

RANGEL EDUARDO SANTOS

**INFLUÊNCIA DA QUALIDADE AMBIENTAL NA BIOLOGIA REPRODUTIVA DE
Hoplias malabaricus (BLOCH, 1794) (CHARACIFORMES, ERYTHRINIDAE)**

RECIFE-PE
2015

RANGEL EDUARDO SANTOS

**INFLUÊNCIA DA QUALIDADE AMBIENTAL NA BIOLOGIA REPRODUTIVA DE
Hoplias malabaricus (BLOCH, 1794) (CHARACIFORMES, ERYTHRINIDAE)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de mestre em Ecologia.

Orientadora:
Dr^a. Ana Carla Asfora El-Deir
(Universidade Federal Rural de Pernambuco)

RECIFE-PE
2015

**Influência da qualidade ambiental na biologia reprodutiva de *Hoplias malabaricus*
(BLOCH, 1794) (Characiformes, Erythrinidae)**

Rangel Eduardo Santos

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ecologia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ecologia.

Dissertação apresentada e aprovada em ____/____/____

Orientadora:

Profa. Dra. Ana Carla Asfora El-Deir - UFRPE

Examinadores:

Prof Dr. Mauro de Melo Júnior- UFRPE

Dra. Mariana Gomes do Rêgo - UFRPE

Prof. Dr. Paulo Guilherme Vasconcelos de Oliveira – UFRPE

Suplente:

Prof. Dr. Geraldo Jorge Barbosa de Moura - UFRPE

Dedico esse trabalho primeiramente a Deus, meu criador, por me amar e ter me dado sabedoria para realizar esse projeto com afinco, e a minha família pelo apoio e atenção.

*“A mente que se abre a uma nova ideia jamais
retorna ao tamanho original”*

Albert Einstein

AGRADECIMENTOS

A Deus pela vida, e por estar todo o tempo ao meu lado me guiando e me ensinado o amor verdadeiro. Agradeço a Ele também por me iluminar todos os dias da minha vida.

A Prof^a. Dr. Ana Carla Asfora El-Deir, minha orientadora, pela oportunidade que me deu de realizar esse projeto. Por sua orientação e pelos ensinamentos que me fez crescer ainda mais profissionalmente. Agradeço também pela amizade e atenção.

Ao Prof. André Lincoln Barroso de Magalhães, pela amizade sincera, atenção durante esses dois anos de mestrado e pelas sugestões na elaboração dessa dissertação.

Ao Prof. Dr. Paulo de Oliveira, que cedeu espaço em seu laboratório para a confecção das lâminas histológicas. Pela amizade e pelas contribuições feitas para melhoria desse projeto.

Aos meus amigos, Igor Vargas Chehayeb, Miguel de Almeida Neto, Carolina Alves Collier, que fizeram parte de todos os momentos do meu mestrado sempre me ajudando e incentivando.

A Gabriela Aretakis, namorada, que me apoiou e teve paciência nas horas mais difíceis. Agradeço também pelo carinho, amor e atenção.

A minha família, a qual amo muito, pelo carinho, paciência e incentivo. Especialmente a minha mãe que deixou a suas atividades em Belo Horizonte para dedicar o seu tempo a minha vida e me auxiliar na fase mais difícil do mestrado. Agradeço também aos meus irmãos pela atenção, carinho e por compreenderem a minha ausência em momentos importantes em suas vidas. Ao meu pai por sempre me apoiar nas horas mais difíceis.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida durante a elaboração da minha dissertação.

Ao programa de Pós-Graduação em Ecologia pela oportunidade de realizar meu projeto de pesquisa.

A Estação de Tratamento de Esgoto Lógica Ambiental Ltda. e o laboratório de limnologia da UFRPE que me auxiliaram na análise de qualidade de água.

Aos amigos do Laboratório de Ecologia de Peixes, pelo apoio fundamental na realização das coletas de dados. Pelo convívio e atenção durante todo o período de trabalho.

SUMÁRIO

	Pág.
LISTA DE FIGURAS.....	ix
LISTA DE TABELAS.....	x
RESUMO.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	14
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	16
2.1 Influência antrópica nos ecossistemas aquáticos e respostas da ictiofauna.....	16
2.2 Descrição da espécie.....	17
2.3 Qualidade ambiental e <i>Hoplias malabaricus</i> (Bloch, 1794) no rio Capibaribe.....	18
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	20
ARTIGO.....	27
ANEXO I – Figuras e tabelas do artigo.....	50
ANEXO II – Normas da revista “Neotropical Ichthyology”.....	58

LISTA DE FIGURAS

	Pág
Figura 1. Exemplar de <i>Hoplias malabaricus</i> coletado na porção baixa do rio Capibaribe, Recife, Pernambuco.....	17
Figura 2. Área de estudo contendo os pontos de coletas no Rio Capibaribe: CAP 1 - Paudalho (7°53'19.46"S 35°13'46.33"O); CAP 2 - São Lourenço da Mata (7°57'55.35"S 35° 5'20.02"O) e CAP 3 - Recife (8° 3'32.51"S 34°59'10.68"O), Pernambuco/Brasil.....	55
Figura 3. Distribuição da frequência relativa (Fr%) trimestral dos estádios do ciclo reprodutivo de fêmeas de <i>Hoplias malabaricus</i> capturados no baixo rio Capibaribe, nos pontos de coleta CAP 1, CAP 2 e CAP 3, no período de setembro/2013 a agosto/2014. Classificação: 1= imaturo; 2= em maturação; 3= maduro; 4= esgotado; 5= repouso. Trimestre: I = setembro, outubro e novembro; II = dezembro, janeiro e fevereiro; III = março, abril e maio; IV = junho, julho e agosto.....	59
Figura 4. Valores médios trimestrais do índice de atividade reprodutiva (IAR) para fêmeas de <i>Hoplias malabaricus</i> capturados em CAP 1, CAP 2 e CAP 3, no período de setembro/2013 a agosto/2014.....	61

LISTA DE TABELAS

	Pág.
Tabela 1. Protocolo de Avaliação Rápida da Diversidade de Habitats (PAR) utilizado nos três pontos de coleta do baixo rio Capibaribe (modificado de EPA , 1987).....	56
Tabela 2. Protocolo de Avaliação Rápida da Diversidade de Habitats (PAR) utilizado nos três pontos de coleta do baixo rio Capibaribe (modificado de CALLISTO et al., 2002).....	57
Tabela 3. Parâmetros ambientais avaliados nos três pontos de coleta selecionada porção baixa do Rio Capibaribe (CAP 1, CAP 2 e CAP 3), com pontuações e classificações baseadas nos protocolos de avaliação da qualidade ambiental.....	58
Tabela 4. Caracterização macroscópica das gônadas de <i>Hoplias malabaricus</i> nos pontos de coleta CAP 1, CAP 2 e CAP 3 no período de setembro de 2013 à Agosto de 2014.....	60
Tabela 5. Proporção sexual trimestral e Total de <i>Hoplias malabaricus</i> capturados no ponto de coletas CAP 1, no período de setembro de 2013 à Agosto de 2014 (* = p < 0,05; $\chi^2_{0,05} = 3,841$, gl =1).....	60
Tabela 6. Proporção sexual trimestral e Total de <i>Hoplias malabaricus</i> capturados em CAP 2 no período de setembro de 2013 a agosto de 2014 (* = p < 0,05; $\chi^2_{0,05} = 3,841$, gl =1).....	60
Tabela 7. Proporção sexual trimestral e Total de <i>Hoplias malabaricus</i> capturados em CAP 3 no período de setembro de 2013 a agosto de 2014 (* = p < 0,05; $\chi^2_{0,05} = 3,841$, gl =1).....	61
Tabela 8. Médias Trimestrais dos valores das variáveis ambientais em cada ponto de coleta (CAP 1, CAP 2 e CAP 3). Trimestre: I = setembro, outubro e novembro; II = dezembro, janeiro e fevereiro; III = março, abril e maio; IV = junho, julho e agosto.....	62

Tabela 9. Índices que obtiveram correlação com as variáveis ambientais para fêmeas de *Hoplias malabaricus* capturadas no baixo rio Capibaribe, nos pontos de coleta de CAP 1, CAP 2 e CAP 3 no período de setembro/2013 a agosto de 2014. ($p < 0,05$)..... 62

RESUMO

A expansão das atividades industriais e urbanas tem alterado a qualidade dos rios e afetado negativamente a biologia reprodutiva dos peixes. O objetivo do presente trabalho foi investigar como as mudanças na qualidade ambiental podem influenciar a reprodução de *Hoplias malabaricus* no Rio Capibaribe, Pernambuco. As amostras foram coletadas de setembro de 2013 a agosto de 2014, em três pontos distintos do Rio Capibaribe (CAP 1, CAP 2 e CAP nas cidades de Paudalho, São Lourenço da Mata e Recife respectivamente), totalizando 67 fêmeas e 51 machos. Foram realizadas análises dos estágios maturacionais, proporção sexual, índice de atividade reprodutiva (IAR), índices gonadosomático (IGS) e hepatossomático (IHS). Para determinar a qualidade ambiental foi utilizado um protocolo de avaliação rápida (PAR), além disso, foram avaliados a temperatura da água, pH, condutividade, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, sólidos totais, sólidos suspensos totais, cor e coliformes fecais. Foi realizada uma matriz de correlação de spearman para correlacionar os dados biológicos de reprodução (IGS, IHS) com os fatores ambientais (Qualidade da água). O PAR indicou que CAP 3 é classificado como um ambiente “Preservado”, já os trechos de CAP1 e CAP2 foram classificados como ambientes “Alterados”. A frequência do estágio do ciclo reprodutivo para fêmeas de *H. malabaricus* indicou estádios maduro para quase todos os trimestre amostrais nos pontos avaliados. A proporção sexual não indicou diferenças significativas nos trechos avaliados. O IAR indicou que houve maior atividade reprodutiva em CAP 1, seguido de CAP 2 e CAP 3. A análise de correlação dos parâmetros ambientais com os parâmetros reprodutivos para o trecho de CAP 1 indicou correlação do IHS com a condutividade e turbidez. Em CAP 2 o IGS obteve correlação negativa com a chuva e a turbidez. Na análise do IHS para esse trecho, foi obtidos alta correlação com a temperatura. Para CAP 3, foram obtidas correlações entre o IHS a o Coliforme Total. Diante disso, conclui-se que *H. malabaricus* pode se reproduzir frente a diferentes níveis de qualidade ambiental, o que provavelmente pode estar relacionado à sua alta resistência à ambientes antropizados.

Palavras-chave: Antropização, Capibaribe, Ecossistema aquático, Reprodução, Traíra.

ABSTRACT

The expansion of industrial and urban activities have changed the quality of rivers and negatively affected the reproductive biology of fish. The objective of this study is to investigate how changes in environmental quality can influence the reproduction of *Hoplias malabaricus* in Capibaribe river, Pernambuco. The samples were collected from september 2013 to august 2014, in three different parts of the Capibaribe river (CAP 1, CAP 2 and CAP 3, in the city Paudalho, São Lourenço da Mata and Recife, respectively), totaling 67 females and 51 males. Were realized analysis of maturational stages, sex ratio, reproductive activity index (IAR), gonadosomatic index (IGS) and hepatosomatic (IHS). To determine the environmental quality we used a rapid assessment protocol (PAR). Furthermore, were evaluated the water temperature, pH, conductivity, dissolved oxygen, biochemical oxygen demand, total solids, total suspended solids, color and fecal coliforms. It was made a spearman correlation matrix to correlate reproduction of biological data (IGS, IHS) with environmental factors (water quality). The PAR indicated that CAP 3 is classified as a "preseverd" environment, however, CAP 1 e CAP 2 were classified as "altered" environments. The frequency of the reproductive cycle stage of *H. malabaricus* females indicated mature stages for almost every quarter in the evaluated sample points. The sex ratio did not indicate significant differences in the evaluated points. The IAR indicated that there was a higher reproductive activity in CAP 3, followed by CAP 1 and CAP 2. Correlation analysis of environmental and reproductive parameters for the CAP 1 point indicated correlation of IHS with the conductivity and turbidity. In CAP 2 the IGS showed negative correlation with rainfall and turbidity. The IHS analysis for this point was obtained high correlation with temperature. For CAP 3, correlations were obtained between the IHS and Total Coliform. Therefore, it is concluded that *H. malabaricus* can reproduce against different levels of environmental quality, which can probably be related to its high resistance to anthropogenic environments.

Key Words: Aquatic ecosystem, Capibaribe, Human activities, Reproduction, Anthropic river, Traíra

1. INTRODUÇÃO GERAL

A expansão das populações humanas e as crescentes demandas urbanas e industriais promovem cada vez maior dependência das pessoas com relação aos ambientes aquáticos (MC ALLISTER, 1997; TUNDISI, 2005). Atividades antrópicas como a construção de barragens e reservatórios, agropecuária, descarga de esgoto bruto e efluentes industriais, retirada da mata ciliar e a utilização inadequada do solo em áreas ribeirinhas representam alguns dos impactos decorrentes da utilização do ambiente para fins humanos (OLIVEIRA e BENNEMANN, 2005). No entanto, tais atividades podem afetar de maneira irreversível a qualidade ambiental dos rios. As atividades desenvolvidas próximas às bacias hidrográficas alteram as características físico-químicas da água, ocasionando mudanças nas funções celulares, metabólicas, bioquímicas e fisiológicas da biota aquática (CALLISTO et al., 2001; SOUZA et al. 2014).

Devido à dependência dos parâmetros ambientais dos ecossistemas aquáticos os peixes representam um dos grupos biológicos que são diretamente afetados pelas mudanças na qualidade ambiental (AGOSTINHO et al., 2007). Alguns autores têm demonstrado que as mudanças nas características abióticas podem alterar de maneira considerável a biologia reprodutiva de espécies de peixes (KUO et al., 1974; MUNRO et al., 1990; MIRANDA et al., 2008). Segundo Ribeiro e Moreira 2012, o ciclo reprodutivo dos peixes depende de fatores ambientais sazonalmente variáveis. Desse modo os parâmetros ambientais são considerados imprescindíveis para a indução de respostas fisiológicas que dão início à cascata reprodutiva nesses animais. Alguns dos principais fatores ambientais que afetam a maturação gonadal das comunidades de peixes são a temperatura da água, luz, pH e a disponibilidade de alimento (AGOSTINHO et al., 2007), além de níveis ideais de oxigênio dissolvido, dureza, salinidade e alcalinidade da água (NAGAHAMA, 1983). Desse modo, qualquer alteração ocorrida nos parâmetros ambientais de um rio pode afetar diretamente o sucesso reprodutivo da comunidade de peixes, podendo, em último caso, ocasionar a extinção local de espécies (AGOSTINHO et al., 2007).

O Brasil abriga 43% de toda a ictiofauna de água doce da região neotropical (BUCKUP et al., 2007), no entanto este grupo biológico vem sendo ameaçado pelas constantes ações antrópicas desenvolvidas próximo às bacias hídricas. Segundo

Agostinho et al. (2005), as principais causas da perda direta da biodiversidade em ecossistemas aquáticos continentais brasileiros estão ligadas a poluição e eutrofização dos cursos d'água. No Nordeste brasileiro um dos principais rios que vem apresentando diversas alterações em sua qualidade ambiental, devido principalmente às ações antrópicas, é o rio Capibaribe (CPRH, 2014). Nas últimas décadas houve um aumento considerável no desenvolvimento de atividades industriais e agrícolas, além da crescente ocupação populacional no entorno deste rio (NORIEGA, 2010). Essas atividades refletem na utilização de maneira descontrolada dos recursos do rio Capibaribe, sendo este um dos principais fatores que colocam em risco a sua integridade ambiental, conseqüentemente, afetando as comunidades de peixes existentes em sua bacia.

Estudos visando avaliar os efeitos das atividades humanas sobre os peixes ainda são incipientes, sobretudo em bacias degradadas como a do rio Capibaribe. Peixes predadores como a traíra, *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794), que ocupam posições superiores na cadeia alimentar, podem estar sendo influenciados pela baixa qualidade ambiental no rio Capibaribe. Segundo Rodrigues (2010), as espécies de topo de cadeia, como a traíra, normalmente apresentam maiores níveis de bioacumulação de poluentes em relação a peixes de níveis tróficos inferiores. Portanto, dada sua importância como espécie predadora e topo de cadeia alimentar, qualquer alteração na qualidade ambiental do rio pode ser prejudicial para a população de *H. malabaricus* e, conseqüentemente, para as espécies de peixes de níveis tróficos inferiores.

Muitos trabalhos têm sido realizados com a traíra visando sua importância como espécie de topo de cadeia na estrutura funcional das comunidades aquáticas (BOTHAM e KRAUSE, 2005; PIANA et al., 2006). No entanto, pouca atenção tem sido dada às respostas de *H. malabaricus* às variações na qualidade ambiental dos rios, principalmente no que diz respeito à sua reprodução. Segundo Caswell (1978) essa espécie pode influenciar a persistência dos organismo no ambiente, possivelmente através do mecanismo de coexistência mediada pelo predador. Além disso a traíra também apresenta considerável importância socioeconômica, sendo fonte de subsistência para muitas famílias através da pesca artesanal (PIEVE et al., 2009; TORRES et al., 2012). Neste contexto o objetivo do presente trabalho é investigar como as mudanças na qualidade ambiental decorrentes de atividades humanas podem influenciar a biologia reprodutiva de *H. malabaricus* no rio Capibaribe, em Pernambuco.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Influência antrópica nos ecossistemas aquáticos e respostas da ictiofauna

Os ecossistemas aquáticos são utilizados para diversos fins humanos, dentre eles se destacam o abastecimento de água, a geração de energia, irrigação, navegação, aquicultura e recreação (MORAES e JORDÃO, 2002). Além disso, esses ecossistemas abrigam uma infinidade de espécies de grande importância ecológica e socioeconômica. No entanto a integridade desses ambientes tem sido vastamente afetada devido às diversas ações humanas, como a expansão urbana, industrial e agrícola (DERÍSIO, 1992), decorrentes principalmente do crescimento populacional humano (ARBUCKLE e DOWNING, 2001). Essas atividades humanas têm sido relatadas por vários autores como fatores preocupantes para os ecossistemas aquáticos mundiais, uma vez que alteram a dinâmica natural desses ambientes (ARBUCKLE e DOWNING, 2001; WHO, 1993; SEELIGER e KNAK 1982), devido às mudanças nas características físico-químicas da água (ARAÚJO, 1998; CALLISTO et al., 2001; SOUZA et al. 2014).

Dada a importância dos recursos hídricos para população humana e para as diversas espécies biológicas, muitos pesquisadores têm voltado atenção para a influência das atividades humanas nos ecossistemas aquáticos, considerando principalmente as respostas das espécies às mudanças da qualidade desses ambientes (BERKMAN e RABENI 1987; GAFNY et al., 2000; DELVALLS et al., 1998). Segundo Araújo (1998) os impactos ambientais nos ecossistemas aquáticos podem gerar consequências na estrutura e composição bioquímica e celular, alterando até mesmo a fisiologia dos indivíduos e espécies, o que pode também causar alterações na dinâmica das comunidades.

Entre as comunidades aquáticas que têm sido afetadas pelas atividades humanas, a ictiofauna tem se destacado como alvo de interesse no mundo científico, dada sua importância ecológica e socioeconômica. Nos estudos científicos dessa temática, uma das considerações feitas pelos autores diz respeito à influência da qualidade ambiental na reprodução das espécies de peixe (KUO et al., 1974; MUNRO et al., 1990; MIRANDA et al., 2008). Os processos reprodutivos da ictiofauna refletem a adaptação das espécies às modificações ambientais, sobretudo em locais submetidos às grandes alterações de origem antrópica. Isso pode ser explicado pelo fato dos fatores ambientais serem considerados imprescindíveis para a indução de respostas fisiológicas que dão

início à cascata reprodutiva dos peixes (RIBEIRO e MOREIRA, 2012). A maturação gonadal, por exemplo, é induzida pelos níveis ideais de oxigênio dissolvido, pH, dureza, salinidade e alcalinidade da água (NAGAHAMA, 1983). Um estudo realizado por Wu et al. (2003) demonstrou que a baixa demanda de oxigênio pode diminuir a fertilidade da Carpa (*Cyprinus carpio*). Desse modo, nota-se que alterações nesses parâmetros ambientais podem afetar diretamente o sucesso reprodutivo dos peixes (VAZZOLER, 1996; ARAÚJO 1998).

De acordo com Vazzoler (1996) a capacidade das espécies em manter a estrutura de sua população em ambientes alterados é determinada pela capacidade reprodutiva dos seus integrantes. Além dos efeitos indiretos associados às alterações decorrentes de atividades humanas na reprodução de peixes, pesquisas têm demonstrado também os efeitos diretos de alguns poluentes de origem antrópica na biologia reprodutiva de peixes. Segundo Nagahama (1983), alguns poluentes ao serem absorvidos, podem diminuir a síntese de esteroides gonadais, vitelogenina e gonadotropina dos peixes. Um outro estudo, realizado por Karels et al. (1998), identificou o atraso no amadurecimento de espermatogônias em espermatófito da truta-aco-íris (*Oncorhynchus mykiss*), devido ao efeito de poluentes no lago Saimaa, na Finlândia. Essas evidências realçam a importância da realização de estudos que visem conhecer a influência de fatores relacionados à qualidade ambiental na manutenção das atividades reprodutivas das espécies, dada a importância deste processo para a sobrevivência das espécies nos ambientes.

2.2 Descrição da espécie

Hoplias malabaricus (Bloch, 1794)

Classe Osteichthyes

Ordem Characiformes

Família Erythrinidae



Figura 1. Exemplar de *Hoplias malabaricus* coletado na porção baixa do Rio Capibaribe, Recife, Pernambuco.

Hoplias malabaricus é conhecida popularmente como traíra, pertence à família Erythrinidae, e é considerada um dos peixes piscívoros de água doce mais relevante no Brasil, devido ao seu papel no controle da densidade de espécies de presa (Figura 1) (PIANA, 2006). *Hoplias malabaricus* é uma espécie predadora oportunista, de distribuição generalizada nos ambientes aquáticos sul-americanos (PETRY et al., 2010). Sua ampla dispersão e adaptação nos ecossistemas aquáticos brasileiros se deve ao fato desta espécie ser altamente resistente a ambientes antropizados, podendo viver em águas pouco oxigenadas e suportar grandes períodos de jejum (BARBIERI, 1989).

Em suas características reprodutivas, Prado et al., (2006) apontam que a traíra apresenta um comportamento que inclui a formação de ninhos com aproximadamente 20cm de profundidade, envoltos e circundados por vegetação. Após a fertilização e desova os machos demonstram cuidado parental até a eclosão dos ovos (MARQUEZ et al., 2001). Com relação aos aspectos alimentares, *H. malabaricus* é considerada uma espécie predadora solitária, que geralmente é encontrada em águas rasas e próximas à vegetação da margem, aguardando o momento oportuno em espreita para capturar suas presas (SABINO e ZUANON, 1998).

Quando adulta a traíra é essencialmente piscívora (LOUREIRO-CRIPPA et al., 2009). Seus alevinos alimentam-se primeiramente de plâncton e posteriormente de insetos maiores (PAIVA, 1974). Após 160 mm de comprimento *H. malabaricus* passa a se alimentar exclusivamente de peixes, sendo rara a ingestão de insetos quando adulta (MELLO et al., 2006).

Além disso a traíra também apresenta considerável importância socioeconômica, sendo fonte de subsistência para muitas famílias através da pesca artesanal (PIEVE et al., 2009; TORRES et al., 2012), e possui uma ótima aceitação no mercado consumidor de peixes (SANTOS et al, 2001).

2.3 Qualidade ambiental e *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) no rio Capibaribe

Diversos rios brasileiros vêm sendo influenciados por atividades antrópicas desenvolvidas em suas margens e proximidades. No Nordeste brasileiro essa realidade é bem representada no rio Capibaribe (CPRH, 2014). Esse é um dos rios mais importante para o estado de Pernambuco, percorrendo cerca de 250 Km, onde se estabelecem 43 municípios (SRH, 2002), que juntos contêm 3.474.198 habitantes (CPRH, 2014). O rio

Capibaribe é um dos principais recursos hídricos de Pernambuco, sendo 43% do abastecimento de água da população provenientes deste (SRH, 2002). No entanto, apesar da extrema relevância deste recurso hídrico, diversos autores têm mostrado a interferência das ações humanas na qualidade ambiental deste rio (TRAVASSOS et al., 1993; SANTOS et al., 2009; SANTIAGO et al., 2010).

Pesquisas recentes envolvendo análises de qualidade da água no rio Capibaribe indicam a presença de metais pesados, coliformes fecais e carência de oxigênio (TRAVASSOS et al., 1993; CPRH, 2014). A atual situação de perda de qualidade ambiental neste rio tem sido relacionada com muitos fatores ligados às atividades urbanas, sendo os esgotos domésticos uma das principais fontes de contaminação (FARRAPEIRA et al., 2010). Além desses poluentes ligados à expansão urbana, há ainda os poluentes de origem industrial. Existem inúmeras indústrias instaladas ao longo do Capibaribe lançando seus efluentes diretamente no rio (CPRH, 2014). Já no âmbito agrícola, os cultivos de cana-de-açúcar destacam-se como uma das principais atividades humanas que tem contribuído para a baixa na qualidade ambiental do rio Capibaribe, sendo o aumento no aporte de Nitrogênio e Fósforo um dos maiores agravantes (TRAVASSOS et al., 1993).

Além das notáveis modificações ocorridas nos parâmetros químicos da água, a constante influência de atividades antrópicas ao longo do rio Capibaribe também pode ser bem observada com relação à qualidade física e biológica desse ambiente. Segundo Silva (2003) o rio Capibaribe tem recebido um número muito grande de detritos lamosos e particulados arenosos, que recobrem o leito do rio e auxiliam a eutrofização. Segundo Naiman et al. (2005), o aumento de sedimentos nos rios é geralmente ocasionado pela perda de mata ciliar, o que pode retratar a realidade observada no rio Capibaribe. Diante dessa condição, merecida atenção deve ser dada à pesquisas no rio Capibaribe, considerando a importância do mesmo para a região, e a acelerada degradação a que este vem sendo submetido.

Nesse rio, uma das espécies de peixe que pode estar sendo influenciada pela baixa qualidade ambiental decorrente das atividades humanas, é *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794). Atualmente, *H. malabaricus* tem recebido muita atenção dos pesquisadores, no entanto a maioria dos trabalhos que tratam da sua biologia, falam do papel da reprodução, crescimento e alimentação em sua estrutura populacional (BOTHAM e KRAUSE, 2005; PIANA et al., 2006; CHAVES et al., 2009; BOZZA e HAHN, 2010). Os poucos trabalhos que relatam as respostas de *H. malabaricus* às

variações ambientais relacionadas às ações antrópicas, estão voltados para a influência da formação de reservatórios na alimentação desta espécie (NOVAKOWSKI et. al., 2007, LOUREIRO-CRIPPA et al., 2009). Essas pesquisas deixam lacunas sobre como espécies como a traíra que possuem vantagens adaptativas como a plasticidade trófica, conseguem responder biologicamente às variações ambientais. Desta forma, o estudo da influência das ações antrópicas na qualidade ambiental, e suas consequências para a biologia reprodutiva e alimentar de peixes como *H. malabaricus*, é de grande importância para a compreensão de como a biota presente nos ecossistemas aquáticos reage às mudanças ambientais. Estudos dessa natureza ainda subsidiam informações para gestão dos recursos pesqueiros em ecossistemas degradados como o Capibaribe.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C.; PELICICE, F. M. Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil. Maringá, **EDUEM**. 2007. 501p.

AGOSTINHO, A. A.; THOMAZ, S. M.; GOMES, L.C. Conservação da biodiversidade em águas continentais do Brasil. **Megadiversidade**, Belo Horizonte, v.1, n. 1, p. 70-78. 2005.

ARAÚJO, F. G. Adaptação do índice de integridade biótica usando a comunidade de peixes para o rio Paraíba do sul. **Revista Brasileira de Biologia**. v. 58, n. 4, p. 547-558. 1998.

ARBUCKLE K. E.; DOWNING, J. A. The influence of watershed land use on lake N: P in a predominantly agricultural landscape. **Limnology and Oceanography**, Nova York, v. 46, n. 4, p. 970-975. 2001.

BARBIERI, G. Dinâmica da reprodução e crescimento de *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) (Osteichthyes) da Represa do Monjolinho, São Carlos/SP. **Revista Brasileira de Biologia**. v. 6, n. 2, p. 225-223. 1989.

BERKMAN, H. E; RABENI, C. F. Effect of siltation on stream fish communities. **Environmental Biology of Fishes**. v.18, p. 285–294. 1987.

BOTHAM, M. S.; KRAUSE, J. Shoals Receive more Attacks from the Wolf-Fish (*Hoplias aff. malabaricus* Bloch, 1794). **Ethology**, v. 111, p. 881-890. 2005.

BOZZA, A. N. e HAHN, N.S. Uso de recursos alimentares por peixes imaturos e adultos de espécies piscívoras em uma planície de inundação neotropical. **Biota Neotropica**. v.10, n.3, p. 217-226. 2010.

BUCKUP, P. A.; MENEZES, N. A.; GHAZZI, M. S. Catálogo das espécies de peixes de água doce do Brasil. rio de Janeiro, Museu Nacional, 2007.

CALLISTO, M.; MORENO, P.; BARBOSA, F. A. R. Habitat diversity and benthic functional trophic groups at Serra do Cipó, Southeast Brazil, **Revista Brasileira de Biologia**, v. 61, n. 2, p. 259-256, 2001.

CASWELL H. Predator-mediated coexistence: a nonequilibrium model. **The American Naturalist**, v. 112, n. 983, p. 127-154. 1978.

CHAVES, M.F.; TORELLI J.; TARGINO, C.H.; CRISPIM M.C. Dinâmica reprodutiva e estrutura populacional de *Hoplias aff. malabaricus* (Bloch, 1794) (Characiformes, Erythrinidae), em açude da Bacia do rio Taperoá, Paraíba. **Biotemas**, v.27, n. 2, p. 85-89. 2009.

CPRH Supervisão de Gestão de Recursos Hídricos. Disponível em:
<http://www.cprh.pe.gov.br/downloads/c3.3.pdf>. Acesso em: jun. 2014.

DELVALLS, T. A.; CONRADI, M.; GARCIA-ADIEGO, E.; FORJA, J. M & GÓMEZ PARRA, A. Analysis of macrobenthic community structure in relation to different environmental sources of contamination in two littoral ecosystems from the Gulf of Cádi (SW Spain). **Hydrobiology**. v.385, p. 59-70. 1998.

DERÍSIO, J. C. Introdução ao controle de poluição ambiental. Ed. 4. São Paulo: CETESB, 1992. 224p.

FARRAPEIRA, C.M.R.; MENDES, E.S.; DOURADO, J.; GUIMARÃES, J. Coliform accumulation in *Amphibalanus amphitrite* (Dawin, 1854) (Cirripedia) and its use as an organic pollution bioindicator in the estuarine area of Recife. Pernambuco, Brazil.

Brazilian Journal of Biology. São Carlos. v. 70, n. 2. 2010.

GAFNY, S.; GOREN, M & GASITH, A. Habitat condition and fish assemblage structure in a coastal Mediterranean stream (Yarqon, Israel) receiving domestic effluent.

Hydrobiology. v. 422/423, p. 319–330. 2000.

KARELS, A. E.; SOIMASUO, M.; LAPPIVAARA, J.; LEPPANEN, H.; AALTONEN, T.; MALLANEN, P.; AND OIKARI, A. O. J. Effects of ECF-bleached Kraft Mill Effluent on Reproductive Steroids and Liver MFO Activity in populations of perch and Roach. **Excotoxicology.** v.7, p. 123-132. 1998.

KUO, C.M.; NASH, C.E.; SHEHADEH, Z.H. The effects of temperature and photoperiod on ovarian development in captive grey mullet (*Mugil cephalus* L.). **Aquaculture,** v.3 p.25-43, 1974.

LOUREIRO-CRIPPA, V. E.; HAHN, N. S & FUGI, R. Food resource used by small-sized fish in macrophyte patches in ponds of the upper Paraná river floodplain. **Acta Scientiarum. Biological Sciences.** v. 31, n. 2, p. 119-125. 2009.

MARQUEZ, D. K. S & H.C.B. Gurgel, I. Lucena. Época de reprodução de *Hoplias malabaricus* Bloch, 1794 (Osteichthyes, Erythrinidae) da barragem do rio Gramame, Alhandra, Paraíba, Brasil. **Revista Brasileira de Zoociencias.** v. 3, n. 1, p. 61-67. 2001.

MC ALLISTER, D. E.; HAMILTON, A. L.; HARVEY, B. Global freshwater biodiversity: striving for the integrity of freshwater ecosystems. **Sea Wind,** v. 11, n. 3, p. 1-142, 1997.

MELLO, F.T.; IGLESISAS, C.; BORTHAGARAY, A.I.; MAZZEO, N.; LARREA, D.; BALLABIO, R. Ontogenetic allometric coefficient changes: implications of diet shift and morphometric traits of *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) (Characiforme, Erythrinidae), **Jornal of Fish Biology,** v. 69, p. 1770-1778, 2006.

MIRANDA, L.A.; STRUSSMANN, C.A.; SOMOZA, G.M. Effects of light and temperature conditions on the expression of GnRH and GtH genes and levels of plasma steroids in *Odontesthes bonariensis* females. **Fish Physiology Biochemistry**. v. 35, p.101-108. 2008.

MORAES, D. S. L.; JORDÃO, B. Q. Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana. **Revista Saúde Pública**, São Paulo: USP, v. 36, n. 3, p. 370-374. 2002.

MUNRO, N.B.; WATSON, A.; AMBROSE, K.R.; GRIFFIN G.D. Treating exposure to chemical warfare agents: implications for health care providers and community emergency planning. **Environmental Health Perspective**. v.89, p. 205-15. 1990.

NAGAHAMA, Y.; The functional morphology of teleost gonads. **Fish Physiology**. New York: Academic Press, v.9, p. 233-275. 1983.

NAIMAN, R. J.; DÉCAMPS, H.; McCLAIN, M. E. Riparia: Ecology, conservation, and management of streamside communities. Elsevier Academic. Press. London, 2005. 448p.

NORIEGA, C.E.D. **Estado trófico e balanço biogeoquímico dos nutrientes nãoconservativos (N e P), na região Metropolitana do Recife - Brasil**. Tese (Doutorado), Departamento de Oceanografia, Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2010.

NOVAKOWSKI, G.C.; HAHN, N.S.; FUGI, R. Alimentação de peixes piscívoros antes e após a formação do reservatório de Salto Caxias, Paraná, Brasil. **Biota Neotropica**, v.7, n.2, p.149-157. 2007.

OLIVEIRA, D. C.; BENNEMANN, S. T. Ictiofauna, recursos alimentares e relações com as interferências antrópicas em um riacho urbano no sul do Brasil. **Biota Neotropica**, v. 5, n. 1, p. 1-13, 2005.

PAIVA, M.P. **Crescimento, Alimentação à salinidade e reprodução da traíra *Hoplias malabaricus* (Bloch) nordeste brasileiro.** 1974. 32f. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

PETRY, A. C.; GOMES, L.C.; PIANA, PA.; AGOSTINHO, A. A. 2010. The role of the predatory trahira (Pisces: Erythrinidae) in structuring fish assemblages in lakes of a Neotropical floodplain. **Hydrobiologia**, v. 651, p. 115-126, 2010.

PIANA, P.A; GOMES, B. L. C.; AGOSTINHO, A. A. Comparison of predator-prey interaction models for fish assemblages from the Neotropical region. **Ecological Modelling**. v.192, p 259-270, 2006.

PIEVE, S. N. M.; KUBO, R.R.; COELHO-DE-SOUSA, G. Pescadores Artesanais da Lagoa Mirim Etnoecologia e Resiliência. Brasília. Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA). 2009. 244 p.

PRADO, C. P. C.; GOMIERO, L.M.; FROEHLICH, O. Spawning and parental care in *Hoplias malabaricus* (Teleostei, Characiformes , Erythrinidae) in the southern Pantanal, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**. v. 66, n. 2, p. 697-702, 2006.

RIBEIRO, C. S.; MOREIRA, R. R. Fatores ambientais e reprodução dos peixes. **Revista da biologia**, v.8. p. 58-61. 2012.

RODRIGUES, A. P. C.; CARVALHEIRA R. G C.; CESAR R. G.; BIDONE E. D.; CASTILHOS Z. C.; ALMOSNY N. R. P. Bioacumulação de Mercúrio em Quatro Espécies de Peixes Tropicais Oriundos de Ecossistemas Estuarinos do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 33, n. 1, p. 54-62, 2010.

SABINO, J.; J. ZUANON. A stream fish assemblage in Central Amazonia: distribution, activity patterns and feeding behavior. **Ichthyological Exploration of Freshwaters**. v.8, n3: p. 201-210. 1998.

SANTIAGO, M. F.; SILVA-CUNHA, M. G. G.; NEUMANN-LEITÃO, S.; COSTA, K. M. P.; PALMEIRA, G. C. B.; PORTO NETO, F. F.; NUNES, F. S. Phytoplankton

dynamics in a highly eutrophic estuary in tropical Brazil. **Brazilian Journal of oceanography**, São Paulo, v.58, n.3, p.189-205. 2010.

SANTOS, A. B.; MELO, J. F. B.; LOPES, P.R.S.; MALGARIM, M.B. Composição química e rendimento do filé da traíra (*Hoplias malabaricus*). **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia, Uruguaiana**, v.7/8, n.1 p.33-39. 2001.

SANTOS, T.G.; BEZERRA-JUNIOR, J.L.; COSTA, K. M. P.; FEITOSA, F. A. N. Dinâmica da biomassa fitoplanctonica e variáveis ambientais em um estuário tropical (Bacia do Pina, Recife, PE). **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, v.4, n.1, p. 95-109. 2009.

SEELIGER, U.; KNAK, R. B. Origin and concentration of copper and mercury in water and biota of the Patos Lagoon estuary, Brazil. **Atlântica**. v.5, 35-42. 1982.

SILVA, JP. **Sedimentologia, batimetria, qualidade da água e vulnerabilidade do rio Capibaribe na cidade do Recife**. 2003. 86f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

SRH - Secretaria de Recursos Hídricos. Sub-Programa de Desenvolvimento Sustentável de Recursos Hídricos para o Semiárido Brasileiro – PROÁGUA. Diagnóstico e Estudos Básicos. Pernambuco, 2002. 201p.

SOUZA, F.; SANTOS C. J.; TRAMONTE, R. R.; KLEPKA V. Estrutura da comunidade de macroinvertebrados em três córregos na bacia do alto rio paraná: uma relação entre qualidade ambiental e parâmetros ecológicos. **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, v.7, n.2, p. 413-42. 2014.

TORRES, L.M.; ZAMBIAZI, R.C.; CHIATTONE, P.V.; FONSECA, T.P.; COSATA C.S. Composição em ácidos graxos de traíra (*Hoplias malabaricus*) e pintadinho (sem classificação) provenientes da Região Sul do rio Grande do Sul e ndia Morta no Uruguai. Semina: **Ciências Agrárias**, v.33, n.3, p. 1047-1058, 2012.

TRAVASSOS, P.E.P.F.; MACEDO, S.J.; KOENING, M.L. Aspectos hidrológicos do estuário do rio Capibaribe (Recife- PE- Brasil). **Trabalhos Oceanográficos**, Recife, v.22, p. 9-38, 1993.

TUNDISI, J. G. Água no século XXI: enfrentamento a escassez. São Carlos: **RIMA**, 2 ed. 2005. 248p.

VAZZOLER, A.E.A.M. Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática. Maringá, **Eduem**; São Paulo, SBI, 1996. 169p.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. Guidelines for drinking-water quality. 2nd.Ed. **Geneve**. v.1, p.1-57. 1993.

WU , R.S.S.; ZHOU, B. S.; RANDALL, D. J.; WOO, N.Y.S.; LAM, P.K.S. Aquatic Hypoxia is an endocrine disruptor and impairs fish reproduction. **Environmental Science Technology**. v. 37, p. 1137-1147. 2003.

Artigo:

Influência da Qualidade Ambiental na Biologia Reprodutiva de *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) (Characiformes: Erythrinidae)

Normas para publicação em “Neotropical Ichthyology”

Influência da Qualidade Ambiental na Biologia Reprodutiva de *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) (Characiformes: Erythrinidae)

Universidade Federal Rural de Pernambuco, CEP: 52171-900, Recife, Pernambuco, Brazil. E-mail: anacarlaeldeir@gmail.com (corresponding author)

RESUMO

Atividades antrópicas desenvolvidas próximas à bacias hidrográficas alteram as características físico-químicas da água, ocasionando mudanças fisiológicas na biota aquática. Neste contexto o objetivo deste trabalho é investigar como as mudanças na qualidade ambiental podem influenciar a reprodução de *Hoplias malabaricus* no rio Capibaribe, Pernambuco, Nordeste do Brasil. As amostras foram coletadas de setembro de 2013 a agosto de 2014, em três pontos distintos do rio Capibaribe (CAP 1, CAP 2 e CAP 3). Foram realizadas análises dos estágios do ciclo reprodutivo, proporção sexual, índice de atividade reprodutiva (IAR), índice gonadosomático (IGS) e hepatossomático (IHS). Para determinar a qualidade ambiental foi utilizado um protocolo de avaliação rápida (PAR), além da obtenção de parâmetros da qualidade da água. Foi utilizada a matriz de correlação de spearman para correlacionar os dados biológicos de reprodução (IGS, IHS) com a qualidade da água. O PAR indicou que CAP 3 é classificado como um ambiente “Preservado”, no entanto, CAP 1 e CAP 2 foram classificados como ambientes “Alterados”. A frequência do estágio do ciclo reprodutivo para fêmeas de *H. malabaricus* indicou estágio maduro para quase todos os trimestres amostrais nos pontos avaliados. A proporção sexual não indicou diferenças significativas nos trechos avaliados. O IAR indicou que houve maior atividade reprodutiva em CAP 3, seguido de CAP 1 e CAP 2. A análise de correlação dos parâmetros ambientais e reprodutivos para o trecho de CAP 1 indicou correlação do IHS com a condutividade e turbidez. Em CAP 2 o IGS obteve correlação negativa com a chuva e a turbidez. Na análise do IHS para esse trecho, foi obtidos alta correlação com a temperatura. Para CAP 3, foram obtidas correlações entre o IHS a o Coliforme Total. Diante disso, conclui-se que *H. malabaricus* se reproduz sob diferentes níveis de qualidade ambiental, o que provavelmente pode estar relacionado à sua alta resistência à ambientes antropizados.

Palavras-chave: Antropização, Capibaribe, Ecossistema aquático, Reprodução, Traíra.

ABSTRACT

Influence of Environmental Quality in Reproductive Biology of *H. malabaricus* (Bloch, 1794) (Characiformes: Erythrinidae)

Universidade Federal Rural de Pernambuco, CEP: 52171-900, Recife, Pernambuco, Brazil. E-mail: anacarlaeldeir@gmail.com (corresponding author)

Anthropogenic activities near the river basins alter the physicochemical characteristics of the water, causing physiological changes in aquatic biota. In this context the aim of this study is to investigate changes in environmental quality can influence the reproduction of *Hoplias malabaricus* in Capibaribe river, Pernambuco, Northeast of Brazil. The samples were collected from September 2013 to August 2014 in three distinct points of Capibaribe river (CAP 1, CAP 2 e CAP 3). Were realized analysis of maturational stages, sex ratio, reproductive activity index (IAR), gonadosomatic index (IGS) and hepatosomatic (IHS). To determine the environmental quality we used a rapid assessment protocol (PAR), and obtaining parameters of water quality. It was made a spearman correlation matrix to correlate reproduction of biological data (IGS, IHS) with environmental factors (water quality). The PAR indicated that CAP 3 is classified as a "preseverd" environment, however, CAP 1 and CAP 2 were classified as "altered" environments. The frequency of the reproductive cycle stage of *H. malabaricus* females indicated mature stages for almost every quarter in the evaluated sample points. The sex ratio did not indicate significant differences in the evaluated points. The IAR indicated that there was a higher reproductive activity in CAP 3, followed by CAP 1 and CAP 2. Correlation analysis of environmental and reproductive parameters for the CAP 2 point indicated correlation of IHS with the conductivity and turbidity. CAP 2 the IGS showed negative correlation with rainfall and turbidity. The IHS analysis for this point was obtained high correlation with temperature. For CAP 3, correlations were obtained between the IHS and Total Coliform. Therefore, it is concluded that *H. malabaricus* can reproduce against different levels of environmental quality, which can probably be related to its high resistance to anthropogenic environments.

Key Words: Aquatic ecosystem, Capibaribe, Human activities, Reproduction, Anthropic river, Trafra.

INTRODUÇÃO

A qualidade ambiental dos rios vem sendo constantemente alterada, sobretudo em países populosos e em desenvolvimento como o Brasil (Rebouças *et al.*, 2006). Essas alterações ambientais estão muitas vezes associadas às atividades humanas como a expansão urbana, industrial e agropecuária (Rashed, 2001) que desencadeiam mudanças nas características físicas e químicas dos ecossistemas aquáticos (Galdean *et al.*, 2000). Como consequência dessas mudanças, os impactos ambientais ocorridos nesses ecossistemas influenciam diretamente diversas características bióticas, alterando as funções celulares, metabólicas, bioquímicas e fisiológicas da biota podendo também ocasionar mudanças em toda a dinâmica dessas comunidades (Araújo, 1998).

Nos ecossistemas aquáticos, um dos grupos biológicos mais afetados pelas mudanças ambientais é a ictiofauna. De acordo com Magurran & Phillip (2001) as comunidades de peixes vêm sofrendo com modificações em sua riqueza e diversidade devido à baixa qualidade dos ecossistemas aquáticos. Além dessas modificações estruturais, as espécies de peixe que são submetidas à baixa qualidade ambiental também podem apresentar mudanças em suas características biológicas, sendo a reprodução um dos fatores diretamente afetados pela qualidade do meio (Souza *et al.*, 2014). Isso pode ser explicado pelo fato de que os parâmetros ambientais são considerados imprescindíveis para a indução de respostas fisiológicas que dão início à cascata reprodutiva nesses animais (Ribeiro e Moreira, 2012). Segundo Vazzoler (1996), é possível afirmar que alterações nas características abióticas dos ecossistemas aquáticos podem determinar o sucesso reprodutivo dos peixes.

Um dos ecossistemas aquáticos brasileiros que vem apresentando diversas alterações em sua qualidade ambiental, devido principalmente às ações antrópicas, é o rio Capibaribe. Segundo a Secretaria de Recurso Hídrico (SRH) esse é um dos principais rios do estado de Pernambuco, sendo responsável pelo abastecimento de 43% da população do Estado de Pernambuco (SRH, 2002). Os impactos antrópicos sofridos nesse rio são atribuídos diretamente à expansão urbana, industrial e agrícola, onde merecem destaque as inúmeras plantações de cana-de-açúcar estabelecidas ao longo do seu curso (Travassos *et al.*, 1993; Noriega, 2010). Nesse sentido, estudos recentes da Companhia Pernambucana de Recursos Hídricos (CPRH), vêm demonstrando que as atividades humanas supracitadas têm afetado a qualidade ambiental do rio Capibaribe

(CPRH, 2014), o que pode estar modificando toda a estrutura da comunidade da ictiofauna local.

Entre as espécies de peixe que podem estar sendo influenciadas pelas mudanças na qualidade ambiental do rio Capibaribe está *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794), conhecida popularmente como traíra (Petry *et al.*, 2010). Essa espécie é um dos piscívoros de água doce mais relevantes no Brasil, dada sua importante função ecológica, como predador de topo de cadeia (Piana *et al.*, 2006). Esta característica indica que *H. malabaricus* pode influenciar na persistência dos organismos no ambiente, possivelmente através do mecanismo de coexistência mediada pelo predador (Caswell, 1978). Além de sua importância ecológica, a traíra também apresenta considerável importância socioeconômica, sendo fonte de subsistência para muitas famílias através da pesca artesanal (Pieve *et al.*, 2009; Torres *et al.*, 2012), além de possuir ótima aceitação pelo mercado consumidor de peixes (Santos *et al.*, 2001).

Neste contexto, diante da reconhecida importância ecológica e socioeconômica de *H. malabaricus*, além da escassez de estudos ecológicos no rio Capibaribe, o objetivo do presente trabalho é investigar como as mudanças na qualidade ambiental decorrentes de atividades humanas podem influenciar a biologia reprodutiva de *H. malabaricus* no rio Capibaribe, em Pernambuco.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O rio Capibaribe nasce na divisa dos municípios de Jataúba e Poção, percorrendo cerca de 250 km até sua foz, estando totalmente inserido no Estado de Pernambuco, Brasil (SRH, 2002). Segundo a Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC, 2014), esse rio pertence à bacia hidrográfica do rio Capibaribe, que localiza-se entre as coordenadas 07° 41' 20" e 08° 19' 30" de latitude Sul, e 034° 51' 00" e 036° 41' 58" de longitude Oeste. A Bacia do rio Capibaribe está inserida em uma região com clima do tipo tropical úmido, apresentando temperatura média anual de 25°C e precipitação média anual de 1.500 mm, com concentração de chuvas nos meses de abril a julho, sendo os demais meses secos (Andrade, 1977).

O rio Capibaribe possui uma área de drenagem de 7.557,41 km² que corresponde a 7,58% da área total do Estado de Pernambuco, segundo a Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC) (2014) (Figura 2). Seus principais afluentes pela margem direita são os riacho do Mimoso, Tabocas, riacho da Onça, Carapatós, riacho das Éguas, Caçatuba, Batatã, Cotungubá, Goitá e rio Tapacurá. Pela margem esquerda, destacam-se os riachos Jataúba, Doce, Topada, riacho do Manso e Cajaí (APAC, 2014).

Os trechos estudados estão distribuídos em três pontos com diferentes condições ambientais na porção baixa da bacia do rio Capibaribe, localizados nas cidades de Recife, São Lourenço da Mata e Paudalho (Figura 2), são eles:

CAP 1: Trecho localizado na cidade de Paudalho, próximo à usina de cana-de-açúcar Petribú (7°53'19.46"S 35°13'46.33"O). Esse ponto se caracteriza por ser semi-lêntico água turva e de influência agro-açucareira.

CAP 2: Trecho localizado em São Lourenço, próximo à rodovia estadual PE-005 (7°57'55.35"S 35° 5'20.02"O). Trecho lótico, com presença humana evidente. Sofre influencia da pecuária, indústria agro-acucareira e exploração de areia.

CAP 3: Esse trecho está localizado na cidade do Recife, e está inserido dentro de Reserva Ecológica Estadual Mata São João da Várzea (Lei Estadual nº 9.989/87) (08° 3'32.51"S 34°59'10.68"O). Trecho protegido, com vegetação ciliar natural, lótico e pouco turvo.

Coleta de dados

Foram realizadas coletas mensais, de setembro de 2013 a agosto de 2014. Foram coletados ao todo 67 fêmeas e 51 machos (CAP 1: 32 Fêmeas e 24 machos; CAP 2: 21 fêmeas e 16 machos e CAP 3: 14 fêmeas e 11 machos). Em cada ponto de coleta foram postas redes de espera de 10 m de comprimento, 1,5 m de altura, e malhas de 12, 20, 30, 40 e 50 mm, com exposição mínima de 12 horas, sendo colocadas ao entardecer e retiradas ao amanhecer. As redes foram colocadas uma vez em cada mês, para cada ponto amostral. Os peixes capturados em cada coleta foram sacrificados por hipotermia com imersão em pasta de gelo picado de acordo com sugestão da Institutional Animal Care and Use Committee (IACUC) (2002).

Posteriormente, os peixes foram acondicionados em sacos plásticos devidamente identificados, fixados em formol a 10% por 24 horas, e em seguida preservados em álcool 70%. Os exemplares foram armazenados no Laboratório de Ecologia de

Peixes/UFRPE, onde foram triados e identificados. Para determinar a qualidade ambiental dos pontos selecionados no rio Capibaribe, foi mensurada em campo a temperatura da água (°C), e posteriormente foram coletadas amostras de água em garrafas de polipropileno, mantidas em refrigeração, para obtenção dos demais parâmetros ambientais. Os dados pluviométricos da área de estudo foram obtidos na Agência Pernambucana de Águas e Climas, para cada ponto amostral (APAC, 2015).

Processamento dos dados ambientais

Com as amostras de água coletada nos pontos amostrados foram mensurados os parâmetros: pH, condutividade ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$), oxigênio dissolvido (mg/L), turbidez (ntu), demanda bioquímica de oxigênio (mg/L), sólidos totais, demanda química de oxigênio, sólidos suspensos totais(mg/L), cor e coliformes fecais. Estas análises foram realizadas na Estação de Tratamento de Esgoto Lógica Ambiental Ltda. e no laboratório de limnologia da UFRPE.

Para analisar a qualidade ambiental dos pontos de coleta foram utilizados dois Protocolos de avaliação rápida de diversidade de habitats adaptados. O primeiro protocolo foi proposto pela Agência de Proteção Ambiental de Ohio (EUA) (EPA, 1987) (Tabela 1). O segundo protocolo foi proposto por Callisto *et al.* (2002) (Tabela 2). Esses protocolos indicam o estado de “saúde” dos trechos da bacia estudados. A classificação de cada ambiente é determinada, por meio da pontuação total dos parâmetros recebida após o somatório de cada protocolo, considerando as seguintes pontuações: valores de 0 a 26, local considerado como “ambiente impactado”, valores de 27 a 52, “ambiente alterado”, e valores de 53 a 78, “preservado”.

Processamento e análise dos dados reprodutivos de *Hoplias malabaricus*

Em laboratório, foram obtidos os valores de comprimento padrão (CP), em milímetros, e peso corporal (PC), em gramas, de cada indivíduo. Posteriormente, os peixes foram dissecados para retirada e pesagem das gônadas (PG) e fígado (PF). Após a pesagem e medição dos parâmetros supracitados foram calculados o índice gonadossomático ($\text{IGS}=\text{PG}\times 100/\text{PC}$) e o índice hepatossomático ($\text{IHS}=\text{PF}\times 100/\text{PC}$).

Fragments de ovários foram submetidos a cortes transversais na porção média e posteriormente foram desidratados em álcool, em concentração de 80%, 90% e 100%, diafanizada em xilol e impregnado em parafina (Junquiera & Junqueira 1983). Após a

inclusão em seguida os cortes foram corados em hematoxilina-eosina. As lâminas histológicas foram analisadas em microscopia óptica (100x) para obtenção da frequência dos estádios do ciclo reprodutivo, seguindo classificação proposta por Vazzoler (1996): imaturos (1), em maturação (2), maduros (3), esgotado (4) e em repouso (5) (Tabela 4).

A proporção sexual foi determinada pelas frequências absolutas de fêmeas e machos para o período total e trimestral. Para analisar a energia canalizada para o processo de desenvolvimento gonadal, foi utilizado o índice de Atividade reprodutiva (IAR) proposto por Agostinho *et al.* (1993), uma vez que esse índice é um excelente indicador quantitativo do grau de desenvolvimento dos ovários. Para a análise do IAR, foi utilizada a equação:

$$IAR = \frac{\ln N_i \left(\frac{n_i}{\sum n_i} + \frac{n_i}{N_i} \right) \times \frac{IGS_i}{IGS_e}}{\ln N_m \left(\frac{n_m}{\sum n_i} + 1 \right)} \times 100$$

Sendo:

N_i = número de indivíduos na unidade amostral i ;

n_i = número de indivíduos “em reprodução”, na unidade amostral i ;

N_m = número de indivíduos na maior unidade amostral;

n_m = número de indivíduos “em reprodução” na unidade amostral com maior n ;

IGS_i = IGS média dos indivíduos “em reprodução” na unidade amostral i ;

IGS_e = maior valor individual de IGS;

O IAR foi classificado em cinco categorias: nula ($IAR \leq 2,0$), incipiente ($2,0 < IAR \leq 5,0$), moderada ($5,0 < IAR \leq 10,0$), intensa ($10,0 < IAR \leq 20,0$) e muito intensa ($\geq 20,0$) (Agostinho *et al.*, 1993).

Tratamento dos dados

Para verificar a homogeneidade dos dados foi realizado o teste de Komogorov Smirnov. A possível correlação entre as variáveis ambientais (temperatura da água, pH,

condutividade, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, sólidos totais, sólidos suspensos totais, cor, e coliformes fecais) com os índices IGS e IHS foi testada pela aplicação do Coeficiente de Correlação de Spearman. Para detectar possíveis diferenças nas proporções entre os sexos foi aplicado o teste do Qui-quadrado (χ^2). O nível de significância de 0,05 foi estabelecido para todos os testes. O programa estatístico utilizado para a análise destes dados foi o *Paleontological Statistics-PAST* ver. 1.87 (Hammer *et al.*, 2001).

RESULTADOS

Qualidade ambiental

Com aplicação do protocolo para análise de qualidade ambiental nos trechos selecionados, os trechos de CAP 1 e CAP 3, apresentam condições ambientais preocupantes, sendo classificados pelo PAR como ambientes "Alterados" (37 e 31, pontos respectivamente) (Tabela 3). A avaliação desses trechos indicou baixa pontuação principalmente para os parâmetros referentes à qualidade da mata ciliar e de sedimentos. Entre os parâmetros analisados para CAP 1a "Alterações antrópicas" obteve a pior pontuação quando comparado com os demais locais.

Destaca-se ainda que o trecho CAP 2 obteve o pior desempenho de qualidade ambiental em relação aos demais trechos, chegando a obter valores iguais a zero para os parâmetros "alterações antrópicas", "turbidez da água", "presença de esgoto", "presença de mata ciliar" e "extensão de mata ciliar" (Tabela 3). CAP 2 ainda obteve a pior pontuação no parâmetro de "cobertura vegetal no leito" quando comparado aos demais pontos, sendo evidente a explosão de macrófitas em períodos de chuva para esse ponto.

O ponto amostral CAP 3 foi obteve o valor de 64 pontos, onde foi observada pouca influência de atividades humanas. Com base nas pontuações totais atribuídas pelo PAR, CAP 3 foi classificado como ambiente "Preservado" (Tabela 3).

Frequência do estágio do ciclo reprodutivo

Através das características macroscópicas e microscópicas das gônadas foi possível identificar os estádios de maturação gonadal de *H. malabaricus* (Tabela 4). A variação trimestral das frequências relativas dos estádios de maturação gonadal para fêmeas de *H. malabaricus*, indica a presença do estágio maduro (estádio 3) no ponto

CAP 1 para praticamente todo o período amostral, com exceção primeiro trimestre amostral, que apresentou maior frequência de exemplares em estágio esgotado (estádio 4) (Fig. 3).

Em CAP 2, foram encontradas fêmeas de *H. malabaricus* aptas para a reprodução ao longo de quase todo o período amostral (estádio 3). Apenas no terceiro trimestre amostral, não foram encontradas fêmeas maduras (Fig. 3).

No trecho de CAP 3, fêmeas de *H. malabaricus* apresentaram-se maduras em quase todo o período amostral, com exceção do primeiro trimestre amostral, que apresentou apenas fêmeas imaturas (estágio1) e em repouso (estágio 5) (Fig. 3).

Proporção sexual

Para os três pontos de coleta, não foram encontradas diferenças significativas na proporção entre os sexos de *H. malabaricus* para o período total, nem para os trimestres. No ponto amostral CAP 1 foram coletados 56 exemplares, onde a proporção sexual encontrada para o período total foi de 1,33:1, sendo 32 fêmeas para 24 machos ($\chi^2 = 1,14$) (Tabela 5).

Em CAP 2 foram capturados 37 exemplares de *H. malabaricus*. A proporção sexual para o período total foi de 1,31:1, sendo 21 fêmeas para 16 machos ($\chi^2 = 0,66$; p) (Tabela 6).

No trecho CAP 3, o número de exemplares capturados foi 25. A proporção sexual encontrada para todo o período foi de 1,27:1, sendo 14 fêmeas para 11 machos ($\chi^2 = 5,12$) (Tabela 7).

Índice de Atividade Reprodutiva

O índice de atividade reprodutiva (IAR) indicou que fêmeas *H. malabaricus* foram encontradas em atividade reprodutiva (>2) em todos os pontos de amostragem, porém sua atividade reprodutiva é maior em CAP 3 (IAR = 5,98) para todo o ano (Fig.4). Não foram encontradas para nenhum dos pontos de amostragem fêmeas com atividade reprodutiva intensa ($10 < IAR \leq 20$), ou muito intensa ($IAR > 20$).

A atividade reprodutiva de fêmeas de *H. malabaricus* em CAP 3 iniciou-se no trimestre II (IAR = 7,07) e teve seu término no trimestre III (IAR = 9,81), períodos onde

fêmeas de *H. malabaricus* foram encontradas em atividade reprodutiva moderada ($5 < IAR \leq 10$) (Fig. 4).

Em CAP 1 a atividade reprodutiva de *H. malabaricu* inicia-se no trimestre III (IAR= 4,11). Seu pico de atividade reprodutivo ocorre no trimestre de IV (IAR= 8,47.). CAP 2 apresentou o menor índice de atividade reprodutiva dentre os pontos de amostragem (2,73).

Os trimestres I e IV foram os períodos de maior atividade reprodutiva para as fêmeas de *H. malabaricus* de CAP 2 (2,47 e 3,34 respectivamente). Nesses trimestres a traíra foi encontrada em atividade reprodutiva incipiente ($2 < IAR \leq 5$), nos demais trimestres a atividade reprodutiva foi nula ($IAR \leq 2$) (Fig. 4).

Parâmetros reprodutivos X parâmetros ambientais

Foram mensuradas doze variáveis de qualidade da água e obtidos os índices de precipitação pluviométrica de cada ponto amostral do baixo rio Capibaribe (Tabela 8).

A análise de correlação dos parâmetros ambientais com os parâmetros reprodutivos para CAP 1 foi observado correlação negativa do IHS com a Turbidez da água (-0,810) (Tabela 9). Não houve nenhuma correlação dos fatores ambientais com o IGS de *H. malabaricus* para CAP 1.

Em CAP 2 o IGS obteve correlação negativa com a chuva (-0,875) e turbidez (-0,940). Na análise do IHS com os fatores ambientais, fora obtidos alta correlação negativa com temperatura (-0,993) (Tabela 9).

Para o ponto amostral CAP 3, foi obtida correlação negativa entre o IGS e o sólido suspenso total (-0,607) (Tabela 9). Não foram obtidas correlações entre os fatores ambientais com o IHS.

DISCUSSÃO

Protocolo de avaliação rápida

Um dos critérios que receberam menor pontuação para os trechos avaliados foram em relação à qualidade da mata ciliar. O protocolo de avaliação rápida indicou ausência de mata ciliar para CAP 1 e CAP 2. Esse resultado sugere que a ausência da mata ciliar para esses trechos pode ser um fator preocupante para a biologia reprodutiva

de *H. malabaricus*, uma vez que a retirada desta mata pode alterar as características físico-químicas do ambiente. As matas ciliares são essenciais para integridade dos sistemas aquáticos e dos organismos ali presentes, uma vez que estas são fundamentais no controle da incidência de luz, turbidez, temperatura e o pH (Uieda & Kikuchi, 1995). Segundo Vazzoler (1996), fatores abióticos como os supracitados são fundamentais para o sucesso reprodutivo de peixes. Além disso, de acordo com Cetra (2003), a interação entre a mata ciliar e o canal do rio fornecem variedades de habitats aquáticos, possibilitando diversidade de áreas para alimentação e reprodução de peixes.

O trecho de CAP 2 obteve a pior pontuação de qualidade ambiental entre os trechos analisados. A explicação para esse fato parece estar na ocupação urbana e industrial às margens do rio Capibaribe, que alteram a integridade ambiental do seu entorno. Segundo CPRH (2014) a cidade de São Lourenço da Mata, onde está situado o ponto de coleta CAP 2, é um dos pontos mais afetado do rio Capibaribe, recebendo poluentes de caráter orgânico e inorgânico advindos de fontes diversas, como fluidos industriais e lixos domésticos. Esses poluentes podem agir de maneira negativa sobre as comunidades de peixes e alterar suas estratégias reprodutivas. O protocolo de avaliação rápida ainda indicou ausência de mata ciliar para CAP 1 e CAP 2. Esse resultado sugere que a ausência da mata ciliar para esses trechos pode ser um fator preocupante para a biologia reprodutiva de *H. malabaricus*, uma vez que a retirada desta mata pode alterar as características físico-químicas do ambiente. As matas ciliares são essenciais para integridade dos sistemas aquáticos e dos organismos ali presentes, uma vez que estas são fundamentais no controle da incidência de luz, turbidez, temperatura e o pH (Uieda & Kikuchi, 1995). Segundo Vazzoler (1996), fatores abióticos como os supracitados são fundamentais para o sucesso reprodutivo de peixes. Além disso, de acordo com Cetra (2003), a interação entre a mata ciliar e o canal do rio fornecem variedades de habitats aquáticos, possibilitando diversidade de áreas para alimentação e reprodução de peixes.

O ponto amostral CAP 3 obteve melhor pontuação no PAR quando comparado aos demais pontos amostrais. A boa classificação constatada para esse trecho pode ser explicada pela boa qualidade dos quesitos que envolvem a influência antrópica, como o “tipo de ocupação das margens” “presença de esgoto”, além de pontos positivos na integridade do ambiente, como o quesito “estabilidade das margens” e “presença e ausência de mata ciliar”. Esse resultado é explicado pelo fato desse ponto estar inserido dentro de Reserva Ecológica Estadual Mata São João da Várzea (Lei Estadual nº

9.989/87), ocupando uma área de 64,52 ha. Segundo a Gestão Ambiental do Recife (2005), essa reserva inclui como critérios de preservação o refúgio da fauna e flora, proteção do sistema hidrográfico e amenização dos efeitos da poluição industrial. Estes critérios estão influenciando positivamente a qualidade ambiental deste trecho.

Frequência relativa dos estádios reprodutivos e Índice de Atividade Reprodutiva

A frequência relativa dos estádios de maturação gonadal revela que foram encontradas fêmeas de *H. malabaricus* aptas à reprodução em quase todos os trimestres para os três pontos amostrais, indicando que esta espécie possui um longo período reprodutivo no rio Capibaribe. Período reprodutivo longo é importante para a manutenção da estrutura da população de peixes, sendo uma das principais estratégias reprodutivas destes para sobreviverem em ambientes onde as condições abióticas são desfavoráveis (Nikolski, 1963). Essa é uma estratégia reprodutiva importante que pode estar sendo utilizada por peixes como a traíra, que vivem em ambientes degradados como o Capibaribe.

O IAR (índice de atividade reprodutiva) ainda indicou que para o trecho de CAP 3 e CAP 1, houve maior energia canalizada para as gônadas no terceiro e quarto trimestres do período amostral, respectivamente. Ao comparar estes dados com os dados pluviométricos provenientes das estações da APAC (2015), vê-se que para esses pontos, *H. malabaricus* investe maior energia em reprodução no período onde se observa maior índice de chuva para esses locais. Resultado semelhante foi encontrado por Paiva (1974) no Nordeste brasileiro, que demonstra o primeiro e segundo trimestre do ano como o período reprodutivo de *H. malabaricus*. O mesmo autor salienta que o período reprodutivo da traíra corresponde às épocas de maior pluviosidade. Marquez *et al.*, (2001), em seu estudo com a traíra no rio Gramame, na Paraíba, nordeste brasileiro, também indicou que a época reprodutiva da traíra corresponde aos meses de maior índice pluviométrico. Segundo Braga (2001) a precipitação é um dos fatores abióticos que têm merecido maior atenção nos estudos voltados à reprodução das comunidades de peixes. De acordo com Paiva (1974) a ocorrência da chuva amplia as áreas de margem, aumentando a disponibilidade de “locas” para a desova e proteção de indivíduos recém-eclodidos de traíra. Essas condições ambientais favorecem *H. malabaricus* que é considerada uma espécie predadora de margem (Súarez *et al.*, 2004).

Além disso, o aumento da reprodução no período de chuvas para *H. malabaricus*, ainda pode ser influenciado pela maior disponibilidade de nutrientes no rio. Segundo Leão *et al.*, (1991), o aumento das chuvas determina o desenvolvimento de fitoplâncton, zooplâncton e invertebrados. Esses organismos são fontes de alimento importante para os indivíduos recém-eclodidos de traíra (Marquez *et al.*, 2001).

Apesar de a chuva ser um fator importante para a reprodução de *H. malabaricus* em CAP 1 e CAP 3, a análise da frequência relativa dos estágios do ciclo reprodutivo em CAP 2 indicou baixa frequência de estágios maduro (estágio 3) para fêmeas no terceiro trimestre amostral. Esse trimestre representa o período de maior índice pluviométrico para a região (APAC, 2015). O IAR indicou atividade reprodutiva nula para o segundo e terceiro trimestres em CAP 2, períodos que também possuem altos índices pluviométrico na região (APAC, 2015).

Esse resultado pode ter relação com a explosão de macrófitas aquáticas observada nesse trecho nos períodos de elevado índice pluviométrico. Macrófitas aquáticas são importantes meios de abrigo para peixes predadores capturarem suas presas por emboscada, além de ser uma área importante para a reprodução (Santanna & Goiten, 2009). No entanto, altas densidades de macrófitas aquáticas podem afetar o movimento dos peixes, e o seu espaço reduzido pode diminuir a eficiência do forrageio (Petry *et al.*, 2003). Neste contexto, apesar de não diminuir a oferta de alimento no meio, a possível baixa eficiência no forrageio de *H. malabaricus*, leva ao suposto que há uma diminuição no fator de condição dessa espécie, levando a baixa locação de energia nos ovários para a maturação gonadal nos períodos de explosão de macrófita. Segundo Barbieri *et al.*, (1996) a falta de recurso alimentar pode diminuir o fator de condição dos peixes, e conseqüentemente definir o período de desova. Um trabalho realizado por Santanna e Goiten (2009) identificou menor fator de condição de uma população de *H. malabaricus* devido à influência da superpopulação das macrófitas na comparação entre dois rios costeiros na Bacia do rio Intanhaém, São Paulo. Em termos de avaliação do estágio de qualidade ambiental para CAP 2, é relevante ressaltar que abundância e ampla distribuição de macrófitas aquáticas são preocupantes, uma vez que esse processo está diretamente relacionado à baixa qualidade ambiental desse ponto.

O IAR ainda confirmou que *H. malabaricus* não apresentou atividade reprodutiva “intensa” ou “muito intensa” para nenhum dos pontos amostrais, sugerindo que para o período amostral essa espécie canalizou baixa energia para o processo de desenvolvimento gonadal. Esse resultado pode estar ligado ao fato dessa espécie possuir

baixa fecundidade quando comparado com outras espécies de teleósteo de água doce (Barbieri, 1989). Segundo Nikolsky (1963), essa característica de baixo investimento no desenvolvimento de ovócito é comum em espécies que possuem cuidado parental e que realizam desova parcelada. Esse resultado corrobora com as características biológicas da traíra, que possui cuidado com a prole (Querol *et al.*, 2003) e desova parcelada (Barbieri, 1989).

Proporção Sexual

No presente estudo não foi observada diferença na proporção entre os sexos de *H. malabaricus*. Segundo Vazzoler (1996) a maioria dos estudos sobre as populações de peixes, é observada uma proporção sexual de 1:1, o que corrobora com os resultados encontrados para os três pontos de coleta do baixo rio Capibaribe.

Segundo King & Etim (2004), condições ambientais podem alterar a proporção sexual de uma determinada população de peixes. No entanto, no presente trabalho, os fatores ambientais parecem não exercer um papel fundamental no desvio da proporção sexual esperada no ano avaliado como um todo. Apesar dos resultados obtidos neste estudo, a maioria dos trabalhos que avaliam a reprodução de *H. malabaricus* evidenciam maior proporção sexual de fêmeas. Novaes & Carvalho (2011) encontraram uma diferença significativa entre os sexos em um estudo realizado no rio Paranapanema, sendo o número de fêmeas superior ao de machos (1,3-1).

Táticas reprodutivas de proporção sexual próxima de 1:1, como a encontrada neste estudo são muito importantes para espécies que vivem em ambientes instáveis como o Capibaribe. Segundo Novomeská & Kvac (2009), proporção sexual equilibrada em peixes aumenta as chances de disseminação no ambiente. Essa estratégia é vantajosa, pois haverá pelo menos uma fêmea disponível para cada macho se acasalar (Gomez-Márquez *et al.*, 2003).

O resultado do presente estudo sugere que mudanças em determinados padrões de um ecossistema aquático, como os analisados, podem não ser pressões fortes suficientes para afetar os fatores biológicos que estão diretamente ligados à diferenciação na proporção sexual de *H. malabaricus*. Isso pode ser explicado pelo fato da traíra possuir diversas adaptações a ambientes instáveis como: 1) possuir alta plasticidade trófica (Paiva, 1974), 2) ser um predador oportunista (Petry *et al.*, 2010), e por último 3) resistente a ambientes antropizados, podendo viver em águas pouco

oxigenadas e suportar grandes períodos de jejum (Petry *et al.*, 2010), como é o caso do rio Capibaribe.

Parâmetros reprodutivos X parâmetros ambientais

Com base nos resultados da análise de correlação de Spearman entre os parâmetros reprodutivos e os fatores ambientais, foi possível estimar como a qualidade do ambiente pode influenciar as estratégias reprodutivas de *H. malabaricus*. Para o ponto de CAP 1 foi observada alta correlação negativa do parâmetro ambiental turbidez da água com o IHS. A análise de correlação ainda mostrou alta correlação negativa da turbidez com o IHS em CAP 2.

A turbidez mede a capacidade da água em dispersar a radiação solar, e é influenciada pelos sólidos em suspensão na água, que dificulta a entrada de feixes de luz (Tavares, 2005). Albanez & Matos, (2007) salientam que o aumento de sedimentos na água é ocasionado principalmente pela retirada da mata ciliar que aumenta o assoreamento e o processo erosivo, permitindo que grande aporte de partículas e resíduos sejam lixiviados para a água. Diante do exposto é possível sugerir que a falta de conservação das matas ciliares de CAP 1 e CAP 2 estejam afetando a turbidez da água e conseqüentemente influenciando negativamente o sucesso reprodutivo de *H. malabaricus*. É evidente nesses pontos a falta da manutenção da mata ciliar e um grande número de partículas em suspensão na água, especialmente em épocas chuvosas.

A reprodução de *H. malabaricus* pode estar sendo influenciada negativamente pela turbidez da água possivelmente pela diminuição da disponibilidade e diversidade de recursos alimentares. A turbidez elevada diminui a penetração de luz na água, reduzindo a fotossíntese de vegetação, ocasionando diminuição na produtividade primária do rio (IGAM, 2008) e, conseqüentemente, afeta espécies de base de cadeia alimentar, recursos essenciais para a alimentação da Traíra. Considerando que a falta de recurso alimentar pode alterar o fator de condição das espécies de peixe, fator este essencial à reprodução, (Barbieri *et al.*, 1996), o período reprodutivo de *H. malabaricus* pode estar sendo afetado CAP 1 e CAP 2, onde esta espécie se encontra submetida a tais condições.

Em CAP 2 além da turbidez, houve correlação negativa do IGS com a chuva. Essa correlação reforça os resultados obtidos nas análises de frequência relativa e do IAR para esse ponto. Apesar de a precipitação ser um evento importante para o estímulo

da reprodução de peixes, no presente estudo o aumento do índice pluviométrico parece ter um efeito negativo no processo de desenvolvimento das gônadas de *H. malabaricus* em CAP 2. Esse resultado parece estar relacionado com a explosão de macrófitas nos períodos de chuva, uma vez que a alta densidade destas pode afetar a eficiência do forrageamento e, conseqüentemente, diminuir a demanda de recurso energético para o desenvolvimento gonadal de *H. malabaricus* (Santanna & Goiten, 2009).

O IHS obteve correlação negativa com a temperatura para CAP 2. Apesar da temperatura ser um estímulo importante para indução do início da cascata reprodutiva de traíra (Querol *et al.*, 2003), no presente trabalho a temperatura parece exercer influencia negativa. A temperatura média encontrada em CAP 2 está acima do limite ideal para o bem estar de *H. malabaricus*, que segundo o Fish Base (2015) está entre 20 e 26 °C. A temperatura da água elevada também pode ter relação com a diminuição da vegetação no entorno do rio, o que é evidente para esse ponto. Segundo Krupek & Felski (2006) a retirada da mata ciliar aumenta a temperatura da água, interferindo diretamente sobre a comunidade aquática do rio. Outra possível causa que pode estar diretamente ligada à alteração da temperatura da água nos rios são os despejos industriais de forma inadequada (Sperling, 2005). A elevação da temperatura em um ambiente com alta taxa de matéria orgânica como o Capibaribe pode levar ao desenvolvimento de algas e fitoplâncton, que provocam uma queda na concentração de oxigênio na água (Silveira, 2004). A falta de oxigênio ocasionada pelas altas temperaturas em CAP 2 pode estar afetando a biologia reprodutiva de *H. malabaricus*. De acordo com Vazzoler (1996) o oxigênio dissolvido na água é uma das principais condições ambientais que definem o início e o fim da época reprodutiva dos peixes.

O trecho localizado em CAP 3 apresentou correlação negativa do IGS com os sólidos suspensos totais. Os sólidos suspensos totais (SST) avaliam a matéria em suspensão presente na água (Nogueira *et al.*, 2012). É possível que o acúmulo de SST para CAP 3, principalmente em períodos chuvosos, possa estar afetando diretamente a reprodução de *H. malabaricus*. Essa relação está presente possivelmente devido ao fato desse trecho estar inserido próximo a foz do rio. Resíduos sólidos de origem industriais e urbanos são acumulados durante todo o percurso do rio, e encontrados em grandes proporções próximos à sua foz. Além disso, há uma troca evidente de água entre o rio e oceano provocadas pelas inversões de maré e a dinâmica estuarina que promove o transporte e acumulação de materiais em suspensão dos rios e mares nas regiões estuarinas (SEMADS, 2001). Esses processos podem estar promovendo o

acúmulo de materiais em suspensão em locais, áreas de margens importantes para a desova de *H. malabaricus*. Segundo Martins (2009), fêmeas de *H. malabaricus* depositam seus ovos em locais e pequenas depressões às margens dos rios.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

É possível concluir que a traíra pode se reproduzir mesmo frente a diferentes condições ambientais, o que provavelmente está relacionado à sua alta resistência a ambientes antropizados. Todavia, alguns fatores ligados à qualidade ambiental parecem estar influenciando negativamente a sua biologia reprodutiva, o que pode causar decréscimo de sua população com passar dos anos.

Nesse sentido, são necessários estudos de longo prazo relacionados especialmente à estrutura da população de *H. malabaricus* em ambientes antropizados. Esses estudos são de grande importância para compreender como a qualidade ambiental influencia a biologia reprodutiva dessa espécie. Complementando esses esforços, ações de conscientização junto à população devem ser implementadas para evitar que haja a poluição dos recursos hídricos que alteram a estrutura da ictiofauna local, tais como: 1) divulgação das informações científicas abordando a influência da poluição sobre a comunidade de peixes local, sob forma de palestras de natureza educativa junto às pessoas que direta e indiretamente utilizam o rio, escolas/faculdades, ONG's, órgãos administrativos e ambientais dos municípios, 2) realização de programas de incentivo ao reflorestamento da mata ciliar junto a empresas e proprietários como forma de incentivo fiscal, e por último, 3) ampliação de obras de saneamento básico e estações de tratamento de esgoto ao longo do rio Capibaribe, para diminuição da influência antrópica no entorno do rio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agostinho, A.A, V.P. Mendes, H.I. Suzuki & C. Canzi. 1993. Avaliação da atividade reprodutiva da comunidade de peixes dos primeiros quilômetros a jusante do reservatório de Itaipu. Unimar 15 (Supl.): 175-189.
- Albarez, J. R & Matos, A. T. Aquicultura. In: MACEDO, J. A. B. Águas & Águas. Belo Horizonte – MG: CRQ – MG, 2007.

- Andrade, G. O. 1977. Alguns Aspectos do Quadro Natural do Nordeste. Sudene, Recife, 75p.
- APAC. 2015. Agência Pernambucana de Águas e Climas. Available from: <http://www.apac.pe.gov.br/meteorologia/>. (Date of access – 20 April 2015).
- APAC. 2014. Agência pernambucana de Águas e Climas. Bacia Hidrográfica. Rio Capibaribe. Available from: http://www.apac.pe.gov.br/pagina.php?page_id=5&subpage_id=14 –. (Date of acesse – 16 April 2014).
- Araújo, F. G. 1998. Adaptação do índice de integridade biótica usando a comunidade de peixes para o rio Paraíba do sul. *Revista brasileira de biologia*, 58 (4): 547-558p.
- Barbieri, G. 1989. Dinâmica da reprodução e crescimento de *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) (Osteichthyes) da Represa do Monjolinho, São Carlos/SP. *Revista Brasileira de Biologia*. 6(2): 225-223.
- Barbieri, G., S. Hartz & J.R. Verani. 1996. O fator de condição e índice hepatossomático como indicadores do período de desova de *Astyanax fasciatus* Cuvier, 1819, da Represa do Lobo, São Paulo (Osteichthyes, Characidae). *Iheringia, Série Zoologia*. Porto Alegre, (81): 97-100.
- Braga, F. M. S. 2001. Reprodução de peixes (Osteichthyes) em afluentes do reservatório de volta grande, Rio Grande, Sudeste do Brasil. *Iheringia*, 91: 67-74.
- Callisto, M., W.R. Ferreira, P. Moreno, M. Goulart & Petrucio, M. 2002. Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ). *Acta Limnologica Brasiliensia*, 34: 91-97.
- Caswell H. 1978. Predator-mediated coexistence: a nonequilibrium model. *The American Naturalist*, 112: 127-154.
- Cetra, M. 2003. Caracterização das assembleias de peixes da bacia do rio Corumbataí (SP). Unpublished Ph.D. Tesis. Universidade de São Paulo. Escola de Engenharia de São Carlos, Ciências da Engenharia Ambiental, São Paulo.
- CPRH . 2014. Agência Estadual de Meio Ambiente. Available from: <http://www.cprh.pe.gov.br/downloads/c3.3.pdf>. (12 June 2014).
- EPA (Environmental Protection Agency). 1987. Biological criteria for the protection of aquatic life. Division of water Quality Monotoring and Assessment, Columbus.v.HII, (Surfe Water Section),120p.
- Fish Base. 2015. Available from:<http://www.fishbase.org/summary/Hoplias-malabaricus.html>. (Date of access – 3 August 2015).

- Galdean, N., M. Callisto, F.A.R. Barbosa. 2000. Lotic ecosystem of Serra do Cipó, southeastern Brazil: water quality and a tentative classification based on the benthic macroinvertebrate community. *Aquatic Ecosystem Health & Management*, 3: 545-552.
- Gomez-Márquez, J.L., B. Peña-Mendoza, I.H. Salgado-Ugarte & M. Guzmán-Arroyo. 2003. Reproductive aspects of *Oreochromis niloticus* (Perciformes: Cichlidae) at Coatetelco lake, Morelos, Mexico. *Revista de Biología Tropical*, 51(1): 221-228.
- Hammer, Ø., D.A.T. Harper, P.D. Ryan . 2001. (3.07) [PAST]. Paleontological Statistics Software Package For Education And Data Analysis. Available from: <http://folk.uio.no/ohammer/past/> (20 January 2013).
- IACUC. 2002. Institutional Animal Care and Use Committee Guidebook. Washington: Department of Health and Human Services, 230 p.
- IGAM - Instituto Mineiro de Gestão das Águas. 2008. Monitoramento da qualidade das águas superficiais na Bacia do Rio Grande em 2007. Relatório anual. Belo Horizonte-MG, 196p.
- Junqueira, L.C.U. & L.M.M.S. Junqueira. 1983. Técnicas básicas de citologia e histologia. Livraria e Editora Santos, São Paulo, 123 p.
- King, R.P & L. Etim. 2004. Reproduction, growth, mortality and yield of *Tilapia mariae* Boulenger 1899 (Cichlidae) in a Nigerian rainforest wetland stream. *J. Appl. Ichthyol.* 20: 502-510.
- Krupek, R. A & G. Felski. 2006. Avaliação da Cobertura Ripária de Rios e Riachos da Bacia Hidrográfica do Rio das Pedras, Região Centro-Sul do Estado do Paraná. *Revista Ciências Exatas e Naturais*, 8(2):179 -188.
- Leão, E.L.M., R.G. Leite, P.T.C. Chave & E. Ferraz. 1991. Aspectos da reprodução, alimentação e parasitofauna de uma espécie rara de piranha, *Serrasalmus altuvei* (Ramirez, 1965) (Pisces, Serrasalminidae) do Baixo Rio Negro. *Revista Brasileira de Biologia* 3: 545-543.
- Magurran, A. E & D.A.T. Phillip. 2001. Implications of species loss in freshwater fish assemblages. *Ecography*. 24: 645-650.
- Marquez, D. K. S & H.C.B. Gurgel, I. 2001. Lucena. Época de reprodução de *Hoplias malabaricus* Bloch, 1794 (Osteichthyes, Erythrinidae) da barragem do rio Gramame, Alhandra, Paraíba, Brasil. *Revista Brasileira de Zootecias*, 3 (1): 61-67.

- Martins, J. M. E. 2009. Biologia de *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) (Characiformes, Erythrinidae) na represa de capim branco I, Rio Araguari, MG. Unpublished Ph. D. Dissertation, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, Minas Gerais, 84p.
- Nikolsky, G.V. 1963. The ecology of fishes. London: Academic Press, 352p.
- Nogueira, P. F & P.B. Cabral, S.F. Oliveira. 2012. Análise da concentração dos sólidos em suspensão, turbidez e tds nos principais afluentes do reservatório da UHE Barra dos Coqueiros-GO. Revista Geonorte, Edição Especial, 3(4): 485-494.
- Novaes, R. L. C & E.D. Carvalho. 2011 Population structure and stock assessment of *Hoplias malabaricus* (Characiformes: Erythrinidae) caught by artisanal fishermen in river-reservoir transition area in Brazil. Revista de Biologia Tropical, 59 (1): 71-83.
- Novomeská A. & V. Kováč. 2009. Life-history traits of non-native black bullhead *Ameiurus melas* with comments on its invasive potential. Journal of Applied Ichthyology, 25(1): 79-84.
- Paiva, M.P. 1974 Crescimento, Alimentação à salinidade e reprodução da traíra *Hoplias malabaricus* (Bloch) nordeste brasileiro. Unpublished Ph.D. Dissertation. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. 32p.
- Petry, A. C., L.C Gomes, P.A. Piana & A.A. Agostinho. 2010. The role of the predatory trahira (Pisces: Erythrinidae) in structuring fish assemblages in lakes of a Neotropical floodplain. Hydrobiologia, 651:115-126.
- Petry, P., P.B. Bayley & D.F. Markle. 2003. Relationships between fish assemblages, macrophytes and environmental gradients in the Amazon River floodplain. Journal of Fish Biology, Liverpool, 63(1): 547-579.
- Piana P.A; Gomes B. L.C; Agostinho A.A. 2006. Comparison of predator-prey interaction models for fish assemblages from the Neotropical region. Ecological Modelling, 192: 259-270.
- Pieve, S. N. M., R.R. Kubo, & G. Coelho-de-Sousa. 2009. Pescadores Artesanais da Lagoa Mirim Etnoecologia e Resiliência. Brasília. Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA). 244 p.
- Querol, M.V.M., E. Querol, E. Pessano & C.L.O. Azevedo. 2003. Tomassoni D; Brasil L.; Lopes P. Reprodução natural e induzida de *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794), em tanques experimentais, na região de Uruguaiana, Pampa Brasileiro. Biod Pamp, 1:46-57.
- Rashed, M. N. 2001. Monitoring of environmental heavy metals in fish from Nasser Lake. Environment International, 27(1) 27-33.

- Rebouças, A. C., B. Braga, & J.G. Tundisi, J. G. 2006. 3. Ed. Águas doces no Brasil: Capital Ecológico, uso e conservação. São Paulo. Escrituras Editoral, 748p.
- Ribeiro, C. S. E & R.R. Moreira. 2012. Fatores ambientais e reprodução dos peixes. *Revista da biologia*, 8: 58-61.
- Santanna, E. B., & R. Goitein. 2009. Condition of *Hoplias* aff. *malabaricus* (Bloch) in two costal streams of itanhaém river Basian, Brazil. Instituto de Pesca, São Paulo, 35(3): 429 – 439.
- Santos, A. B., J.F.B. Melo, P.R.S. Lopes & M.B. Malgarim. 2001. Composição química e rendimento do filé da traíra (*Hoplias malabaricus*). *Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia, Uruguaiana*, 7/8 (1): 33-39.
- SEMADS (Secretaria de estado do meio ambiente e desenvolvimento sustentável). 2001. Manguezais Educar para proteger. Secretaria de Estado de Meio Ambietne e Desenvolvimento Sustentável Estado do Rio de Janeiro. Projeto Planágua SEMADS/GTZ. Rio de Janeiro. Femar: Semads, 96 p.
- Silveira, P. M. 2004. Aplicação do biomonitoramento para avaliação da qualidade da água em rios. Embrapa Meio Ambiente, 68p.
- Souza, F.C., C.J. Santos, R.R. Tramonte & V. Klepka. 2014. Estrutura da comunidade de macroinvertebrados em três córregos na bacia do alto rio paraná: uma relação entre qualidade ambiental e parâmetros ecológicos. *Revista em Agronegócios e Meio Ambiente*, 7(2): 413-42.
- Sperling, V.M. 2005. Princípios do tratamento biológico de águas residuárias. Vol. 1. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. Desa - UFMG. 1(3): 456 p.
- SRH. 2002. Secretaria de Recursos Hídricos. Sub-Programa de Desenvolvimento Sustentável de Recursos Hídricos para o Semi-Árido Brasileiro – Proágua. Diagnóstico e Estudos Básicos. Pernambuco, 2002. 201 p.
- Súarez, Y.R., M. Petrere-JR & A.C. Catella. 2004. Factors regulating diversity and abundance of fish communities in Pantanal lagoons, Brazil. *Fisheries Management and Ecology*, 11:45- 50.
- Tavares, A.R. 2005. Monitoramento da qualidade das águas do rio Paraíba do Sul e diagnóstico de conservação. Unpublished Ph. D. Dissertation, Instituto Tecnológico de Aeronáutica-ITA, São José dos Campos, São Paulo. 176p.

Travassos, P.E.P.F., S.J. Macedo, M.L. Koenig. 1993. Aspectos hidrológicos do estuário do rio Capibaribe (Recife- PE- Brasil). *Trabalhos Oceanográficos*, Recife, 22: 9-38.

Torres, L.M., R.C. Zambiasi, P.V Chiattoni, T.P. Fonseca & Cosata C.S. 2012. Composição em ácidos graxos de traíra (*Hoplias malabaricus*) e pintadinho (sem classificação) provenientes da Região Sul do Rio Grande do Sul e Índia Morta no Uruguai. *Semina: Ciências Agrárias*, 33(3) 1047-1058.

Uieda, V. & R. Kikuchi. 1995. Entrada de material alóctone (Detritos vegetais e invertebrados terrestre) num pequeno curso de água corrente na Cuesta de Botucatu, São Paulo. *Acta Limnológica Braziliensia*. 7:105-114.

Vazzoler, A.E.A.M. *Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática*. Maringá, Eduem; São Paulo, SBI, 1996. 169p.

ANEXO I

Figuras e tabelas do artigo.

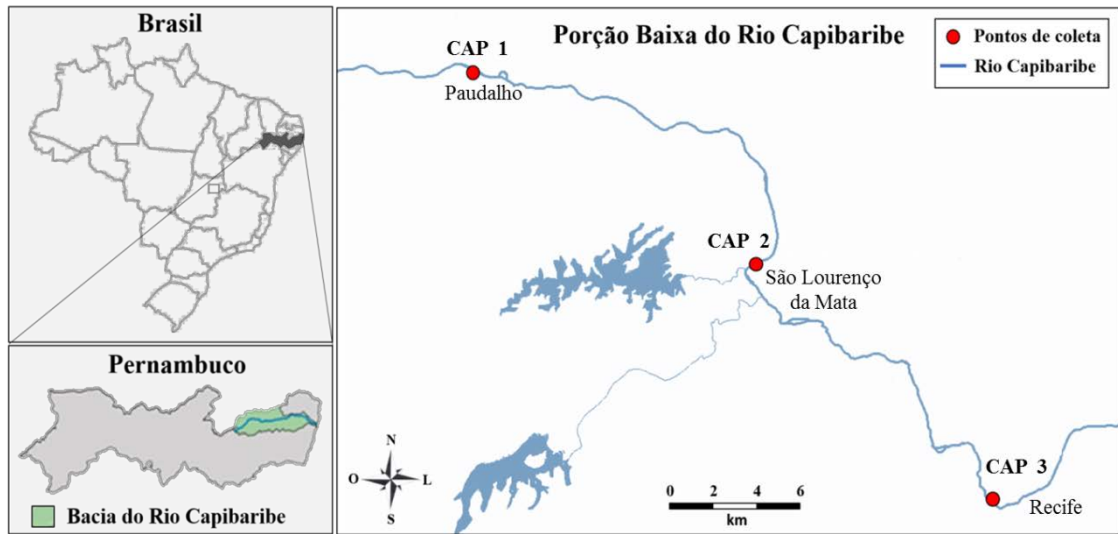


Fig. 2. Área de estudo contendo os pontos de coletas no Rio Capibaribe: CAP 1 - Paudalho ($7^{\circ}53'19.46''S$ $35^{\circ}13'46.33''O$); CAP 2 - São Lourenço da Mata ($7^{\circ}57'55.35''S$ $35^{\circ}5'20.02''O$) e CAP 3 - Recife ($8^{\circ}3'32.51''S$ $34^{\circ}59'10.68''O$), Pernambuco/Brasil.

Tabela 1. Protocolo de Avaliação Rápida da Diversidade de Habitats (PAR) utilizado nos três pontos de coleta do baixo rio Capibaribe (modificado de EPA , 1987).

DESCRIZAÇÃO DO AMBIENTE				
Localização:				
Data de coleta: / /			Hora da coleta:	
Tempo (situação do dia):				
Modo de coleta (coletor)				
Largura Média:				
Profundidade Média:				
Temperatura da água:				
PARÂMETROS	PONTUAÇÃO			
	5 pontos	3 pontos	2 pontos	0 pontos
13. Substratos e/ ou Habitats	Mais de 50% com habitats diversificados; pedaços de troncos submersos; raiz; cascalho ou outros habitats estáveis.	30 a 50% de habitats diversificados; habitats adequados para manutenção de organismos aquáticos.	10 a 30 % de habitats diversificados; disponibilidade de habitats insuficientes; substratos freqüentemente modificados.	Menos que 10% de habitats diversificados; ausência de habitats óbvia; substrato rochoso instável para fixação dos organismos.
14. Deposição de sedimentos	Ausência ou pequeno alargamento de ilhas ou barras de pontal.	Alguns acréscimos recentes na formação de barras, predomínio de cascalho, areia ou sedimento fino.	Deposição moderada de cascalhos novos, areia ou sedimento fino em barras recentes e antigas. Sobretudo, de origem antrópica.	Elevada deposição de material fino ou cascalho e aumento no desenvolvimento de barras devido, principalmente, às atividades antrópicas.
15. Alterações do canal do rio	Ausência de canalizações e dragagens ou qualquer outra forma de interferência que possa afetar o curso d' água. Nesse caso, o curso d' água segue com padrão natural.	Presença de pequenas canalizações, em geral em área para apoio de pontes ou evidência de canalizações antigas e de dragagem, mas com ausência de canalizações recentes. Não há evidências de que o leito tenha sido explorado por atividades antrópicas.	Presença de diques, terraplanagens, aterros, barragens ou estruturas de escoramentos em ambas as margens. Há evidências antigas de que o leito já foi explorado por dragagem para retirada de areia/cascalho.	Margens revestidas com gabiões ou cimento e o curso d' água encontra-se canalizado ou pode ser observado forte evidência de revolvimento das margens para atividades humanas.
16. Presença de Mata ciliar	Acima de 90% de vegetação ripária nativa, incluindo árvores, arbustos ou macrófitas; mínima evidência de deflorestamento; plantas atingindo a altura normal.	Entre 70 e 90% de vegetação ripária nativa; deflorestamento evidente mas não afetando o desenvolvimento da vegetação; maioria das plantas atingindo a altura normal.	Entre 50 e 70% de vegetação ripária nativa; deflorestamento óbvio; trechos com solo exposto ou vegetação eliminada; menos da metade das plantas atingindo a altura normal.	Menos de 50% da mata ciliar nativa; deflorestamento muito acentuado.
17. Estabilidade das Margens	Margens estáveis; erosão mínima ou ausente; pequeno potencial para problemas futuros; menos de 5% da margem afetada.	Moderadamente estáveis; pequenas áreas de erosão freqüentes; entre 5 e 30% da margem com erosão.	Moderadamente instável; entre 30 e 50% da margem com erosão; risco elevado de erosão durante enchentes.	Instável; muitas áreas com erosão; freqüentes áreas descobertas nas curvas do rio; erosão óbvia entre 50 e 100% da margem.
18. Extensão de mata ciliar	Largura da vegetação ripária maior que 18 metros; sem influência de atividades antrópicas.	Largura da vegetação ripária entre 12 e 18 metros; mínima influência antrópica.	Largura da vegetação ripária entre 6 e 12 metros; influência antrópica intensa.	Largura da vegetação ripária menor que 6 metros; vegetação restrita ou ausente devido à atividade antrópica.

Tabela 2. Protocolo de Avaliação Rápida da Diversidade de Habitats (PAR) utilizado nos três pontos de coleta do baixo rio Capibaribe (modificado de CALLISTO et al., 2002).

DESCRIÇÃO DO AMBIENTE			
Localização:			
Data de coleta: / /		Hora da coleta:	
Tempo (situação do dia):			
Modo de coleta (coletor):			
Largura Média:			
Profundidade Média:			
Temperatura da água:			
PARÂMETROS	PONTUAÇÃO		
	4 pontos	2 pontos	0 pontos
1. Tipo de ocupação das margens do corpo d'água (principal atividade)	Vegetação natural	Campo de pastagem/ Agricultura/ Monocultura/ Reflorestamento	Residencial/ Comercial/ Industrial
2. Erosão próxima e/ou nas margens do rio e assoreamento do seu leito	Ausente	Moderada	Acentuada
3. Alterações antrópicas	Ausente	Alterações de origem doméstica (esgoto, lixo).	Alteração de origem industrial/ urbana (fábricas, siderurgias, canalização do curso do rio).
4. Cobertura vegetal no leito	Parcial	Total	Ausente
5. Odor da água	Nenhum	Com odor	Odor forte
6. Oleosidade da água	Ausente	Moderado	Abundante
7. Turbidez da água	Normal	Parcialmente Turva	Turva
8. Odor do sedimento (fundo)	Nenhum	Com odor	Odor forte
9. Oleosidade de fundo	Ausente	Moderado	Abundante
10. Tipo de fundo	Pedras/ cascalho	Lama/ areia	Cimento/ canalizado
11. Material em suspensão	Não há	Pouco	Muito
12. Presença de esgotos	Não há	Provável	Visível

Tabela 3. Parâmetros ambientais avaliados nos três pontos de coleta selecionados na porção baixa do Rio Capibaribe (CAP 1, CAP 2 e CAP 3), com pontuações e classificação baseadas nos protocolos de avaliação da qualidade ambiental.

Parâmetros ambientais	Pontuação em cada ponto		
	CAP 1	CAP 2	CAP 3
Tipo de ocupação das margens do corpo d'água	2	2	4
Erosão próxima e/ou nas margens do rio e assoreamento do seu leito	2	2	4
Alterações antrópicas	0	0	2
Cobertura vegetal no leito	4	2	4
Odor da água	2	2	4
Oleosidade da água	2	2	2
Turbidez da água	2	0	2
Odor do sedimento (fundo)	2	2	2
Oleosidade de fundo	2	2	2
Tipo de fundo	2	2	2
Material em suspensão	2	2	2
Presença de esgotos	2	0	4
Substratos e/ou Habitats	3	3	5
Deposição de sedimentos	5	5	5
Alterações do canal do rio	2	2	5
Presença de mata ciliar	0	0	5
Estabilidade das margens	3	3	5
Extensão de mata ciliar	0	0	5
Pontuação total	37	31	64
Classificação	Alterado	Alterado	Preservado

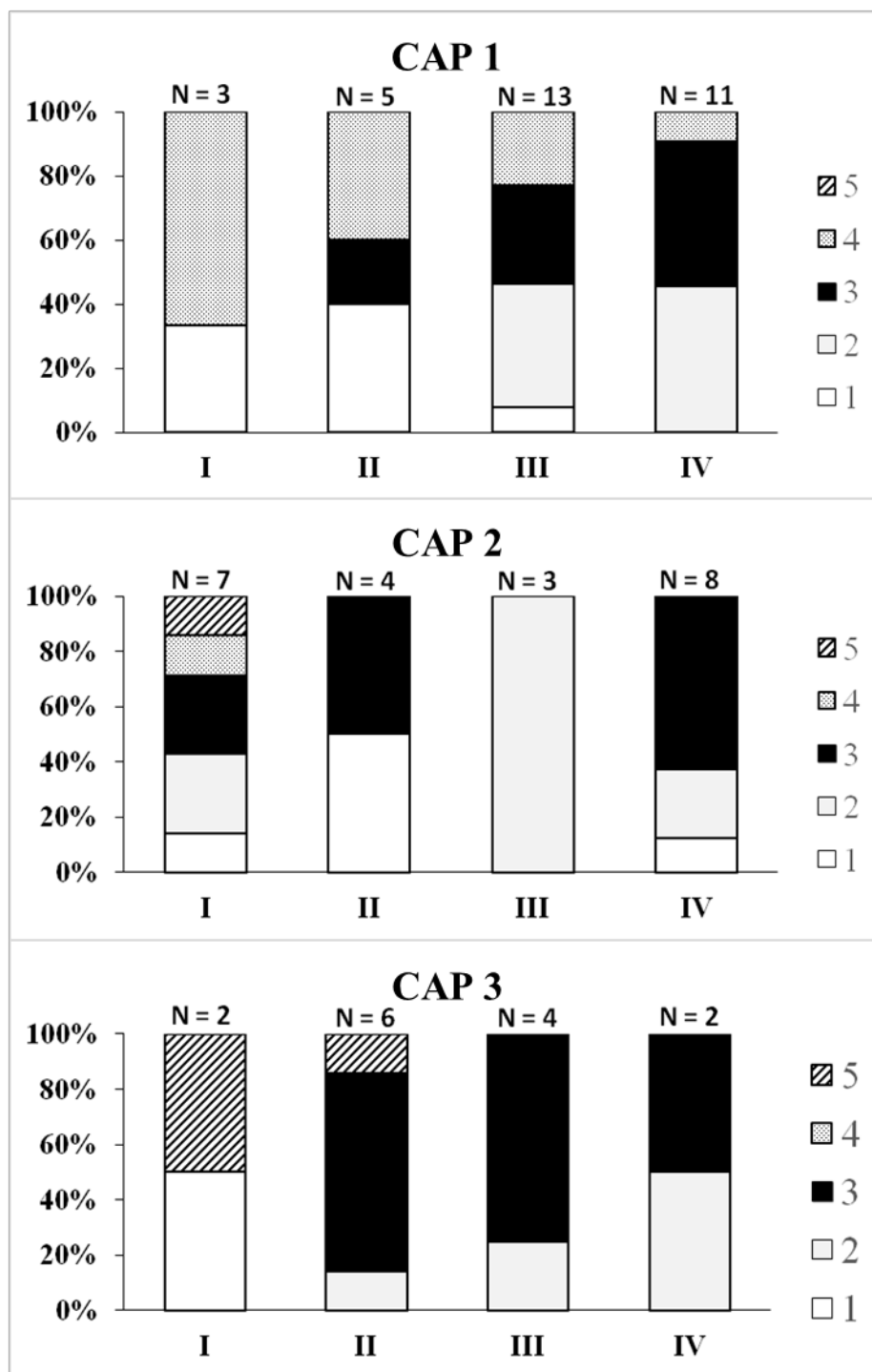


Fig. 3. Distribuição da frequência relativa (Fr%) trimestral dos estádios do ciclo reprodutivo de fêmeas de *Hoplias malabaricus* capturados no baixo rio Capibaribe nos pontos amostrais CAP 1, CAP 2 e CAP 3 no período de setembro/2013 a agosto/2014. Classificação: 1= imaturo; 2= em maturação; 3= maduro; 4= esgotado; 5= repouso. Trimestre: I = setembro, outubro e novembro; II = dezembro, janeiro e fevereiro; III = março, abril e maio; IV = junho, julho e agosto.

Tabela 4. Caracterização macroscópica das gônadas de *Hoplias malabaricus* capturados no município Paudalho, São Lourenço da Mata e Recife no período de setembro de 2013 à Agosto de 2014.

Estádios	Ovário	Testículo	IGS - Médio	
			Fêmea	Macho
Imaturo	Ovário em forma de filamento. Esbranquiçadas com bordas transparentes e arredondadas. Não há vascularização evidente	Testículo em forma de filamento, coloração esbranquiçada e bordas transparentes. Não há vascularização evidente	0,17	0,14
Em maturação	Aumento no tamanho do ovário, com presença de ovócitos pequenos e translúcidos ou coloração alaranjado claro.	Aumento no tamanho dos testículos. Coloração esbranquiçada e pontos negros evidentes no lúmen.	0,26	0,16
Maduro	Ovócitos grandes, alaranjado escuro e visível a olho nu. Ovário ocupa praticamente toda cavidade celomática. Vascularização evidente.	Testículo aumentado. Coloração branco-leitoso. Bordas com presença Franjas.	4,32	0,42
Esgotado	Tamanho reduzido e espaços vazios. Diminuição no número de ovócitos. Observa-se flacidez e áreas hemorrágicas.	Tamanho reduzido. Coloração branco-leitoso. Presença de flacidez e áreas hemorrágicas.	0,52	0,14
Repouso	Diminuição no diâmetro e paredes mais espessas. Diferencia-se do Imaturo pelo peso corporal e IGS.	Diminuição no diâmetro e paredes mais espessas. Observasse pequenos pontos translúcidos. Diferencia-se do Imaturo pelo peso corporal e IGS.	0,22	0,11

Tabela 5. Proporção sexual trimestral e Total de *Hoplias malabaricus* capturados em CAP 1 no período de setembro de 2013 à Agosto de 2014 (* = $p < 0,05$; $\chi^2_{0,05} = 3,841$, gl = 1).

Trimestre	♀	♂	Qui-quadrado
	N	N	♀: ♂ $\chi^2_{0,05}$
S-O-N	3	1	3:01 1
D-J-F	5	5	1:01 0
M-A-M	13	8	1,62:1 1,18
J-J-A	11	10	1,1:1 0,04
Total	32	24	1,33:1 1,14

Tabela 6. Proporção sexual trimestral e Total de *Hoplias malabaricus* capturados em CAP 2 no período de setembro de 2013 à Agosto de 2014 (* = $p < 0,05$; $\chi^2_{0,05} = 3,841$, gl = 1).

Trimestre	♀	♂	Qui-quadrado
	N	N	♀: ♂ $\chi^2_{0,05}$
S-O-N	7	3	2,3:1 1,6
D-J-F	4	5	0,8:1 0,44
M-A-M	3	3	1:1 0
J-J-A	8	5	1,6:1 0,68
Total	21	16	1,31:1 0,66

Tabela 7. Proporção sexual trimestral e Total de *Hoplias malabaricus* capturados em CAP 3 no período de setembro de 2013 à Agosto de 2014 (* = $p < 0,05$; $\chi^2_{0,05} = 3,841$, $gl = 1$).

Trimestre	♀	♂		Qui-quadrado
	N	N	♀: ♂	$\chi^2_{0,05}$
S-O-N	2	4	0,5:1	0,66
D-J-F	6	5	1,2:1	0,09
M-A-M	4	1	4:1	2,00
J-J-A	2	2	1:1	0
Total	14	11	1,27:1	0,36

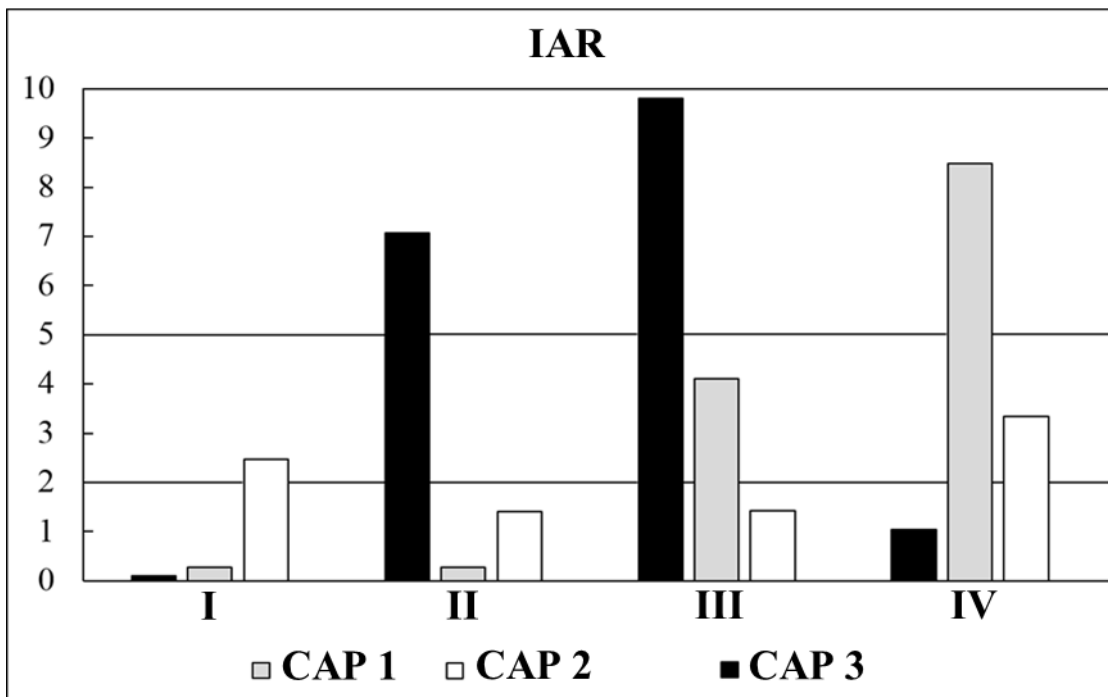


Fig. 4. Valores médios trimestrais do índice de atividade reprodutiva (IAR) para fêmeas de *Hoplias malabaricus* capturados em CAP 1, CAP 2 e CAP 3, no período de setembro/2013 a agosto/2014.

Tabela 8. Médias Trimestrais dos valores das variáveis ambientais em cada ponto de coleta (CAP 1, CAP 2 e CAP 3). Trimestre: I = setembro, outubro e novembro; II = dezembro, janeiro e fevereiro; III = março, abril e maio; IV = junho, julho e agosto.

Parâmetros Ambientais	Variáveis ambientais											
	I			II			III			IV		
	CAP1	CAP2	CAP3	CAP1	CAP2	CAP3	CAP1	CAP2	CAP3	CAP1	CAP2	CAP3
Chuva	37	42	70	55,66	62	96	153,66	177,66	271,33	152,33	158	297
pH	7,7	7,3	7,6	7,4	7,0	7,3	7,0	7,1	7,1	7,3	7,1	7,5
Temperatura da água (°C)	27,2	26,7	28	26,5	27,7	26,6	27,3	26,8	25,9	26,9	25,5	24,6
Condutividade (µS/cm)	1.635	698	520	845	416	295	993	469	367	883	384	341
Turbidez (ntu)	2,6	4,9	9,9	2,3	3,0	10	20,6	6,6	30,3	190,1	20,3	41,2
DQO (mg/L)	422,3	579,0	452	447,0	448,3	513	428,0	616,3	592	225,0	194,7	194,3
DBO (mg/L)	2,8	2,7	4,7	2,6	2,2	49,5	5,8	3,5	3,7	4,4	3,4	6,4
OG (mg/L)	100,1	64,7	65,7	254,0	10,0	33	73,2	174,8	10	119,0	44,0	254,3
ST (mg/L)	841,0	306,0	275	877,7	292,7	285	771,1	305,7	266,5	639,3	296,7	213,3
SST (mg/L)	0,1	6,0	3,5	45,0	11,0	12	29,0	5,3	22,8	27,0	7,0	70,7
OD (mg/L)	5,6	4,8	6,1	5,6	4,1	4,8	4,3	4,6	4,5	4,3	4,8	5,0
Cor (mg/L)	45,0	38,0	31,1	17,3	20,7	22,7	71,3	44,7	85,3	53,2	53,9	74,4
Coliforme Fecal (NMP)	310	200	480	200	480	2200	6400	680	1900	1036,7	273	2100

Tabela 9. Índices que obtiveram correlação com as variáveis ambientais para fêmeas de *Hoplias malabaricus* capturadas no baixo rio Capibaribe, em CAP 1, CAP 2 e CAP 3, no período de setembro/2013 a agosto de 2014. ($p < 0,05$).

Índice	Parâmetros ambientais	p	Correlação	Local
IGS	Chuva	0,0364	-0,875	CAP 2
	Turbidez	0,0170	-0,940	CAP 2
	SST	0,0106	-0,607	CAP 3
IHS	Turbidez	0,0449	-0,810	CAP 1
	Temperatura	0,0020	-0,993	CAP 2

ANEXO II

Normas da revista “Neotropical Ichthyology”.

INSTRUCTIONS TO AUTHORS

Scope and policy

Neotropical Ichthyology is the official journal of the Sociedade Brasileira de Ictiologia (SBI). It is a peerreviewed periodical that publishes original articles on Neotropical freshwater and marine fish in the areas of Biochemistry, Biology, Ecology, Ethology, Genetics, Molecular Biology, Physiology and Systematics. Submitted manuscripts must be relevant contributions within their specific research area and must provide clear theoretical foundations of the subject, description of the objectives and/or hypotheses under consideration, in addition to sampling and analytical designs consistent with the proposal. Descriptive original works of high quality and relevance will be considered for publication. Casual observations, scientific notes or studies merely descriptive not associated with relevant theoretical issues will not be considered. Editor and Section Editor of the area will evaluate the submitted manuscript to determine if its content is suitable for publication in the journal Neotropical Ichthyology. The journal is open for submissions to all researchers on Neotropical ichthyofauna. Payment of publication costs may be required if none of the authors is a member of the SBI.

Submission of manuscripts

Manuscripts must be submitted as digital files at <http://mc04.manuscriptcentral.com/ni-scielo>

With each new manuscript submission, authors must include a cover letter with a statement that it constitutes original research and is not being submitted to other journals. In multi-authored papers, author responsible for submission must declare in the cover letter that all coauthors are aware and agree with the submission. All coauthors and respective mailing addresses and e-mails must be registered in the appropriate forms along with manuscript submission. During the submission, indicate the area of Ichthyology (Biochemistry and Physiology, Biology, Ecology, Ethology, Genetics and Molecular Biology or Systematics) to which the manuscript is referable. During the submission, indicate three possible referees (name, institution, country, and e-mail). Manuscripts that are not formatted according to instructions to authors will be returned to authors. Please, use the checklist bellow to review your manuscript before submission. Each item of the checklist must be filled and the file must be sent as supplemental file for review when submitting the manuscript. Only items not applicable for the article must be kept empty. Manuscripts submitted out of format, without some required file or in poor English will be returned without review. 2

Form and preparation of manuscripts

Text must be submitted in English. Text must be in MS-Word or rtf file formats. Figures and tables must be uploaded separately as individual files. Do not duplicate information in the text, Figures and Tables. Submit only Figures and Tables that are strictly necessary. Supplementary files such as appendices, videos and others can be uploaded already formatted, as pdf or video files, and will be available only in the on line version. In taxonomic papers check also: Neotropical Ichthyology taxonomic contribution style sheet. Manuscript must contain the following items, in bold, unnumbered, not using pages break, in the cited order: Title, Abstract (in English), Resumo or Resumen (in Portuguese or Spanish), Keywords, Running Head,

Introduction, Material and Methods, Results, Discussion, Acknowledgements (optional), and References. Checklist for formatting rules Please, be sure you have checked all the items carefully

TITLE

Title is presented in bold and lower case. In the title, subordinate taxa are separated by “:” as follows: “(Siluriformes: Loricariidae)”. New taxa names are not given/listed in title or abstract. Ex. “ A new species of loricariid catfish from the rio Ribeira de Iguape basin, Brazil (Ostariophysi: Siluriformes)”. Title presents the scientific names (instead vernacular names) with authorship and year of description of the species, if applicable, and higher taxonomic categories in parentheses. Title reflects the contents of the paper.

AUTHORS

Only initial of authors names are in uppercase. First name of authors is not abbreviated. Superscript numerals are used to identify multiple addresses. The names of the last two authors of the manuscript are separated by “and”. Ex. George S. Myers¹ , Carl H. Eigenmann² and Rosa S. Eigenmann^{1,2 3}

AUTHORS ADDRESSES Footnotes are not used. Full mailing addresses and e-mail of all authors are provided, including institution name, ZIP codes, cities, states and countries. Corresponding author is informed by adding (corresponding author) after the email address. Superscript numerals are used to identify multiple addresses. Names of Institutions and Departments are in the original spelling and not translated to English.

RUNNING HEAD Provided suggestion for the running head up to 50 characters.

ABSTRACT It is concise, presented in English and do not contain new taxa names or authorship. **RESUMO** or **RESUMEN** It is in Portuguese or Spanish. It is an accurate translation of the Abstract in English. **KEYWORDS** Five keywords are provided in English and in alphabetic order. Keywords do not repeat title words or expressions, or include Neotropical, that is the name of the Journal. Keywords mentions key of identification, if applicable.

TEXT

Text pages do not include headers, footers, or footnotes (except page number). Text is aligned to the left, not fully justified. All text is in Times New Roman font size 12. Text is not hyphenated. Lines are not numbered. The font “symbol” is used to represent the following characters: χ μ θ ω ε ρ τ ψ υ ι \omicron π α σ δ ϕ γ η ϕ κ λ Ξ β ν \cong Θ Ω Σ Δ Φ Species, genera, and Latin terms (et al., in vitro, in vivo, vs., i.e, e.g.) are in italics. Scientific names are cited according to the ICZN (<http://iczn.org/iczn/index.jsp>). Authorship is given at the first reference of a species or genus. Spelling, current valid names and authorship of species have been checked in the Catalog of Fishes at <http://research.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>. Latin terms presented between the generic and specific names (cf., aff., etc., e.g. *Hoplias cf. malabaricus*) are not in italics. The genus name is always fully spelled in first appearance in the text, in the beginning of a sentence and at least once in the figure and table caption(s).⁴ There are no underlined words. Abbreviations used in the text are listed under Material and Methods, except for those in common use (e.g., min, km, mm, kg, m, sec, h, ml, L, g). Measurements use the metric system. A list of institutional acronyms is given in Material and Methods section OR a reference to a published paper with a list of acronyms is given in Material and Methods section. A list of catalog numbers of voucher specimens is furnished. Reference(s) for species identification and

classification used is(are) provided. Geographic descriptors (rio, igarapé, arroio, córrego) are given in lower case, except when referring to a locality name (e.g., Municipality of Arroio dos Ratos, State of Rio Grande do Sul).

ACKNOWLEDGMENTS

Acknowledgments are concise and include both first and last names of persons. Names of Sponsor Institutions are listed in their original spelling and not translated to English.

TABLES

Tables are numbered sequentially in Arabic numerals according to the order of citation in the text. Tables are cited in the text using the following formats: Table 1, Tables 1-2, Tables 1, 4. In Table caption, the word Table, its respective number and final dot after the number are in bold. Ex. “Table 1.”....., and must end in period. Tables are constructed in cells using lines and columns, and not “tab” or “space”. Table caption is self-explicative and presenting, if applicable, at least once the genus name spelled out. Tables do not contain vertical lines or footnotes [content of footnotes must be included in the caption]. Captions are listed at the end of the manuscript, in the following format: Table 1. Monthly variation of the gonadosomatic index in *Diapoma speculiferum*... Approximate locations where tables should be inserted must be indicated along the right margin of the text.

FIGURES

Figures are numbered sequentially in Arabic numerals according to their citation in the text. Figures are cited in the text using the following formats: Fig. 1, Figs. 1-2, Fig. 1a, Figs. 1a-b, Figs. 1a, c. Citations of subsections of the figures are indicated by not capital letters both in the figure and caption. Citations of figures from cited articles are cited using the same formats as figures published in the present article, but not capitalized: e.g., ...according to the figs. 2b of Vari & Harold (2001). In Figure caption, the word Fig., its respective number and final dot after the number are in bold. Ex. “Fig. 1.”..., and must end in period. Figures are of high quality and definition. Figures are submitted as Figure files. Figures are not being submitted as images inserted in Word files. Text included in graphs and pictures have a font size compatible with reductions to page width (175 mm) or column width (85 mm). Composed figures are prepared to fit either the page (175 mm) or column width (85 mm). 5 Illustrations include either a scale or reference to the size of the item in the figure caption. Objects or illustrations are not included in the figure caption. Replace with text (e.g. “black triangle”) or represent its meaning in the figure itself. A list of figure captions is presented at the end of the manuscript file in the following format: Fig. 1. _____ Approximate locations where figures should be inserted are indicated along the left margin of the text.

REFERENCES

References are cited in the following formats in the text: Eigenmann (1915, 1921) or (Eigenmann, 1915, 1921; Fowler, 1945, 1948) or Eigenmann & Norris (1918) or Eigenmann et al. (1910a, 1910b), always in chronological order after alphabetical order in case of more than one author cited. References do not include abstracts, technical reports or undergraduate monographs. Master Thesis or Ph.D. dissertations are listed only if necessary. References are not formatted with “tab” or “space”. References are rigorously ordered alphabetically. References published by two or more authors are listed in alphabetic order of the first author surname, then of second author surname, and successively. Journal names are given in full, not abbreviated. Italic or bold are not

used for books titles and journals. References rigorously match text citations. Books are listed in the following formats: Malabarba, L. R., R. E. Reis, R. P. Vari, Z. M. S. Lucena & C. A. S. Lucena (Eds.). 1998. Phylogeny and classification of Neotropical fishes. Porto Alegre, Edipucrs, 603p. Graça, W. J. & C. S. Pavanelli. 2007. Peixes da planície de inundação do alto rio Paraná e áreas adjacentes. Maringá, Eduem, 241p. Chapters are listed in the following format: Campos-da-Paz, R. & J. S. Albert. 1998. The gymnotiform “eels” of Tropical America: a history of classification and phylogeny of the South American electric knifefishes (Teleostei: Ostariophysi: Siluriphysi). Pp. 401-417. In: Malabarba, L. R., R. E. Reis, R. P. Vari, Z. M. S. Lucena & C. A. S. Lucena (Eds.). Phylogeny and classification of Neotropical fishes. Porto Alegre, Edipucrs. Thesis/Dissertations are listed in the following format: Langeani Neto, F. 1996. Estudo filogenético e revisão taxonômica da família Hemiodontidae Boulenger, 1904 (sensu Roberts, 1974) (Ostariophysi, Characiformes). Unpublished Ph. D. Dissertation, Universidade de São Paulo, São Paulo, 171p. Articles are listed in the following format: Vari, R. P, C. J. Ferraris Jr. & M. C. C. de Pinna. 2005. The Neotropical whale catfishes (Siluriformes: Cetopsidae: Cetopsinae), a revisionary study. Neotropical Ichthyology, 3: 127-238. Internet sources are listed in the following format: Author(s). 2002. Title of website, database or other resources, Publisher name and location (if indicated), number of pages (if known). Available from: <http://xxx.xxx.xxx/> (Date of access – dd Month yyyy, e.g. 20 August 2013). Softwares available online are listed in the following format: Author(s). 2003. Title of the Software (Version) [Software], Publisher name and location (if indicated). Available from <http://www.xxxx/> (Date of access – dd Month yyyy, e.g. 20 August 2013).