: Cyprinidae
<i>Luciobrama macrocephalus</i> (Lacepède 1803)	Cypriniformes: Cyprinidae
<i>Alosa alosa</i> (Linnaeus 1758)	Clupeiformes: Clupeidae
<i>Alosa fallax</i> (Lacepède 1803)	Clupeiformes: Clupeidae
<i>Alosa sapidissima</i> (Wilson 1811)	Clupeiformes: Clupeidae
<i>Hypomesus nippoensis</i> McAllister 1963	Osmeriformes: Osmeridae
<i>Osmerus esperlanus</i> Linnaeus, 1758	Osmeriformes: Osmeridae
<i>Sander vitreus</i> (Mitchill 1818)	Perciformes: Percidae
<i>Entosphenus tridentatus</i> (Richardson 1837)	Petromyzontiformes: Petromyzontidae
<i>Lethenteron reissneri</i> (Dybowski 1869)	Petromyzontiformes: Petromyzontidae
<i>Cottus amblystomopsis</i> Schmidt 1904	Scorpaeniformes: Cottidae

Continua...

... Continuação

Espécie	Ordem: Família
<i>Cottus nozawae</i> Snyder 1911	Scorpaeniformes: Cottidae
<i>Salminus brasiliensis</i> (Cuvier 1816)	Characiformes: Bryconidae
<i>Prochilodus argenteus</i> Spix & Agassiz 1829	Characiformes: Prochilodontidae
<i>Prochilodus lineatus</i> (Valenciennes 1837)	Characiformes: Prochilodontidae
<i>Hemisorubim platyrhynchos</i> (Valenciennes 1840)	Siluriformes: Pimelodidae
<i>Pimelodus maculatus</i> Lacepède 1803	Siluriformes: Pimelodidae
<i>Pseudoplatystoma corruscans</i> (Agassiz 1829)	Siluriformes: Pimelodidae
<i>Sorubim lima</i> (Bloch & Schneider 1801)	Siluriformes: Pimelodidae
<i>Steindachneridion scriptum</i> (Miranda Ribeiro, 1918)	Siluriformes: Pimelodidae
<i>Zungaro zungaro</i> (Humboldt 1821)	Siluriformes: Pimelodidae

Tabela 2. Substratos das áreas de desova (SALMO = Salmoniformes, ACIPE = Acipenseriformes, CLUPE = Clupeiformes, CYPRI = Cypriniformes, OSMER = Osmeriformes, PERCY = Percyiformes, PETRO = Petromyzontiformes, SCORP = Scorpaeniformes, CHARA = Characiformes e SILUR = Siluriformes).

Table 2. Substrates of the spawning grounds (SALMO = Salmoniformes, ACIPE = Acipenseriformes, CLUPE = Clupeiformes, CYPRI = Cypriniformes, OSMER = Osmeriformes, PERCY = Percyiformes, PETRO = Petromyzontiformes, SCORP = Scorpaeniformes, CHARA = Characiformes and SILUR = Siluriformes).

Ordem	Espécie	Local	Substrato	Trabalho
SALMO	<i>S. salar</i>	Rio Ste Marguerite (Canadá)	Seixo e pedregulho	Davey & Lapointe (2007)
SALMO	<i>S. trutta</i>	Rio Holston (EUA)	Seixo e pedregulho	Holbrook & Bettoli (2006)
SALMO	<i>S. trutta</i>	Rio Quashnet (EUA)	Cascalho e pedregulho	Baevsky (1991)
SALMO	<i>S. trutta</i>	Rio Watauga (EUA)	Pedregulho	Holbrook & Bettoli (2006)
SALMO	<i>S. confluentus</i>	Bacia do rio Swan (EUA)	Pedregulho	Baxter & Hauer (2000)
SALMO	<i>O. tshawytscha</i>	Rio Elk (EUA)	Seixo e pedregulho	Mchugh & Budy (2004)
SALMO	<i>O. tshawytscha</i>	Rio Sulphur (EUA)	Seixo e pedregulho	Mchugh & Budy (2004)
SALMO	<i>O. tshawytscha</i>	Rio Snake (EUA)	Seixo e pedregulho	Connor <i>et al.</i> (1993)
SALMO	<i>O. tshawytscha</i>	Rio Middle Fork Salmon (EUA)	Seixo	Isaak <i>et al.</i> (2007)
SALMO	<i>O. kisutch</i>	Rio Freshwater (EUA)	Cascalho e seixo	Mull & Wilzbach (2007)
SALMO	<i>O. clarki</i>	Bacia do rio Taylor Fork (EUA)	Cascalho	Magee <i>et al.</i> (1996)
SALMO	<i>O. mykiss</i>	Rio Pere Marquette (EUA)	Cascalho	Workman <i>et al.</i> (2004)
ACIPE	<i>A. sinensis</i>	Rio Yangtze (China)	Pedras, cascalho e aglomerados de grandes blocos	Wei <i>et al.</i> (2009)
ACIPE	<i>A. sturio</i>	Rio Rioni (Georgia)	Cascalho grosso	Kolman & Zarkua (2002)
ACIPE	<i>A. medirostris</i>	Rio Sacramento (EUA)	Pedregulho	Brown (2007)

Continua...

... Continuação

Ordem	Espécie	Local	Substrato	Trabalho
ACIPE	<i>A. oxyrinchus desotoi</i>	Rio Choctawhatchee e Rio Pea (EUA)	Calcário e cascalho	Fox <i>et al.</i> (2000)
ACIPE	<i>A. fulvescens</i>	Rio Detroit (EUA)	Cascalho	Caswell <i>et al.</i> (2004)
ACIPE	<i>A. transmontanus</i>	Rio Columbia (EUA)	Pedregulho e bloco	Parsley <i>et al.</i> (1993)
ACIPE	<i>A. transmontanus</i>	Rio Kootenai (EUA)	Areia, cascalho e pedregulho	Paragamian <i>et al.</i> (2001)
CLUPE	<i>A. sapidissima</i>	Rio Roanoke (EUA)	Areia, cascalho, pedregulho e rocha matriz	Hightower & Sparks (2003)
CLUPE	<i>A. fallax</i> e <i>A. alosa</i>	Rios Wye, Usk, Tywi e Teme (UK)	Cascalho, seixo e Pedregulho	Caswell e Aprahamian (2001)
CYPRI	<i>C. elongatus</i>	Rio Grand (EUA)	Pedregulho e bloco	Vokoun <i>et al.</i> (2003)
CYPRI	<i>C. catla</i> , <i>C. mrigala</i> e <i>L. rohita</i>	Rio Halda (Índia)	Areia	Tsai <i>et al.</i> (1981)
CYPRI	<i>Carpiodes</i> sp.	Rio Savannah (EUA)	Cascalho	Grabowski & Isely (2007)
CYPRI	<i>C. latipinnis</i>	Rio Paria (EUA)	Cascalho, seixo e pedregulho	Weiss <i>et al.</i> (1998)
CYPRI	<i>C. latipinnis</i>	Rio Bright Angel (EUA)	Cascalho, seixo, pedregulho e bloco	Weiss <i>et al.</i> (1998)
CYPRI	<i>G. cypha</i>	Rio Little Colorado (EUA)	Cascalho	Gorman & Stone (1999)
CYPRI	<i>Barbus</i> spp.	Rio Gumara (Etiópia)	Cascalho, seixo	Dzerzhinskii <i>et al.</i> (2007)
CYPRI	<i>Barbus</i> spp.	Rio Ducalit (Etiópia)	Cascalho, seixo	Dzerzhinskii <i>et al.</i> (2007)
CYPRI	<i>H. nigricans</i>	Rio Savannah (EUA)	Cascalho	Grabowski & Isely (2007)
CYPRI	<i>M. collapsum</i>	Rio Savannah (EUA)	Cascalho	Grabowski & Isely (2007)
CYPRI	<i>L. cephalus</i>	Rio Spree (Alemanha)	Pedras	Fredrich <i>et al.</i> (2003)
CYPRI	<i>M. robustum</i>	Rio Savannah (EUA)	Cascalho	Grabowski & Isely (2007)
CYPRI	<i>M. melanops</i>	Rio Savannah (EUA)	Cascalho	Grabowski & Isely (2007)
CYPRI	<i>C. commersoni</i>	Rio Detroit (EUA)	Argila, lama e areia	Manny <i>et al.</i> (2010)
OSMER	<i>H. transpacificus nipponensis</i>	Rio Sadoro (Japão)	Rico em cascalho	Katayama & Okata (1995)
OSMER	<i>H. transpacificus nipponensis</i>	Rio Shichinohe (Japão)	Rico em areia	Katayama & Okata (1995)
OSMER	<i>O. esperlanus</i>	Rio Cree (Escócia)	Pedras e cascalho	Lyle & Maitland (1997)
PERCY	<i>S. vitreus</i>	Rio Detroit (EUA)	Argila, lama, areia, pedras e cascalho	Manny <i>et al.</i> (2010)
PETRO	<i>L. reissneri</i>	Rio Himekawa (Japão)	Seixo	Takayama (2002)
PETRO	<i>E. tridentatus</i>	Rio Smith (EUA)	Seixo, bloco	Gunckel <i>et al.</i> (2009)
SCORP	<i>C. amblystomopsis</i>	Rio Ryukei (Japão)	Cascalho	Goto (1983)
SCORP	<i>C. nozawae</i>	Rio Ryukei (Japão)	Cascalho	Goto (1983)
SCORP	<i>C. amblystomopsis</i>	Rio Hekiriji (Japão)	Cascalho	Goto (1983)
SCORP	<i>C. nozawae</i>	Rio Hekiriji (Japão)	Cascalho	Goto (1983)
CHARA	<i>P. argenteus</i>	Rio São Francisco (Brasil)	Rochoso	Godinho & Kynard (2006)
SILUR	<i>P. corruscans</i>	Rio São Francisco (Brasil)	Rochoso	Godinho <i>et al.</i> (2007)

águas rápidas (correntezas e corredeiras) estavam presentes (Tabela 3). As ordens Acipenseriformes, Cypriniformes, Clupeiformes, Osmeriformes e Petromyzontiformes desovaram em meso-habitats mais diversificados (Tabela 3). Em estudos realizados no Brasil com peixes migradores das ordens Characiformes e Siluriformes, as principais áreas de desova ocorreram em corredeiras (Tabela 3). Devido as características reprodutivas destas espécies, que liberam os ovos na coluna d'água para serem levados passivamente até as áreas de crescimento, esse tipo de ambiente favorece a dispersão de ovos e larvas e também

proporciona boas condições de oxigenação da água (Baumgartner *et al.* 2004).

Características hidrológicas

As características hidrológicas do rio são fundamentais para determinar a quantidade e qualidade dos habitats disponíveis para a biota aquática (Harding *et al.* 2009). Os pulsos de inundação também são essenciais para o ciclo de vida de muitas espécies de peixes migradores, principalmente na região neotropical (Carolsfeld *et al.* 2003).

Tabela 3. Mesohabitats das áreas de desova (SALMO = Salmoniformes, ACIPE = Acipenseriformes, CLUPE = Clupeiformes, CYPRI = Cypriniformes, OSMER = Osmeriformes, PETRO = Petromyzontiformes, CHARA = Characiformes e SILUR = Siluriformes).

Table 3. Mesohabitats of the spawning grounds (SALMO = Salmoniformes, ACIPE = Acipenseriformes, CLUPE = Clupeiformes, CYPRI = Cypriniformes, OSMER = Osmeriformes, PETRO = Petromyzontiformes, CHARA = Characiformes and SILUR = Siluriformes).

Ordem	Espécie	Local	Morfologia	Trabalho
SALMO	<i>S. trutta</i>	Rio Holston (EUA)	Principalmente corredeiras	Holbrook & Bettoli (2006)
SALMO	<i>S. trutta</i>	Rio Watauga (EUA)	Poços e Correntezas	Holbrook & Bettoli (2006)
SALMO	<i>S. confluentus</i>	Bacia do rio Swan (EUA)	Transições entre poços e corredeiras	Baxter & Hauer (2000)
SALMO	<i>O. tshawytscha</i>	Rio Elk (EUA)	Sequências de poços e correntezas	Mchugh & Budy (2004)
SALMO	<i>O. tshawytscha</i>	Rio Middle Fork Salmon (EUA)	Sequências de poços e correntezas com meandros	Isaak <i>et al.</i> (2007)
SALMO	<i>O. tshawytscha</i>	Rio Sulphur (EUA)	Sequências de poços e correntezas	Mchugh & Budy (2004)
SALMO	<i>O. mykiss</i>	Rio Pere Marquette (EUA)	Principalmente em correntezas, alguns em águas correntes	Workman <i>et al.</i> (2004)
ACIPE	<i>A. medirostris</i>	Rio Sacramento (EUA)	Poços, correntezas e águas correntes	Brown (2007)
ACIPE	<i>A. transmontanus</i>	Rio Snake (EUA)	Áreas com topografia de fundo variável, formando correntezas e vórtices	Parsley & Kappenman (2000)
CLUPE	<i>A. sapidissima</i>	Rio Roanoke (EUA)	Corredeiras	Hightower & Sparks (2003)
CLUPE	<i>A. fallax</i> e <i>A. alosa</i>	Rios Wye, Usk, Tywi e Teme (UK)	Águas calmas, águas correntes e correntezas com áreas de remanso	Caswell & Aprahamian (2001)

Continua...

... Continuação

Ordem	Espécie	Local	Morfologia	Trabalho
CYPRI	<i>C. elongatus</i>	Rio Grand (EUA)	Correntezas	Vokoun <i>et al.</i> (2003)
CYPRI	<i>G. cypha</i>	Rio Little Colorado (EUA)	Reprodução ocorreu próxima as margens em áreas com grandes pedras angulares, formando um canal complexo com poços, corredeiras e vórtices turbulentos.	Gorman & Stone (1999)
OSMER	<i>O. esperlanus</i>	Rio Cree (Escócia)	Sequências de poços e correntezas	Lyle & Maitland (1997)
PETRO	<i>E. tridentatus</i>	Rio Smith (EUA)	Correntezas, saída de poços, poços laterais	Gunckel <i>et al.</i> (2009)
CHARA	<i>P. argenteus</i>	Rio São Francisco (Brasil)	Corredeiras e águas correntes	Godinho & Kynard (2006)
CHARA / SILUR	Espécies migradoras (<i>L. elongatus</i> , <i>P. maculatus</i> e <i>P. granulatus</i> foram as mais abundantes)	Rio Ivaí e Rio Amambai (Brasil)	Corredeiras	Baumgartner <i>et al.</i> (2004)
SILUR	<i>P. coruscans</i>	Rio São Francisco (Brasil)	Corredeiras	Godinho <i>et al.</i> (2007)

Os peixes migradores das ordens Salmoniformes, Cypriniformes, Petromyzontiformes e Scorpaeniformes desovaram principalmente em rios com pouca profundidade. Rios mais profundos ocorreram nas áreas de desova dos peixes migradores das ordens Acipenseriformes, Clupeiformes, Osmeriformes, Percyiformes e Siluriformes. As menores larguras foram observadas na ordem Salmoniformes e a maior em Acipenseriformes (Tabela 4).

Apesar da grande variedade de velocidades de escoamento encontrada nos habitats de desova dos peixes migradores da ordem Salmoniformes, a maioria ocorreu áreas com velocidades rápidas ou variando de médias à rápidas. Nas ordens Cypriniformes, Clupeiformes, Scorpaeniformes, Petromyzontiformes e Percyiformes as velocidades foram bastante variadas. As espécies da ordem Acipenseriformes desovaram nas águas mais rápidas entre os trabalhos analisados. As áreas de desova dos peixes migradores brasileiros

(Characiformes e Siluriformes) apresentaram velocidades de escoamento da água variando de médias a rápidas (Tabela 4).

A ordem Salmoniformes teve suas áreas de desova em rios com vazões baixas, Acipenseriformes e Clupeiformes em vazões altas e as espécies migradoras do Brasil (Characiformes e Siluriformes) tiveram as áreas de desova nos rios com as maiores vazões (Tabela 4).

Uso do solo

O desmatamento e a substituição da vegetação natural por áreas de ocupação urbana e rural na bacia hidrográfica diminuem significativamente a qualidade dos ambientes aquáticos. Existe uma grande interação funcional entre a vegetação ripária, processos hidráulicos e a biota aquática. Esta interação ocorre pela estabilização das margens desempenhada pelas raízes. A mata ciliar também fornece continuamente matéria orgânica,

Tabela 4. Características hidrológicas (profundidade, largura, velocidade e vazão) das áreas de desova (SALMO = Salmoniformes, ACIPE = Acipenseriformes, CLUPE = Clupeiformes, CYPRI = Cypriniformes, OSMER = Osmeriformes, PERCY = Percyiformes, PETRO = Petromyzontiformes, SCORP = Scorpaeniformes, CHARA = Characiformes e SILUR = Siluriformes).

Table 4. Hydrological characteristics (depth, width, velocity and flow) of the spawning grounds (SALMO = Salmoniformes, ACIPE = Acipenseriformes, CLUPE = Clupeiformes, CYPRI = Cypriniformes, OSMER = Osmeriformes, PERCY = Percyiformes, PETRO = Petromyzontiformes, SCORP = Scorpaeniformes, CHARA = Characiformes and SILUR = Siluriformes).

Ordem	Espécie	Local	Profundidade (m)	Largura (m)	Velocidade (m/s)	Vazão (m ³ /s)	Trabalho
SALMO	<i>T. arcticus</i>	Rio Deer (EUA)		1,08 – 21	0,0 – 0,48	0,02 – 0,05	Deleyay & Kaya (1992)
SALMO	<i>S. trutta</i>	Rio Holston (EUA)	0,12 – 0,26		0,1 – 0,54		Holbrook & Bettoli (2006)
SALMO	<i>S. trutta</i>	Rio Quashnet (EUA)	0,45	3,65	0,54	9,75	Baevsky (1991)
SALMO	<i>S. trutta</i>	Rio Watauga (EUA)	0,14 – 0,37		0,11 – 0,43		Holbrook & Bettoli (2006)
SALMO	<i>S. trutta</i>	Rio Credit (Canadá)		12,6		0,83 – 1,96	Zimmer & Power (2006)
SALMO	<i>O. tshavvytscha</i>	Rio Campbell (EUA)	0,3 – 0,8		0,4 – 0,8		Hamilton & Buell (1976)
SALMO	<i>O. tshavvytscha</i>	Rio Columbia (EUA)	1,2 – 2,6				Chapman <i>et al.</i> (1983)
SALMO	<i>O. tshavvytscha</i>	Rio Columbia (EUA)	0,6 – 4,5				Chapman (1943)
SALMO	<i>O. tshavvytscha</i>	Rio Columbia (EUA)	1,6 – 9,6		0,4 – 1,2		Giorgi (1992)
SALMO	<i>O. tshavvytscha</i>	Rio Columbia (EUA)			0,4 – 2		Chapman <i>et al.</i> (1983)
SALMO	<i>O. tshavvytscha</i>	Rio Elk (EUA)	0,12 – 0,27		0,18 – 0,7		Mchugh & Budy (2004)
SALMO	<i>O. tshavvytscha</i>	Rio Kalama (EUA)	0,4		0,6		Burner (1951)
SALMO	<i>O. tshavvytscha</i>	Rio Nechako (EUA)			0,15 – 1,0		Neilson & Banford (1983)
SALMO	<i>O. tshavvytscha</i>	Rio Middle Fork Salmoon (EUA)	0,16 – 0,49	4,16 – 24,9			Isaak <i>et al.</i> (2007)
SALMO	<i>O. tshavvytscha</i>	Rio Snake (EUA)	1 – 2		0,5 – 1,2		Connor <i>et al.</i> (1993)
SALMO	<i>O. tshavvytscha</i>	Rio Snake (EUA)	4,6 – 7,9		0,3 – 0,7		Dauble <i>et al.</i> (1995)
SALMO	<i>O. tshavvytscha</i>	Rio Sulphur (EUA)	0,13 – 0,32		0,25 – 0,53		Mchugh & Budy (2004)
SALMO	<i>O. tshavvytscha</i>	Rio Toutle (EUA)	0,3		0,4		Burner (1951)
SALMO	<i>O. kisutch</i>	Rio Freshwater (EUA)	0,04 – 0,3		0,01 – 1,01		Mull & Wilzbach (2007)
SALMO	<i>O. clarki</i>	Bacia do rio Taylor Fork (EUA)	0,06 – 0,27	1 – 3,2			Magee <i>et al.</i> (1996)
SALMO	<i>O. mykiss</i>	Rio Pere Marquette (EUA)	0,37 – 0,43		0,64 – 0,73		Workman <i>et al.</i> (2004)

Continua...

... Continuação

Ordem	Espécie	Local	Profundidade (m)	Largura (m)	Velocidade (m/s)	Vazão (m ³ /s)	Trabalho
SALMO	<i>O. mykiss</i>	Tributários do rio Chattahoochee (EUA)	< 0,2				Long <i>et al.</i> (2007)
SALMO	<i>S. confluentus</i>	Rio North Fork Skokomish (EUA)				14	Brenkman <i>et al.</i> (2001)
ACIPE	<i>A. medirostris</i>	Rio Sacramento (EUA)				400	Brown (2007)
ACIPE	<i>A. sinensis</i>	Rio Yangtze (China)	15 – 41				Wei <i>et al.</i> (2009)
ACIPE	<i>A. sturio</i>	Rio Rioni (Georgia)	2 – 4	200 - 250	1,5 – 2,1		Kolman & Zarkua (2002)
ACIPE	<i>A. oxyrinchus desotoi</i>	Rio Choctawhatchee e Rio Pea (EUA)	1,4 – 7,9			120 - 150	Fox <i>et al.</i> (2000)
ACIPE	<i>A. oxyrinchus desotoi</i>	Rio Escambia (EUA)	2,1 – 7,6				Craft <i>et al.</i> (2001)
ACIPE	<i>A. fulvescens</i>	Rio Detroit (EUA)	11		0,35		Caswell <i>et al.</i> (2004)
ACIPE	<i>A. transmontanus</i>	Rio Columbia (EUA)	4 – 24		0,8 – 2,8		Parsley <i>et al.</i> (1993)
ACIPE	<i>A. transmontanus</i>	Rio Kootenai (EUA)			0,22 – 0,83		Paragamian <i>et al.</i> (2001)
CLUPE	<i>A. sapidissima</i>	Rio Roanoke (EUA)	2,5		0,63	212	Hightower & Sparks (2003)
CLUPE	<i>A. fallax</i> e <i>A. alosa</i>	Rios Wye, Usk, Tywi e Teme (UK)	0,2 – 0,7	20 – 70			Caswell & Aprahamian (2001)
CYPRI	<i>C. elongatus</i>	Rio Grand (EUA)	0,5 – 1		1		Vokoun <i>et al.</i> (2003)
CYPRI	<i>Carpiodes</i> sp.	Rio Savannah (EUA)	1,25		0,63		Grabowski & Isely (2007)
CYPRI	<i>C. latipinnis</i>	Rio Bright Angel (EUA)	0,19 – 0,41		0,23 – 0,89		Weiss <i>et al.</i> (1998)
CYPRI	<i>C. latipinnis</i>	Rio Paria (EUA)	0,05 – 0,25		0,16 – 1		Weiss <i>et al.</i> (1998)
CYPRI	<i>G. cypha</i>	Rio Little Colorado (EUA)	0,5 – 2		0,2		Gorman & Stone (1999)
CYPRI	<i>H. nigricans</i>	Rio Savannah (EUA)	0,74 ± 0,03		0,44 ± 0,03		Grabowski & Isely (2007)
CYPRI	<i>M. collapsus</i>	Rio Savannah (EUA)	0,98 ± 0,02		0,3 ± 0,03		Grabowski & Isely (2007)
CYPRI	<i>L. cephalus</i>	Rio Spree (Alemanha)	0,1 – 1		0,15 – 0,35		Fredrich <i>et al.</i> (2003)
CYPRI	<i>M. robustus</i>	Rio Savannah (EUA)	0,74 ± 0,02		0,24 ± 0,01		Grabowski & Isely (2007)

Continua...

... Continuação

Ordem	Espécie	Local	Profundidade (m)	Largura (m)	Velocidade (m/s)	Vazão (m ³ /s)	Trabalho
CYPRI	<i>M. melanops</i>	Rio Savannah (EUA)	1,16 ± 0,03		0,17 ± 0,03		Grabowski & Isely (2007)
CYPRI	<i>C. commersoni</i>	Rio Detroit (EUA)	2,2 – 6		0,09 – 0,34		Manny <i>et al.</i> (2010)
OSMER	<i>O. esperlanus</i>	Rio Cree (Escócia)	7,1 – 10				Lyle & Maitland (1997)
PERCY	<i>S. vitreus</i>	Rio Detroit (EUA)	3,2 – 6		0,03 – 0,34		Manny <i>et al.</i> (2010)
PETRO	<i>L. reissneri</i>	Rio Himekawa (Japão)	0,05 – 0,7		0,12 – 0,29		Takayama (2002)
PETRO	<i>E. tridentatus</i>	Rio Smith (EUA)	0,16 – 1,05		0,2 – 1		Gunckel <i>et al.</i> (2009)
SCORP	<i>C. amblystomopsis</i>	Rio Ryukei (Japão)	0,26 ± 0,1		0,37		Goto (1983)
SCORP	<i>C. amblystomopsis</i>	Rio Hekiriji (Japão)	0,36 ± 0,13		0,73		Goto (1983)
SCORP	<i>C. nozawae</i>	Rio Ryukei (Japão)	0,15 ± 0,03		0,31		Goto (1983)
SCORP	<i>C. nozawae</i>	Rio Hekiriji (Japão)	0,26 ± 0,13		0,19		Goto (1983)
CHARA	<i>S. brasiliensis</i> e <i>P. lineatus</i>	Rio Ligeiro (Brasil)				8 – 397	Reynalte-Tataje <i>et al.</i> (2012)
CHARA	<i>P. argentatus</i>	Rio São Francisco (Brasil)			Rápida		Godinho & Kynard (2006)
CHARA / SILUR	<i>P. lineatus</i> , <i>H. platyrhynchos</i> , <i>P. corruscans</i> , <i>P. maculatus</i> e <i>S. lima</i>	Rio Aguapeí (Brasil)		Rio estreito			Silva <i>et al.</i> (2011)
SILUR	<i>S. scriptum</i>	Rio Uruguay (Brasil)				269 - 2098	Reynalte-Tataje <i>et al.</i> (2012)
SILUR	<i>Z. zungaro</i>	Rio Cuiabazinho (Brasil)	1,25 – 2	27 – 38	0,3 – 1,16		Ziober <i>et al.</i> (2012)
SILUR	<i>Z. zungaro</i>	Córrego Cuiabazinho (Brasil)	0,25 – 4,75	18 – 28	0,2 – 0,5		Ziober <i>et al.</i> (2012)

cumprindo importante função nutricional. Galhos e troncos caídos no rio aumentam a rugosidade do canal, criando zonas turbulentas e de remanso, favorecendo a deposição de sedimentos e criando habitats para a fauna aquática. A atenuação da radiação solar proporcionada pela vegetação auxilia também no equilíbrio térmico da água (Beschta 1991, Gregory *et al.* 1992).

As espécies migradoras da ordem Salmoniformes tiveram preferência por habitats menos degradados, nas ordens Acipenseriformes, Clupeiformes, Osmeriformes e Petromyzontiformes ocorreu uma maior plasticidade. Nenhuma publicação foi encontrada relacionando a reprodução dos peixes migradores brasileiros ao uso do solo ou à vegetação ripária (Tabela 5).

Barreiras naturais

Em muitos cursos d'água, a migração de peixes no sentido a montante e a distribuição de espécies residentes é limitada por barreiras físicas naturais, como as cachoeiras ou grandes variações de declividade. (BC Environment 1998). Um bom exemplo dessas situações é o isolamento

geográfico causado pelas Cataratas do Iguaçu para a ictiofauna do rio Iguaçu, resultando em um alto grau de endemismo para a mesma (Severi & Cordeiro 1994). As áreas de desova de espécies de peixes migradores das ordens Salmoniformes, Cypriniformes, Characiformes e Siluriformes ocorreram no trecho a jusante de barreiras naturais (Tabela 6).

Condições físico-químicas da água

A temperatura tem influência direta com todas as demais propriedades da água, interferindo em reações químicas, na solubilidade, na sensação de sabor e odor, gerando efeitos sobre toda a comunidade (Galli & Torlone 1984, Richter & Netto 1991). Nos peixes a temperatura tem influência direta na respiração, crescimento e reprodução (Galli & Torlone 1984). O oxigênio também é uma característica vital e, em níveis baixos, causa estresse à comunidade de peixes, reduzindo o consumo de alimento e a resistência a doenças (Masser *et al.* 1993).

As menores temperaturas da água nas áreas de desova das espécies migradoras ocorreram

Tabela 5. Usos do solo nas áreas de desova (SALMO = Salmoniformes, ACIPE = Acipenseriformes, CLUPE = Clupeiformes, OSMER = Osmeriformes e PETRO = Petromyzontiformes).

Table 5. Land uses on the spawning grounds (SALMO = Salmoniformes, ACIPE = Acipenseriformes, CLUPE = Clupeiformes, OSMER = Osmeriformes and PETRO = Petromyzontiformes).

Ordem	Espécie	Local	Uso do solo	Trabalho
SALMO	<i>S. trutta</i>	Rio Quashnet (EUA)	Floresta	Baevsky (1991)
SALMO	<i>S. trutta</i>	Rio Credit (Canadá)	Floresta intacta	Zimmer & Power (2006)
SALMO	<i>S. confluentus</i>	Bacia do rio Swan (EUA)	Floresta	Baxter & Hauer (2000)
SALMO	<i>O. tshawytscha</i>	Rio Middle Fork Salmon (EUA)	Floresta	Isaak <i>et al.</i> (2007)
ACIPE	<i>A. fulvescens</i>	Rio Detroit (EUA)	Altamente Urbanizado	Caswell <i>et al.</i> (2004)
CLUPE	<i>A. fallax</i> e <i>A. alosa</i>	Rios Wye, Usk, Tywi e Teme (UK)	Pastagem, floresta e área urbana	Caswell & Arahamian (2001)
OSMER	<i>O. esperlanus</i>	Rio Cree (Escócia)	Desmatado, área Urbana	Lyle & Maitland (1997)
PETRO	<i>L. reissneri</i>	Rio Himekawa (Japão)	Campos de arroz e florestas	Takayama (2002)

Tabela 6. Barreiras naturais a montante das áreas de desova (SALMO = Salmoniformes, CYPRI = Cypriniformes, CHARA = Characiformes e SILUR = Siluriformes).

Table 6. Natural Barriers upstream from the spawning grounds (SALMO = Salmoniformes, CYPRI = Cypriniformes, CHARA = Characiformes and SILUR = Siluriformes).

Ordem	Espécie	Local	Trecho	Trabalho
SALMO	<i>S. confluentus</i>	Rio North Fork Skokomish (EUA)	Trecho de 5km a jusante de uma cachoeira	Brenkman <i>et al.</i> (2001)
SALMO	<i>S. trutta</i>	Rio Credit (Canadá)	Trecho de 6km a jusante de uma cachoeira	Zimmer & Power (2006)
CYPRI	<i>Barbus</i> spp	Rio Ducalit (Etiópia)	Trecho de 100m entre a foz do rio e uma cachoeira	Dzerzhinskii <i>et al.</i> (2007)
CYPRI	<i>Labeo coubie</i>	Rio Cross (Nigéria)	A montante, entre e principalmente a jusante das cascatas Agbokin	Ikpi <i>et al.</i> (2012)
CHARA / SILUR	Espécies migradoras (<i>L. elongatus</i> , <i>P. maculatus</i> e <i>P. granulatus</i> foram as mais abundantes)	Rio Ivaí e Rio Amambai (Brasil)	Áreas a jusante de cachoeiras	Baumgartner <i>et al.</i> (2004)

na ordem Salmoniformes e as maiores na ordem Cypriniformes, as espécies brasileiras também desovaram em temperaturas altas. Todas as espécies migradoras desovaram em boas condições de oxigênio e os valores de pH, condutividade elétrica e transparência apresentaram grande variação (Tabela 7).

Análise de Componentes Principais (PCA)

A Análise de Componentes Principais (PCA) foi realizada entre as ordens Salmoniformes, Acipenseriformes, Cypriniformes e Siluriformes e as variáveis profundidade, velocidade de escoamento, tipo de meso-habitats, tipo de substrato, temperatura da água, oxigênio dissolvido e pH, que tiveram os dados mais representativos.

Os dois primeiros eixos da PCA explicam 67,5% da variância dos dados (41,3% no eixo 1 e 26,2% no eixo 2). Os dados dos habitats de reprodução da ordem Salmoniformes se situaram na extremidade negativa do eixo 1 e no centro do eixo 2. Na ordem Acipenseriformes no centro do eixo 1 e no lado positivo do eixo 2. Os dados da ordem Cypriniformes tenderam ao lado positivo do eixo 1 e negativo do eixo dois. E os dados da

Ordem Siluriformes tenderam ao lado positivo dos dois eixos (Figura 1).

Segundo o resultado da PCA, as áreas de reprodução dos peixes da ordem Salmoniformes está relacionada principalmente com altos valores de oxigênio dissolvido, baixa temperatura da água e pH e substratos, profundidades e velocidades de escoamento intermediárias. Já a ordem Acipenseriformes a altas profundidades e velocidades de escoamento, substratos grossos e temperatura, oxigênio dissolvido e pH intermediários. A ordem Cypriniformes esteve relacionada a altas temperaturas e pH e baixas profundidades, velocidades de escoamento, níveis de oxigênio dissolvido e substratos mais finos. Já os peixes brasileiros da ordem Siluriformes estiveram relacionados a altas temperaturas, pH, velocidades de escoamento e profundidades e substratos mais espessos (Figura 1).

DISCUSSÃO

Tendo em vista que em rios fragmentados por barramentos, a conservação de populações viáveis das espécies de peixes migradores depende de um sistema de transposição adequado ou da capacidade dos mesmos encontrarem áreas

Tabela 7. Características físico-químicas da água (Temp = temperatura, OD = oxigênio dissolvido, CE = condutividade elétrica e Trans = transparência) das áreas de desova (SALMO = Salmoniformes, ACIPE = Acipenseriformes, CYPRI = Cypriniformes, OSMER = Osmeriformes, PETRO = Petromyzontiformes, CHARA = Characiformes e SILUR = Siluriformes).

Table 7. Physycal and chemical water characteristics (Temp = temperature, OD = dissolved oxygen, CE = electrical conductivity and Trans = transparency) of the spawning grounds (SALMO = Salmoniformes, ACIPE = Acipenseriformes, CYPRI = Cypriniformes, OSMER = Osmeriformes, PETRO = Petromyzontiformes, CHARA = Characiformes and SILUR = Siluriformes).

Ordem	Espécie	Local	Temp (°C)	OD (mg/l)	pH	CE (µS/c)	Trans (m)	Trabalho
CYPRI	<i>M. collapsum</i>	Rio Savannah (EUA)	13,5 – 19,5					Grabowski & Isely (2007)
CYPRI	<i>L. cephalus</i>	Rio Spree (Alemanha)		5 – 9	6,6 – 7,8			Fredrich <i>et al.</i> (2003)
CYPRI	<i>M. robustum</i>	Rio Savannah (EUA)	16,5 – 22					Grabowski & Isely (2007)
CYPRI	<i>M. melanops</i>	Rio Savannah (EUA)	14,5 – 19,5					Grabowski & Isely (2007)
CYPRI	<i>C. commersoni</i>	Rio Detroit (EUA)	5 – 12					Manny <i>et al.</i> (2010)
OSMER	<i>O. esperlanus</i>	Rio Cree (Escócia)	4,8 -9,5					Lyle & Maitland (1997)
PETRO	<i>L. reissneri</i>	Rio Himekawa (Japão)	6 – 12,2					Takayama (2002)
CHARA	<i>S. brasiliensis</i> e <i>P. lineatus</i>	Rio Mogi Guaçu (Brasil)	24 – 27					Barbieri <i>et al.</i> (2000)
CHARA	<i>S. brasiliensis</i> e <i>P. lineatus</i>	Rio Ligeiro (Brasil)	19,5 – 29,1	4,45 – 10,44	6,01 – 8,69		0,05 – 2	Reynalte-Tataje <i>et al.</i> (2012)
SILUR	<i>Z. zungaro</i>	Rio Cuiabazinho (Brasil)	25,8 – 29,7	6,1 – 7,2	8,1 – 8,6	25 – 45	0,1 – 0,15	Ziober <i>et al.</i> (2012)
SILUR	<i>Z. zungaro</i>	Córrego Cuiabazinho (Brasil)	26,1 – 28,7	6,3 – 7,1	7,8 – 8,7	25 – 35	0,2 – 0,65	Ziober <i>et al.</i> (2012)
SILUR	<i>S. scriptum</i>	Rio Uruguay (Brasil)	16,4 – 26,1	4,15 – 10,95	6,51 – 9,11		0,35 – 2,6	Reynalte-Tataje <i>et al.</i> (2012)

Continua...

... Continuação

Ordem	Espécie	Local	Temp (°C)	OD (mg/l)	pH	CE (µS/c)	Trans (m)	Trabalho
CYPRI	<i>M. collapsum</i>	Rio Savannah (EUA)	13,5 – 19,5					Grabowski & Isely (2007)
CYPRI	<i>L. cephalus</i>	Rio Spree (Alemanha)		5 – 9	6,6 – 7,8			Fredrich <i>et al.</i> (2003)
CYPRI	<i>M. robustum</i>	Rio Savannah (EUA)	16,5 – 22					Grabowski & Isely (2007)
CYPRI	<i>M. melanops</i>	Rio Savannah (EUA)	14,5 – 19,5					Grabowski & Isely (2007)
CYPRI	<i>C. commersoni</i>	Rio Detroit (EUA)	5 – 12					Manny <i>et al.</i> (2010)
OSMER	<i>O. esperlanus</i>	Rio Cree (Escócia)	4,8 -9,5					Lyle & Maitland (1997)
PETRO	<i>L. reissneri</i>	Rio Himekawa (Japão)	6 – 12,2					Takayama (2002)
CHARA	<i>S. brasiliensis</i> e <i>P. lineatus</i>	Rio Mogi Guaçu (Brasil)	24 – 27					Barbieri <i>et al.</i> (2000)
CHARA	<i>S. brasiliensis</i> e <i>P. lineatus</i>	Rio Ligeiro (Brasil)	19,5 – 29,1	4,45 – 10,44	6,01 – 8,69		0,05 – 2	Reynalte-Tataje <i>et al.</i> (2012)
SILUR	<i>Z. zungaro</i>	Rio Cuiabazinho (Brasil)	25,8 – 29,7	6,1 – 7,2	8,1 – 8,6	25 – 45	0,1 – 0,15	Ziober <i>et al.</i> (2012)
SILUR	<i>Z. zungaro</i>	Córrego Cuiabazinho (Brasil)	26,1 – 28,7	6,3 – 7,1	7,8 – 8,7	25 – 35	0,2 – 0,65	Ziober <i>et al.</i> (2012)
SILUR	<i>S. scriptum</i>	Rio Uruguay (Brasil)	16,4 – 26,1	4,15 – 10,95	6,51 – 9,11		0,35 – 2,6	Reynalte-Tataje <i>et al.</i> (2012)

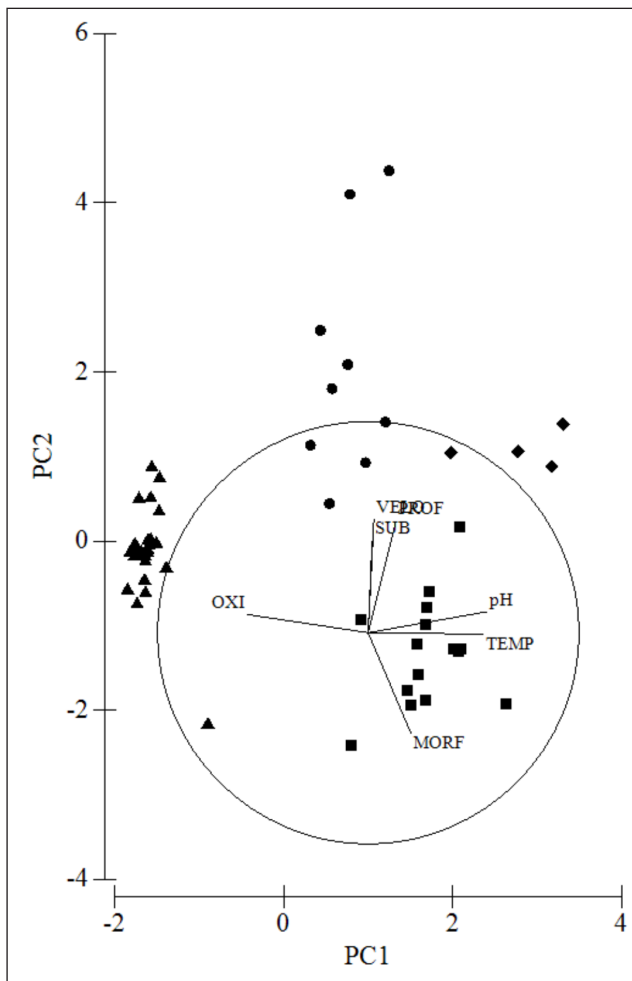


Figura 1. Análise de Componentes Principais relacionando áreas de reprodução das ordens de peixes migradores mais representativas (▲ = Salmoniformes, ● = Acipenseriformes, ■ = Cypriniformes e ◆ = Siluriformes) com as variáveis abióticas.

Figure 1. Principal Components analysis relating the spawning grounds of the most representative migratory fish species (▲ = Salmoniformes, ● = Acipenseriformes, ■ = Cypriniformes e ◆ = Siluriformes) with the abiotic variables.

alternativas adequadas para a desova nos trechos a jusante (Antonio *et al.* 2007) e que, principalmente na América do Sul, esses sistemas muitas vezes são ineficientes (Pelicice & Agostinho 2008, Pompeu *et al.* 2012), fica clara a necessidade de novas medidas para solucionar o problema, entre elas a reabilitação de habitats de desova.

No entanto, tentar aplicar essa medida, sem a quantidade de informações necessárias pode ser uma estratégia pouco eficiente, ainda

mais em países com poucos recursos destinados a preservação do meio ambiente. Para que os projetos de reabilitação realmente funcionem, então, é necessário um conhecimento adequado das exigências de habitat de cada espécie (Wheathon *et al.* 2004).

Como demonstrado nesta revisão, estudos que abordem esses aspectos para espécies do hemisfério norte estão bastante adiantados, principalmente para as ordens Salmoniformes e Acipenseriformes, produzindo uma imagem clara do tipo de ambiente necessário para a desova dessas espécies. Com os dados sintetizados nesta revisão e os resultados da Análise de Componentes Principais conclui-se então que os peixes migradores da ordem Salmoniformes constroem ninhos em rios conservados, com sequências de poços e corredeiras ou correntezas, com substrato composto por rochas soltas, em locais com pouca profundidade, largura e vazão, onde a água escoava com velocidades altas e médias, apresentando temperaturas baixas e concentrações de oxigênio dissolvido altas. Na ordem Acipenseriformes os peixes migradores tem preferência por rios largos e profundos, com alta vazão e velocidade de escoamento apresentando substratos rígidos para o depósito dos ovos adesivos.

Apesar de vários trabalhos descreverem as áreas de reprodução da ordem Cypriniformes, a grande diversidade e ampla distribuição das espécies não permite uma definição geral dos habitats de desova da ordem, demonstrando a necessidade de estudos mais aprofundados em níveis taxonômicos menores.

Estudos que abordem características hidrológicas, morfológicas, geográficas e físico-químicas das áreas de desova das espécies de peixes migradores no Brasil, como visto, ainda são escassos, e a maioria dos existentes considera a comunidade de peixes como um todo, ignorando a biologia particular de cada espécie (Baumgartner *et al.* 2004, Silva *et al.* 2011, Ziober *et al.* 2012). O que tem se discutido até o momento, é que as principais áreas de desova destas espécies ocorrem nas regiões de cabeceira dos tributários dos grandes rios, em locais com correntezas e águas rápidas, que facilitam o transporte passivo dos ovos e larvas até as regiões de desenvolvimento inicial e também proporcionam boas condições de oxigenação

(Carolsfeld *et al.* 2003, Baumgartner *et al.* 2004, Godinho & Kynard 2006, Godinho *et al.* 2007, Silva *et al.* 2011).

A abordagem de reabilitação de habitats de desova para salmonídeos proposta por Wheaton *et al.* (2004), propõe o desenvolvimento de um modelo conceitual a partir de cinco esferas de dados: condições externas (influências antrópicas, geomorfologia da bacia hidrográfica, condições climáticas e pluviosidade), condições de fluxo (velocidade de escoamento, profundidade, qualidade da água, troca hiporreica e transporte de sedimentos), condições do leito e substrato (granulometria, porosidade, depósito e remoção de sedimentos, qualidade da água hiporreica e troca hiporreica), condições biológicas (duração e distância das migrações, fisiologia dos peixes e fatores sociais) e condições de habitats (tamanho da área, variabilidade de habitats na área, proximidade de refúgios e estruturas hidráulicas). Uma adaptação desta abordagem para o contexto das espécies de peixes migradores brasileiros exige então, uma compreensão adequada destes aspectos, onde os estudos, como demonstrado nesta revisão, são escassos, o que coloca o delineamento de projetos de reabilitação de habitats para estas espécies em uma perspectiva bastante distante.

Portanto, se realmente pensamos em preservar populações viáveis das espécies de peixes migradores em rios fragmentados por barramentos no Brasil, a identificação adequada das áreas de desova, bem como de outros habitats críticos para o ciclo de vida das mesmas, deve ser considerada primordialmente a qualquer outra estratégia de manejo.

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer a Prof. Dra. Elaine A. L. Kashiwaqui e Me. Suelen F. R. Pini pelas dicas e ajuda com as análises.

MATERIAL E MÉTODOS

A seleção dos trabalhos citados nesta revisão foi realizada através da plataforma *Google Scholar*, utilizando as palavras-chave *spawning*, *reproduction*, *desova* e *reprodução*. Os trabalhos referentes a reprodução de peixes migradores foram então analisados e os dados abióticos

presente nas áreas de desova dessas espécies foram tabulados.

Para encontrar padrões nos habitats de reprodução das ordens e variáveis mais representativas foi utilizada a Análise de Componentes Principais (PCA) através do software Primer 6.0.

REFERÊNCIAS

- Agostinho, A. A., Thomaz, S. M., & Gomes, L. C. 2005. Conservação da biodiversidade em águas continentais do Brasil. *Megadiversidade*, 1(1), 70-78.
- Antonio, R. R., Agostinho, A. A., Pelicice, F. M., Bailly, D., Okada, E. K., & Dias, J. H. P. 2007. Blockage of migration routes by dam construction: can migratory fish find alternative routes? *Neotropical Ichthyology*, 5(2), 177-184.
- Allan, J. D., Abbel, R., Hogan, Z., Revenga, C., Taylor, B. W., Welcomme, R. L., & Winemiller, K. 2005. Overfishing of inland waters. *BioScience*, 55(12), 1041-1051.
- Baevsky, Y. H. 1991. Physical and water-quality characteristics affecting trout-spawning habitat in the Quashnet River, Cape Cod, Massachusetts. *Water-Resources Investigations Report No. 91-4045*; p. 21. Massachusetts: U.S. Geological Survey. Retirado de www.pubs.usgs.gov/wri/1991/4045/report.pdf
- Barbieri, G., Salles, F. A., & Cestarolli, M. A. 2000. Influência de fatores abióticos na reprodução do dourado, *Salminus maxillosus* e do curimatá, *Prochilodus lineatus* do rio Mogi Guaçu (Cachoeira de Emas, Pirassununga/SP). *Acta Limnologica Brasiliensia*, 12, 85-91.
- Baumgartner, G., Nakatani, K., Gomes, L. C., Bialetzki, A., Sanches, P. V., & Makrakis, M. C. 2004. Identification of spawning sites and natural nurseries of fishes in the upper Paraná river, Brazil. *Environmental Biology of Fishes*, 71(2), 115-125.
- Baxter, C. V., & Hauer, F. R. 2000. Geomorphology, hyporheic exchange, and selection of spawning habitat by bull trout (*Salvelinus confluentus*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 57(7), 1470-1481.
- BC Environment. 1998. Fish-Stream identification guidebook. 2ª ed. British Columbia, CAN: Forest Service: p. 70.
- Beschta, R. L. 1991. Stream habitat management for fish in the northwestern United States: the role of riparian vegetation. *American Fisheries Society Symposium*, 10, 53-58.
- Brenkman, S. J., Larson, G. L., & Gresswell, R. E. 2001. Spawning migration of lacustrine-adfluvial bull trout in a natural area. *Transactions of the American Fisheries Society*, 130(5), 981-987.
- Brookes, A. 1996. River restoration experience in northern Europe. In: A. Brookes & F. D. Shields (Eds.), *River channel restoration: guiding principles for sustainable projects*. pp. 75-101. Chichester: John Wiley & Sons.

- Brown, K. 2007. Evidence of spawning by green sturgeon, *Acipenser medirostris*, in the upper Sacramento river, California. *Environmental Biology of Fishes*, 79(3-4), 297-303.
- Burner, C. J. 1951. Characteristics of spawning nests of Columbia river salmon. *Fishery Bulletin*, 52, 97-110.
- Carolsfeld, J., Harvey, B., Ross, C., & Baer, A. (Eds). 2003. Migratory fishes of South America: Biology, social importance and conservation status. Victoria: World Fisheries Trust: p. 380.
- Caswell, N. M., Peterson, D. L., Manny, B. A., & Kennedy, G. W. 2004. Spawning by lake sturgeon (*Acipenser fulvescens*) in the Detroit river. *Journal of Applied Ichthyology*, 20(1), 1-6.
- Caswell, P. A., & Aprahamian, M. W. 2001. Use of river habitat survey to determine the spawning habitat characteristics of twaite shad (*Alosa fallax fallax*). *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture*, 362-363, 919-929.
- Chapman, W. M. 1943. The spawning of chinook salmon in the main Columbia river. *Copeia*, 3, 168-170.
- Chapman, D. W., Weitkamp, D. E., Welsh, T. L., & Schadt, T. H. 1983. Effects of minimum flow regimes on fall chinook spawning at Vernita bar 1978-1982. Report to the Public Utility District No. 2; p. 123. Ephrata: Grand County Public Utility District.
- Connor, W. P., Garcia, A. P., Burge, H. L., & Taylor, R. H. 1993. Fall chinook salmon spawning in free-flowing reaches of the Snake river. In: D. W. Rondorf & W. H. Miller (Eds.), Identification of the spawning, rearing, and migratory requirements of fall chinook salmon in the Columbia river basin. pp. 1-29. Portland: Bonneville Power Administration.
- Craft, N. M., Russell, B., & Travis, S. 2001. Identification of gulf sturgeon spawning habitats and migratory patterns in the Yellow and Escambia river systems. Technical Report. Florida Department of Environmental Protection, Florida Marine Research Institute, and Fish and Wildlife Conservation Commission, Florida. p. 20.
- Cummins, K. E. 1962. An evaluation of some techniques for the collection and analysis of benthic samples with special emphasis on lotic waters. *American Midland Naturalist*, 67(2), 477-504.
- Dauble, D. D., Johnson, R. L., Mueller, R. P., & Abernethy, C. S. 1995. Spawning of fall chinook salmon downstream of lower snake river hydroelectric projects, 1994. Technical Report. Walla Walla: US Army Corps of Engineers, Walla Walla District, Washington. p. 7.
- Davey, C., & Lapointe, M. 2007. Sedimentary links and the spatial organizations of Atlantic salmon (*Salmo salar*) spawning habitat in a Canadian shield river. *Geomorphology*, 83(1-2), 82-96.
- Delaray, M. A., & Kaya, C. M. 1992. Lakeward and downstream movements of age-0 arctic grayling (*Thymallus arcticus*) originating between a lake and a waterfall. *Great Basin Naturalist*, 52(4), 344-351.
- Dzerzhinskii, K. F., Shkil, F. N., Abdissa, B., Zelalem, W., & Mina, M. V. 2007. Spawning of large barbus (*Barbus intermedius* Complex) in a small river of the Lake Tana Basin (Ethiopia) and relationships of some putative species. *Journal of Ichthyology*, 47(8), 639-646.
- Fox, D. A., Hightower, J. E., & Parauka, F. M. 2000. Gulf sturgeon spawning migration and habitat in the Choctawhatchee river system, Alabama-Florida. *Transactions of the American Fisheries Society*, 129(3), 811-826.
- Fredrich, F., Ohmann, B., Curio, B., & Kirschbaum, F. 2003. Spawning migrations of the chub in the river Spree, Germany. *Journal of Fish Biology*, 63(3), 710-723.
- Galli, L. F., & Torlone, C. E. C. 1984. Criação de peixes. 2ª ed. São Paulo, SP: Nobel: p. 119.
- Giorgi, A. E. 1992. Fall chinook salmon spawning in Rocky Reach Pool: effects of a three-foot increase in pool elevation. Technical Report.: Chelan County Public Utility District, Redmond. p. 35.
- Godinho, A. L., & Kynard, B. 2006. Migration and spawning of radio-tagged Zulega *Prochilodus argenteus* in a dammed Brazilian river. *Transactions of the American Fisheries Society*, 135(3), 811-824.
- Godinho, A. L., & Kynard, B. 2009. Migratory fishes of Brazil: life history and fish passage needs. *Rivers research and applications*, 25(6), 702-7012.
- Godinho, A. L., Kynard, B., & Godinho, H. P. 2007. Migration and spawning of female surubim (*Pseudoplatystoma corruscans*, Pimelodidae) in the São Francisco river, Brazil. *Environmental Biology of Fishes*, 80(4), 421-433.
- Gorman, O. T., & Stone, D. M. 1999. Ecology of spawning humpback chub, *Glyptothorax cypha*, in the Little Colorado river near Grand Canyon, Arizona. *Environmental Biology of Fishes*, 55(1), 115-133.
- Goto, A. 1983. Spawning habits and reproductive isolating mechanism of two closely related river-sculpins, *Cottus amblystomopsis* and *C. nozawae*. *Japanese Journal of Ichthyology*, 30(2), 168-175.
- Grabowski, T. B., & Isely, J. J. 2007. Spatial and temporal segregation of spawning habitat by catostomids in the Savannah river, Georgia and South Carolina, USA. *Journal of Fish Biology*, 70(3), 782-798.
- Gregory, S. V., Swanson, F. J., Mckee, W. A., & Cummins, K. W. 1992. An ecosystem perspective of riparian zones. *BioScience*, 41(8), 540-551.
- Gunckel, S. L., Jones, K. K., & Jacobs, S. E. 2009. Spawning distribution and habitat use of adult Pacific and western brook lampreys in Smith river, Oregon. In: L. R. Brown, S. D. Chase, M. G. Mesa, R. J. Beamish, & P. B. Moyle (Eds.), Biology, management and conservation of lampreys in North America. pp. 173-189. Bethesda: American Fisheries Society Symposium.
- Hamilton, R., & Buell, J. 1976. Effects of modified hydrology on Campbell river salmonids. Technical Report Serie No. PAC/T-76-20; p. 265. Vancouver: Canadian Fisheries and Marine Sciences. Retirado de www.dfo-mpo.gc.ca/Library/16616.pdf

- Harding, J., Clapcott, J., Quinn, J., Hayes, J., Joy, M., Storey, R., Greig, H., Hay, J., James, T., Beech, M., Ozane, R., Meredith, A., & Boothroyd, I. (Eds.). 2009. Stream habitat assessment protocols for wadeable rivers and streams of New Zealand. Christchurch: University of Canterbury Press: p. 136.
- Hightower, J. E., & Sparks, K. L. 2003. Migration and spawning habitat of American shad in the Roanoke river, North Carolina. In: K. E. Limburg & J. R. Waldman (Eds.), Biodiversity, status, and conservation of the world's shads. pp. 193-199. Bethesda: American Fisheries Society Symposium.
- Holbrook, C., & Bettoli, P. W. 2006. Spawning habitat, length at maturity, and fecundity of brown trout in Tennessee tailwaters. Fisheries Report No. 06-11; p. 46. Nashville: Tennessee Wildlife Resources Agency. Retirado de www.twra4streams.homestead.com/brown_trout_reproduction_2006.pdf
- Ikpi, G. U., Jenyo-Oni, A., & Offem, B. O. 2012. Catch rate, distribution, trophic and reproductive biology of the African carp *Labeo coubie* in the Agbokim waterfalls, Nigeria. Fisheries and Aquaculture Journal, 2012(38), 1-13.
- Isaak, D. J., Thurow, R. F., Rieman, B. E., & Dunham, J. B. 2007. Chinook salmon use of spawning patches: relative roles of habitat quality, size and connectivity. Ecological Applications, 17(20), 352-364.
- Jackson, D. C., & Marmulla, G. 2001. The influence of dams on river fisheries. FAO fisheries technical paper No. 419; p. 166. Rome: FAO Fisheries Department. Retirado de www.fao.org/3/a-y2785e.pdf
- Katayama, S., & Okata, A. 1995. Pond Smelt spawning in the inflowing river into lake Ogawara. Tohoku Journal of Agricultural Research, 45(3-4), 87-102.
- Kolman, R., & Zarkua, Z. 2002. Environmental conditions of common sturgeon (*Acipenser sturio* L.) spawning in river Rioni (Georgia). Electronic Journal of Polish Agricultural Universities, Fisheries, 5(2).
- Kondolf, G. M. 2000. Some suggested guidelines for geomorphic aspects of anadromous salmonid habitat restoration proposals. Restoration Ecology, 8(1), 48-56.
- Larinier, M. 2002. Biological factors to be taken into account in the design of fishways, the concept of the obstruction to the upstream migration. Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture, 364, 28-38.
- Liang, Z., Yi, B., Yu, Z., & Wang, N. 2003. Spawning areas and early development of long spiky-head carp (*Luciobrama macrocephalus*) in the Yangtze river and Pearl river, China. Hydrobiologia, 490(1-3), 169-179.
- Long, J. M., Lairson, D., Martin, C., & Couch, B. 2007. Evidence of rainbow trout spawning in small, warmwater tributaries of the Chattahoochee river, Georgia. Athens: University of Georgia: p. 4.
- Lyle, A. A., & Maitland, P. S. 1997. The spawning migration and conservation of smelt *Osmerus eperlanus* in the river Cree, southwest scotland. Biological Conservation, 80, 303-311.
- Magee, J. P., McMahon, T. E., & Thurow, R. F. 1996. Spatial variation in spawning habitat of cutthroat trout in a sediment-rich stream basin. Transactions of the American Fisheries Society, 125(5), 768-779.
- Manny, B. A., Kennedy, G. W., Boase, J. C., Allen, J. D., & Roseman, E. F. 2010. Spawning by walleye (*Sander vitreus*) and white sucker (*Catostomus commersoni*) in the Detroit river: implications for spawning habitat enhancement. Journal of Great Lakes Research, 36(3), 490-496.
- Masser, M. P., Cichra, R. E., & Gilbert, R. J. 1993. Fee-fishing ponds: management of food fish and water quality. Southern Regional Aquaculture Center, 480, 1-8.
- Mchugh, P., & Budy, P. 2004. Patterns of spawning habitat selection and suitability for two populations of spring chinook salmon, with an evaluation of generic versus site-specific suitability criteria. Transactions of the American Fisheries Society, 133(1), 89-97.
- Mull, K. E., & Wilzbach, M. A. 2007. Selection of spawning sites by coho salmon in a northern California stream. North American Journal of Fisheries Management, 27(4), 1343-1354.
- Neilson, J. D., & Banford, C. E. 1983. Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) Spawner characteristics in relation to redd physical features. Canadian Journal of Zoology, 61(7), 1524-1531.
- Ovidio, M., Parkinson, D., Sonny, D., & Philippart, J. C. 2004. Spawning movements of European grayling *Thymallus thymallus* in the river Aisne (Belgium). Folia Zoologica, 53(1), 87-98.
- Paragamian, V. L., Kruse, G., & Wakkinen, V. 2001. Spawning habitat of Kootenai river white sturgeon, post-Libby dam. North American Journal of Fish Management, 21(1), 22-33.
- Parsley, M. J., Beckman, L. G., & McCabe Jr, G. T. 1993. Spawning and rearing habitat use by white sturgeons in the Columbia river downstream from McNary dam. Transactions of the American Fisheries Society, 122(2), 217-227.
- Parsley, M. J., & Kappenman, K. M. 2000. White sturgeon spawning areas in the lower Snake River. Northwest Science, 74(3), 192-201.
- Pelicice, F. M., & Agostinho, A. A. 2008. Fish-passages facilities as ecological traps in large neotropical rivers. Conservation Biology, 22(1), 180-188.
- Pompeu, P. S., Agostinho, A. A., & Pelicice, F. 2012. Existing and future challenges: the concept of successful fish passage in South America. River Research Applications, 28(4), 504-512.
- Reynalte-Tataje, D. A., Nuñez, A. P. O., Nunes, M. C., Garcia, V., Lopes, C. A., & Zaniboni-Filho, E. 2012. Spawning of migratory fish species between two reservoirs of the upper Uruguay River, Brazil. Neotropical Ichthyology, 10(4), 829-835.
- Richter, C. A., & Netto, J. M. A. 1991. Tratamento de água. 1ª ed. São Paulo: Edgard Blucher: p. 334.

- Sear, D. A. 1994. River restoration and geomorphology. *Aquatic Conservation – Marine and Freshwater Ecosystems*, 4(2), 169-177.
- Severi, W., & Cordeiro, A. A. M. 1994. Catálogo de peixes da bacia do rio Iguaçu. Curitiba: IAP/GTZ: p. 118.
- Silva, P. S., Assumpção, L., Lima, A. F., Makrakis, M. C., Makrakis, S., & Dias, J. H. P. 2011. Distribuição espacial e temporal de ovos e larvas de peixes no rio Aguapeí SP, alto rio Paraná. *Fórum Ambiental da Alta Paulista*, 7(3), 462-478.
- Takayama, M. 2002. Spawning activities and physical characteristics of the spawning ground of *Lethenteron reissneri* at the headstream of the Himekawa River, central Japan. *Ichthyological Research*, 49(2), 165-170.
- Tsai, C. F., Nazrul Islan, M., Karim, R., & Shahidur Rahman, K. U. M. 1981. Spawning of major carps in the lower Halda River, Bangladesh. *Estuaries and Coasts*, 4(2), 127-138.
- Vokoun, J. C., Guerrant, T. L., & Rabeni, C. F. 2003. Demographics and chronology of a spawning aggregation of blue sucker (*Cycleptus elongatus*) in the Grand River, Missouri, USA. *Journal of Freshwater Ecology*, 18(4), 567-575.
- Wei, Q. W., Kynard, B., Yang, D. G., Chen, X. H., Du, H., Shen, L., & Zhang, H. 2009. Using drift nets to capture early life stages and monitor spawning of the Yangtze River Chinese sturgeon (*Acipenser sinensis*). *Journal of Applied Ichthyology*, 25(Suppl. 2), 100-106.
- Weiss, S. J., Otis, E. O., & Maughan, O. E. 1998. Spawning ecology of flannelmouth sucker, *Catostomus latipinnis* (Catostomidae), in two small tributaries of the lower Colorado River. *Environmental Biology of Fishes*, 52(4), 419-433.
- Welcomme, R. L. 1985. River fisheries. FAO fisheries technical paper No. 262; p. 330. Rome: FAO Fisheries Department. Retirado de www.fao.org/docrep/003/t0537e/t0537e00.htm
- Wheaton, J. M., Pasternack, G. B., & Merz, J. E. 2004. Spawning habitat rehabilitation – I. Conceptual approach and methods. *International Journal of River Basin Management*, 2(1), 3-20.
- Workman, R. D., Hayes, D. B., & Coon, T. G. 2004. Spawning habitat selection by rainbow trout in the Pere Marquette River, Michigan. *Journal of Great Lakes Research*, 30(3), 397-406.
- Zimmer, M. P., & Power, M. 2006. Brown trout spawning habitat selection preferences and redd characteristics in the Credit River, Ontario. *Journal of Fish Biology*, 68(5), 1333-1346.
- Ziober, S. R., Bialetzki, A., & Mateus, L. A. F. 2012. Effect of abiotic variables on fish eggs and larvae distribution in headwaters of Cuiabá River, Mato Grosso state, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 10(1), 123-132.

Submetido em: 24/10/2014

Aceito em: 02/08/2015